



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
SUSTENTÁVEL.

PAULO EDUARDO ROLIM CAMPOS

**EXPORTAÇÃO DE ÁGUA VIRTUAL DO SEMIÁRIDO E OS PARADOXOS  
DO DESENVOLVIMENTO: O CASO DA BANANICULTURA EMPRESARIAL  
IRRIGADA NO CARIRI CEARENSE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri–UFCA, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Linha de Pesquisa: Tecnologia e Modelagem

Sublinha: Sensoriamento remoto e monitoramento ambiental

Orientador: **Carlos Wagner Oliveira**

CRATO – CEARÁ  
FEVEREIRO/2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Cariri  
Sistema de Bibliotecas

---

C198e Campos, Paulo Eduardo Rolim.  
Exportação de água virtual do semiárido e os paradoxos do desenvolvimento: o caso da bananicultura empresarial irrigada no Cariri cearense/ Paulo Eduardo Rolim Campos. – 2019.  
86 f.: il.; color.; enc. ; 30 cm.  
(Inclui bibliografia p.)

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade, Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável, Crato, 2019.  
Área de concentração: Sensoriamento remoto e monitoramento ambiental.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Wagner Oliveira.

1. Segurança Hídrica. 2. Monitoramento Ambiental por Satélite. 3. Permacultura. 4. Água Virtual. 5. Fruticultura Irrigada. I. Título.

CDD – 634.098131

---

Bibliotecário: João Bosco Dumont do Nascimento – CRB 3/1355

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
SUSTENTÁVEL.

**PAULO EDUARDO ROLIM CAMPOS**

**EXPORTAÇÃO DE ÁGUA VIRTUAL DO SEMIÁRIDO E OS PARADOXOS  
DO DESENVOLVIMENTO: O CASO DA BANANICULTURA EMPRESARIAL  
IRRIGADA NO CARIRI CEARENSE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri–UFCA, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

**Linha de Pesquisa:** Tecnologia e Modelagem

**Sublinha:** Sensoriamento Remoto e Monitoramento Ambiental

Data: 27/02/2019

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Carlos Wagner Oliveira (Orientador)  
Universidade Federal do Cariri



Prof. Dra. Ana Célia Maia Meireles (colaboradora interna)  
Universidade Federal do Cariri



Prof. Dr. Claudio Ubiratan Gonçalves (colaborador externo)  
Universidade Federal do Pernambuco

CAMPOS, Paulo Eduardo Rolim. **EXPORTAÇÃO DE ÁGUA VIRTUAL DO SEMIÁRIDO E OS PARADOXOS DO DESENVOLVIMENTO: O CASO DA BANANICULTURA EMPRESARIAL IRRIGADA NO CARIRI CEARENSE.** Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável/Universidade Federal do Cariri – PRODER/UFCA, Crato, 2019.

**Perfil do autor:** É educador popular, jardineiro, marceneiro ecológico e padeiro artesanal, arqueólogo amador, esposo de Luciana, pai de Clarissa e Jasmin. Permacultor e professor de Design em Permacultura, na Maloca Escola de Permacultura e Escola Cariense de Permacultura. Desde 2004 desenvolve trabalhos para fins de democratizar a Permacultura por meio de atividades vivenciais/teóricas/reflexivas, em torno da formação, da pesquisa e de assessoria técnica a populações rurais e urbanas, incluindo: agricultores familiares, indígenas e estudantes em todos os níveis de ensino. Possui graduação acadêmica em Geografia - Licenciatura e Especialização em Arqueologia Social Inclusiva, pela Universidade Regional do Cariri – URCA, é também especialista em Permacultura pela Universidade Federal do Cariri - UFCA.

**Nota de esclarecimento:** Dentro de uma perspectiva de se fazer uma ciência comprometida com a justiça social, tem-se o dever de democratizar a sua produção assim como o seu acesso. Partindo dessa premissa, de maneira que esse trabalho fosse plenamente entendido por leigos, buscou-se a todo custo desmitificar a linguagem científica, mas sem perder o devido rigor científico. Teve-se cuidado, zelo, atenção e empatia<sup>1</sup> na elaboração tanto na síntese escrita, quanto cartográfica, de modo que não fosse gerado nenhum tipo de constrangimento epistemológico<sup>2</sup> naqueles que por ventura se sentirem convidados a lê-lo, uma vez que tiveram a oportunidade de acessar o trabalho.

PARA TODOS TUDO!!!!

---

<sup>1</sup>É a capacidade de sentir, pensar, atender, e se colocar no lugar de outra pessoa. Se esforçando para compreender os seus problemas, suas dificuldades e as suas emoções.

<sup>2</sup> Ato de constranger alguém mediante desrespeito a sua capacidade cognitiva, de pensamento ou reflexão. Este ato é pautado numa percepção equivocada de superioridade por parte de quem o faz.

A todos aqueles que vivem e lutam por  
uma nova cultura da água.

## AGRADECIMENTOS

As Forças superiores que me agraciaram com minha estada nessa terra.

Aos meus pais Seu Vicente e Dona Fransquinha, que na condição de sertanejos aguerridos, em meio a tantas dificuldades inerentes aqueles que migraram dos sertões para a capital, ainda sim conseguiram me prover de uma educação digna, assim como o gosto pela lida com a terra, tendo isso despertado o respeito e o cuidado pelo Sertão.

As minhas irmãs Adriana e Cecilia, que honrosamente trilharam e abriram caminhos dentro do mundo acadêmico até então desconhecidos dentro do nosso seio familiar, me inspirando e incentivando a vivenciar também esse universo.

A minha esposa Luciana e minhas filhas Clarissa e Jasmin que participaram integralmente desse desafiante processo que é adentrar no ensino superior já com família estabelecida, resistindo a todas as adversidades do cotidiano e ainda prosseguir para o presente estudo de pós-graduação.

Ao professor Carlos Wagner Oliveira, pela genuína parceria estabelecida, assim como pela dedicação e confiança em meu trabalho.

A professora Ana Célia Maia Meireles e ao professor Claudio Ubiratan Gonçalves, que de maneira muito generosa, cada um com sua expertise, colaboraram nessa empreitada.

Ao Willian Nunes da Silva, que fez uma colaboração decisiva, sendo extremamente eficiente na obtenção e processamento dos dados de sensoriamento remoto.

A todos os docentes, discentes, colaboradores e demais companheiros que fizeram o PRODER acontecer durante o período em que convivemos.

As águas emanadas da Fonte da Batateira que garantiram a segurança hídrica de minha família, assim como o acalento propiciando nos banhos junto ao rio de mesmo nome.

A todos aqueles que mesmo de maneira singela contribuíram para o êxito do trabalho.

A toda a população que tem o seu suor transformado em tributos, contribuindo diretamente para o financiamento dessa pesquisa, por meio da concessão de bolsa de pesquisa via a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP.

*Vou aprender a ler pra ensinar meus camaradas.*  
(Domínio Público)

## RESUMO

Os grandes adensamentos populacionais característicos do modelo de urbanização adotado na contemporaneidade demonstram-se insustentáveis do ponto de vista da segurança alimentar, já que é priorizado o uso não agrícola da terra, fazendo-se necessário a importação diária de alimento. Uma das problemáticas geradas pelo consumo nas referidas áreas é que são demandados tipos de alimento que são altamente exigentes em água para serem produzidos, a exemplo da banana (*Musa ssp.*). O conceito de Água Virtual é aplicado ao volume oculto de água contido em todo um processo produtivo. Em regiões semiáridas conhecer esse volume é imprescindível para determinar o melhor uso dos recursos hídricos disponíveis, isso se torna mais relevante se a produção visar à exportação. O presente trabalho analisou de maneira crítica a capacidade do sistema hidrológico do Vale do Cariri em suportar o atual modelo de produção exercido pelas empresas do agronegócio que praticam a bananicultura irrigada visando o mercado externo. A pesquisa foi pautada numa ética e numa ótica da Nova Cultura da Água. Inicialmente foi traçada uma historiografia do processo de desenvolvimento da agricultura comercial na região, em especial a cana de açúcar e a banana, seguida de um aprofundamento nos sistemas hidrológicos da Bioregião da Chapada do Araripe e no conceito Água Virtual. No intuito de calcular a dimensão territorial e o consumo de água nas áreas empresariais irrigadas da região, foram executados os seguintes procedimentos: obtenção de imagens do satélite espacial Landsat 8, disponibilizado pelo United States Geological Survey; coleta de dados climatológicos no Instituto Nacional de Meteorologia, oriundos da Estação Meteorológica de Barbalha; processamento de dados nos softwares Ref ET – (Reference Evapotranspiration Calculator) e METRIC (Mapping evapotranspiration at high resolution and with internalized calibration). Como resultado principal obteve-se o volume anual de 32,1 bilhões de m<sup>3</sup> de Água Virtual exportada através da banana para capitais das regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, evidenciando-se a insustentabilidade hídrica da bananicultura empresarial irrigada na região analisada. Por fim, são tratadas questões em torno da necessidade de uma mudança paradigmática que promova uma ética de cuidado da água, alicerçadas em valores afetivos, ambientais, sociais e econômicos.

**Palavras-chave:** Segurança Hídrica; Monitoramento Ambiental por Satélite; Permacultura; Água Virtual; Fruticultura Irrigada.

## RESUMEN

La grande concentración poblacional característica de un modelo de urbanización adoptado contemporáneamente se demuestra insustentable del punto de vista de la soberanía alimentar, ya que es priorizado el uso no agrícola de la tierra, que hace necesaria la importación diaria de alimento. Uno de los problemas generados por el consumo en las citadas áreas es que son demandados tipos de alimento que son altamente exigentes en agua para ser producidos, por ejemplo, Banana (*Musa ssp.*) El concepto de Agua Virtual es aplicado al volumen oculto del agua necesario en todo el proceso productivo. En regiones semiáridas conocer ese volumen es indispensable para determinar el mejor uso de los recursos hídrico disponibles, pasa a ser relevante si la producción aspirar la exportación. El presente trabajo analizó de manera critica la capacidad del Sistema Hidrológico del Valle del Cariri en soportar el actual modelo de producción ejercido por las empresas del Agro negocio que practican la bananicultura irrigada con miras al mercado externo. La investigación fue guiada sobre una ética y una óptica de la Nueva Cultura del Agua. Inicialmente fue trazada una historiografía del proceso de desenvolvimiento de la agricultura comercial en la región, en especial la caña de azúcar y la banana, seguida de un aprofundamiento en los sistemas hidrológicos de la Bioregion de la Sierra del Araripe y en el concepto de Agua Virtual Con la intención de calcular la dimensión territorial y el consumo de agua en la áreas empresariales irrigadas en la región, fueron ejecutados los siguientes procedimientos: obtención de imágenes del Satélite Espacial Landsat 8, disponible por el United States Geological Survey; recolección de datos climatológicos en el Instituto Nacional de Meteorología, provenientes de la Estación Meteorológica de Barbalha; procesamiento de datos en los softwares Ref ET – (Reference Evapotranspiration Calculator) y METRIC (Mapping evapotranspiration at high resolution and with internalized calibration). Como resultado principal dio un volumen anual de 32,1 billones de m<sup>3</sup> de Agua Virtual exportada a través de la banana para capitales de las regiones Norte, Nordeste y Sudeste del Brasil, evidenciando la insustentabilidad hídrica de la bananicultura empresarial irrigada en la región analizada. Por ultimo son tratadas cuestiones alrededor de la necesidad de un cambio de paradigma que promueva una ética de cuidado del agua, sustentada en valores efectivos, ambientales, sociales y económicos.

**Palabras llave:** Soberanía Hídrica; Monitoreo Ambiental por Satélite; Permacultura; Agua Virtual; Fruticultura irrigada.

## ABSTRACT

The large population densities, characteristic of the model of urbanization currently adopted, are unsustainable from the food security point of view, since it prioritizes the non-agricultural use of the land and brings the need for a daily importation of food. One of the problems generated by consumption in these areas is the demand for types of food that require high amounts of water to be produced, such as banana (*Musa ssp.*). The concept of Virtual Water is applied to the hidden volume of water contained in an entire productive process. In semi-arid regions, knowing this volume is essential to determine the best use of available water resources, as this becomes more relevant if production targets exportation. The present work critically analyzed the capacity of the hydrological system of the Cariri Valley to support the current model of production carried out by agribusiness companies that practice irrigated banana farming with a view to the external market. The research was based on the ethics of the New Water Culture and its optics. Initially, it was drawn a historiography of the development process of commercial agriculture in the region, in particular for sugarcane and banana, followed by a deepening in the hydrological systems of the Araripe Plateau Bioregion and in the concept of Virtual Water. In order to calculate the territorial dimension and water consumption in the region irrigated business areas, the following procedures were performed: imaging of the space satellite Landsat 8, available from the United States Geological Survey; collection of climatological data at the National Institute of Meteorology coming from the Barbalha Meteorological Station; data processing in REF ET - (Reference Evapotranspiration Calculator) software and in METRIC (Mapping evapotranspiration at high resolution and with internalized calibration) software. As a main result, the annual volume of 32.1 billion cubic meters of Virtual Water exported through the banana to the capitals cities of the North, Northeast and Southeast regions of Brazil was obtained, evidencing the water unsustainability of irrigated business banana farming in the analyzed region. Finally, questions were raised about the need for a paradigm shift that promotes an ethics of water care, based on affective, environmental, social and economic values.

**Key words:** Water Security; Satellite Environmental Monitoring; Permaculture; Virtual Water; Irrigated Fruticulture.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Média de consumo de água no Ceará e no Brasil.....	20
Figura 2 - Nota referente a Usina Maracajá.....	23
Figura 3 - Bananal na Usina Manoel Costa Filho.....	27
Figura 4 - Cultivo de banana no território da Usina Manoel Costa Filho.....	29
Figura 5 - Área (hectares) de banana no Cariri de 1991 a 2001.....	31
Figura 6 - Produção Nacional de banana – 2017.....	32
Figura 7 - Sistema de bananicultura moderna.....	33
Figura 8 - Produção (mil cachos) de banana no Cariri de 1991 – 2001.....	34
Figura 9 - Vista aérea do Vale do Cariri.....	36
Figura 10 - Sistema de Aquíferos da Bacia Sedimentar do Araripe.....	37
Figura 11 - Situação geográfica da Chapada do Araripe.....	40
Figura 12 - Campanha alerta sobre a Água Virtual exportada pelo Brasil.....	47
Figura 13 - Localização geográfica dos municípios de Barbalha e Missão Velha.....	51
Figura 14 - Fluxograma esquemático do METRIC.....	55
Figura 15 - Imagem do satélite Landsat 8, OLI, empilhada mostrando os municípios de Barbalha e Missão Velha em Outubro de 2016.....	58
Figura 16 - Vetorização da classificação supervisionada.....	59
Figura 17 - Visualização da área com detalhe dos dados de ETrF - março de 2016.....	61
Figura 18 - Visualização da área com detalhe dos dados de ETrF - outubro de 2016....	62
Figura 19 - Consumo de água (Evapotranspiração real) - março de 2016.....	63
Figura 20 - Consumos de água (Evapotranspiração real) - outubro de 2016.....	64
Figura 21 - Evapotranspiração real anual no ano de 2016.....	65
Figura 22 - Evapotranspiração real anual no ano de 2016 nas áreas empresariais irrigadas.....	66
Figura 23 - Área empresarial de bananicultura irrigada.....	68
Figura 24 – Água virtual exportada no ano de 2016 nas áreas empresariais com banana irrigadas.....	69
Figura 25 - Fluxo de Água Virtual exportada a partir do Vale do Cariri.....	71

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Volume de água exportada através da produção de banana de um único produtor.....	46
Quadro 2 - Prioridades para os fruticultores das Áreas Irrigadas da Região do Cariri.	48
Quadro 3 - Proposta dos fruticultores das Áreas Irrigadas da Região do Cariri.....	49
Quadro 4 - Volume de exportação de Água Virtual do Vale do Cariri através da banana em 2016 (metros cúbicos).....	70
Quadro 5 - Relação entre vegetação e água.....	74
Quadro 6 - Estratégias para convidar e manter a água no sistema.....	74
Tabela 1 - Rendimento e produção de açúcar por safra – UMCF.....	25
Tabela 2 - Área cultivada de cana de açúcar e banana (hectares) na região do Cariri de 1991 – 2014.....	28
Tabela 3 - Produção cana de açúcar (toneladas) na região Cariri de 1994 – 1998.....	30
Tabela 4 - Reserva reguladora do aquífero para Barbalha e Missão Velha.....	42
Tabela 5 - Volume de água outorgado para irrigação.....	43
Tabela 6 - Áreas empresariais irrigadas em Barbalha e Missão Velha (hectares).....	60
Tabela 7 - Demanda de consumo nas áreas empresariais irrigadas.....	67
Tabela 8 - Demanda de consumo nas áreas empresariais irrigadas em pleno estágio de desenvolvimento.....	67
Tabela 9 - Déficit do consumo nas áreas empresariais irrigadas em relação a recarga efetiva anual do aquífero (milímetros) .....	67
Tabela 10 - Volume de água consumido de forma ilegal nas áreas irrigadas dos municípios de Barbalha e Missão Velha (metros cúbicos).....	70

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADECE	Agência de Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará
ANA	Agência Nacional das Águas
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CAC	Cinturão das Águas do Ceará
CEASA	Companhia Estadual de Abastecimento
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
cm	centímetro
CSBH	Comitê da Sub - Bacia Hidrográfica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ET	Evapotranspiração
ETo	Evapotranspiração de referência
ETr	Evapotranspiração real
FAEC	Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FLONA	Floresta Nacional
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
ha	hectare
IAA	Instituto de Açúcar e do Alcool
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPB	Instituto de Permacultura da Bahia
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado Ceará
Kc	coeficiente de cultura
kg	quilograma
L	litro

METRIC Mappin Evapotranspiration at high Resolution with Internalized Calibration

mm milímetro

m<sup>3</sup> metro cúbico

ONU Organizações das Nações Unidas

Ref ET Reference Evapotranspiration Calculator

RMC Região Metropolitana do Cariri

SRH Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará

ton tonelada

UFCA Universidade Federal do Cariri

UMCF Usina Manoel Costa Filho

USGS United States Geological Survey

VAV Valor de Água Virtual

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.1.1 Objetivo Geral .....	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
1.1.3 Hipóteses .....	18
2 BEBENDO NA FONTE DO MANANCIAL DE SABEDORIA.....	19
2.1 Uma breve historiografia da agricultura comercial no Vale do Cariri.....	21
2.1.1 Cana de açúcar - Dos engenhos de rapadura ao sistema agroindustrial.....	21
2.1.2 “O mangará aflorou” - Bananicultura e o reordenamento do espaço agrícola. ....	29
2.2 O descaminho das águas e o paradoxo da bananicultura empresarial irrigada no Vale do Cariri ....	35
2.2.1 As águas do Vale do Cariri.....	35
2.2.2 Água Virtual .....	43
2.3 A moderna bananicultura empresarial irrigada e a transposição de água às avessas .....	45
3 METODOLOGIA .....	51
3.1 O local da pesquisa.....	51
3.2 Revisão bibliográfica.....	52
3.3 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.....	53
3.3.1 Calculando a extensão e a evapotranspiração nas áreas empresariais irrigadas por meio de imagens de satélite.....	53
3.4 Calculando a Água Virtual .....	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1 O quantitativo de áreas empresariais com bananicultura irrigada .....	57
4.2 O quantitativo de consumo de água nas áreas empresariais com bananicultura irrigada.....	60
4.3 O volume de Água Virtual exportado.....	68
4.4 A Ética da Permacultura como indutora de uma Nova Cultura da Água.....	72
4.4.1 Cultivando a Água: os caminhos propostos pela Permacultura .....	74
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	77
5.1 Recomendações .....	78
REFERÊNCIAS .....	79

## 1 INTRODUÇÃO

O modelo de urbanização adotado na contemporaneidade tem promovido grandes adensamentos populacionais, segundo o relatório *Perspectivas da Urbanização Mundial* da Organização das Nações Unidas - ONU (2014), 52% da população mundial vive em zonas urbanas. Este modelo de assentamento humano é insustentável do ponto de vista da segurança alimentar, já que é priorizado o uso não agrícola da terra, fazendo-se necessário a importação diária de grande quantidade de alimento.

Para a maior parte da população consumidora, a cadeia produtiva dos alimentos é um processo invisível, tal invisibilidade faz com que problemas que resultam da agricultura sejam ocultados, dentre os quais estão impactos ambientais e a insegurança hídrica da região fornecedora.

Uma das problemáticas geradas pela demanda de consumo das zonas urbanas, é que são cultivadas algumas variedades agrícolas que para serem produzidas são altamente exigentes em água. Exportação de Água Virtual é um termo aplicado ao volume oculto de água contido em um produto que tem como destino um mercado consumidor fora de sua zona de origem.

Em regiões com déficit hídrico, conhecer o volume em Água Virtual de um produto pode ser útil para determinar o melhor uso dos recursos hídricos disponíveis. Isso se torna mais relevante se os recursos hídricos da região exportadora não forem abundantes, devem-se levar em conta os custos e benefícios obtidos, assim como a água utilizada na produção e calcular se foi realmente lucrativa dada à escassez de água.

Uma análise reflexiva semelhante é a que sugere o caso da bananicultura empresarial irrigada no Vale do Cariri. O vale localiza-se ao norte da Chapada do Araripe e tem um clima Semiárido Brando. No entanto, tem em subsolo um expressivo aquífero, cuja exploração levou a plantação de banana a se tornar a principal atividade econômica agrícola. A produção é destinada ao abastecimento de várias capitais do Nordeste e de outras regiões do país.

Isso parece inadmissível, uma vez que, segundo o Governo do Estado do Ceará, o Vale do Cariri é uma das regiões que já enfrenta estresse hídrico. O município de Missão Velha, maior produtor de banana da região, foi declarado em estado de calamidade por conta da estiagem pelos consecutivos anos de 2012 a 2018. (CEARA, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018)

Contra-pondo-se a essa situação, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012; 2017) para o município, traz um aumento de 435 ha em 2012 para 1725 ha em 2017 da área colhida com banana, elevando em 400% a área de uma cultura com alta exigência de água. Enquanto isso, as populações rurais e os núcleos urbanos adjacentes contam com precários sistemas de abastecimento.

Surge daí alguns questionamentos: faz sentido produzir tamanha quantidade de banana, se na sua produção for utilizada mais água do que a extraída do território de maneira sustentável? Quais os benefícios sociais, ambientais e econômicos, que a região realmente tem a depender da exportação dos seus recursos hídricos através da Água Virtual?

A administração pública tem procurado por décadas resolver problemas de convivência (outrora combate) à estiagem, tendo recorrido à execução de projetos de transposição de bacias hidrográficas, não tão próximas como a do Rio São Francisco, onde se supõe que a água esteja em níveis de abundância. Essa abundância é contestada por Ab’Sáber (2006, p.8), quando diz que *“a maior necessidade de águas para além-Araripe coincidiria com a estação seca dos meados do ano em que o Rio São Francisco permanecia com menor volume de água”*.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou fornecer elementos para um efetivo estabelecimento de uma nova cultura da água, pautada em uma gestão ambientalmente responsável, socialmente justa e economicamente viável. E é nessa circunstância que se apresenta esse trabalho, inserido no processo de análise da sustentabilidade hídrica da bananicultura empresarial irrigada no Vale do Cariri.

O trabalho está assim organizado: de início é traçada uma panorâmica historiográfica acerca do processo de desenvolvimento da agricultura comercial na região, em especial a cana de açúcar e a banana. Em seguida é feita uma abordagem em torno dos sistemas hidrológicos da Bioregião da Chapada do Araripe e do conceito de Água Virtual e Pegada Hídrica. No segundo capítulo, são expostos os caminhos percorridos durante o processo de pesquisa, evidenciando os processos metodológicos. O terceiro é dedicado à tessitura de reflexões de como regiões semiáridas poderiam economizar seus escassos recursos hídricos, se o setor agrícola não recorresse à produção de alimentos para exportação. Por fim, no quarto capítulo são tratadas questões acerca de uma mudança de paradigma que promova uma ética de cuidado da água, alicerçada em valores afetivos, ambientais, sociais e econômicos.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar a sustentabilidade hídrica da bananicultura empresarial irrigada no Vale do Cariri a partir da problematização da exportação de Água Virtual.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analisar a mudança do perfil da agricultura comercial para a empresarial no Vale do Cariri.
- Mensurar a Água Virtual embutida na cadeia produtiva da bananicultura empresarial irrigada nos municípios de Barbalha e Missão Velha.
- Identificar os limites espaciais do desenvolvimento da bananicultura empresarial irrigada nos municípios de Barbalha e Missão Velha por meio da geração de mapas temáticos.

### **1.1.3 Hipóteses**

A mudança no perfil agropecuário no cariri, nas últimas décadas tem tido um impacto no uso dos recursos naturais, principalmente no uso de água.

Com uso de irrigação e a mudança do cultivo da cana de açúcar para da banana houve um acréscimo de área e colocando uma pressão na demanda por água.

Com o uso de sensoriamento remoto e um banco de imagens de satélite multiespectrais é possível quantificar as áreas e a mudança do perfil agropecuário no Vale do Cariri.

Com o uso de sensoriamento remoto de imagens multiespectrais e de um banco de dados meteorológicos, fazendo uso de balanço de energia, é possível quantificar a demanda de água na bananicultura empresarial irrigada no Vale do Cariri.

## 2 BEBENDO NA FONTE DO MANANCIAL DE SABEDORIA

O Estado do Ceará está inserido na região semiárida brasileira, suas características climáticas induzem a constantes períodos de seca, com água natural disponível abaixo da média, devido, sobretudo, às altas taxas de evaporação e baixas taxas de precipitação (FUNCEME, 2012).

Essa realidade condiciona a economia, especialmente o setor da agricultura, que depende diretamente dos recursos hídricos, atingindo gravemente os agricultores familiares e comunidades tradicionais, que perdem o seu principal meio de manutenção de suas práticas culturais ancestralmente constituídas.

Em 2018 a Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará – SRH, organizou, sistematizou e divulgou a publicação intitulada *Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará*. Desde então, esta tem servido para subsidiar a realização de estudos e pesquisas sobre a realidade, bem como as perspectivas, acerca do gerenciamento dos recursos hídricos na região, sobretudo ao que concerne ao setor agrícola, nosso tema de interesse direto. Em síntese, esse documento traz análises, considerações e dentre outras, as seguintes conclusões:

Adicionalmente à falta de água, outros problemas são identificados no setor, afetando a sua produtividade e, por vezes, trazendo consequências negativas à qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Destacam-se na agricultura, o desperdício de água com métodos ineficientes de irrigação, o uso indiscriminado e inapropriado de agrotóxicos e o manejo inadequado do solo (...) (SRH, 2018, P.153)

O documento reforça que, para além da indisponibilidade, os usuários ainda sim fazem usos que comprometem a integridade do recurso, assim como a disponibilidade do mesmo, principalmente por meio de métodos pouco eficientes de irrigação, uma vez que esta atividade é responsável por 62% do uso de água bruta no Ceará, um consumo um pouco menor do que a média nacional que é 72%, como se vê na Figura 1.

**Figura 1** – Média de consumo de água no Ceará e no Brasil

Fonte: ANA apud JORNAL O POVO, 2015.

Na Figura 1, fica claro que a irrigação tem parcela bastante significativa na problemática que concerne à gestão sustentável dos recursos hídricos, isso tem se apresentado como motivo de preocupação por parte da administração pública, em especial da SRH, conforme abaixo:

Como forma de minimizar esses problemas, além de ampliar a segurança hídrica e a eficiência no consumo da água, é preciso definir um modelo de desenvolvimento para o setor rural, considerando, em especial, na agricultura, a diversificação de fontes hídricas, como reuso e captação da água da chuva, escolhas de culturas temporárias e de uso menos intensivo de água, com adoção de tecnologias voltadas para o Semiárido. (SRH, 2018, 153.)

Paradoxalmente ao contrário do que sugere o referido plano, o setor agrícola do Vale do Cariri vem se consolidando como um polo empresarial produtor de banana, que é uma cultura não temporária, mas que necessita de irrigação intensiva para se tornar um cultivo comercialmente produtivo.

O modelo pelo qual a bananicultura empresarial irrigada vem se desenvolvendo no Vale do Cariri objetiva principalmente o mercado consumidor

externo, localizado nas grandes capitais do país, uma vez que apenas uma parte é voltada ao mercado regional, sendo distribuída através das Centrais de Abastecimento do Ceará S/A – CEASA unidade Cariri, localizada no município de Barbalha. Por outro lado, a demanda interna de água na Região Metropolitana do Cariri - RMC aumenta continuamente devido ao crescimento populacional.

Contudo, se torna imprescindível a realização de estudos com a função de gerar dados consistentes e robustos, assim como o estabelecimento de indicadores, visando uma responsável alocação da água no setor agrícola. Uma vez que a referida produção não se dedica ao consumo regional, é oportuno avaliar acerca da exportação de Água Virtual por meio da banana aqui produzida no intuito de aferir se é ou não sustentável do ponto de vista hídrico esse sistema produtivo.

## **2.1 Uma breve historiografia da agricultura comercial no Vale do Cariri**

O objetivo aqui não é apresentar uma história incontestável e definitiva sobre a agricultura comercial caririense, constituindo-se apenas de um rápido panorama que inclui momentos chave acerca dos processos de desenvolvimento das duas culturas comerciais mais expressivas na região, a outrora pujante e opulenta cultura da cana de açúcar e a atual bananicultura empresarial irrigada.

### **2.1.1 Cana de açúcar - Dos engenhos de rapadura ao sistema agroindustrial**

O historiador Figueiredo Filho (1958) coloca que os grupos indígenas que ocupavam o Vale do Cariri eram detentores de conhecimentos agrícolas, bem como de sofisticado sistema de beneficiamento, através, das até hoje bastante populares, Casas de Farinha, por meio simples, porém complexo sistema de processamento de mandioca (*Manihot esculenta*), sendo os povos originários certamente os primeiros agricultores destas paragens.

A primeira cultura que existiu no Cariri só poderia ser a da mandioca, nativa da região e já com o seu processo primitivo do aborígine da desmancha da farinha. Os capuchinhos, que foram os dirigentes espirituais da Missão Miranda que deu origem ao Crato, agruparam os índios em torno da primeira capela, mas, à sombra de uma casa de farinha, indústria tosca herdada do silvícola e que bem demonstrava a sua capacidade de inteligência criadora. (FGUEIREDO FILHO, 1958, p.9)

As mesmas características geo-ambientais da região que propiciaram a agricultura por parte dos povos indígenas também proporcionaram um terreno fértil para que o Vale do Cariri fosse anexado ao processo de colonização, através dos ciclos econômicos da cana de açúcar e do gado.

Segundo Soares (1968) a região do Vale do Cariri provavelmente foi colonizada no início do século XVIII por exploradores da Bahia, Pernambuco e Sergipe, que adentravam nos sertões ao norte do rio São Francisco, com a finalidade de criar gado bovino para abastecimento da zona canavieira instalada próxima ao litoral. De acordo com o autor:

A conquista do Cariri sob o ponto de vista econômico, foi consequência da expansão da pecuária no nordeste brasileiro. Os boiadeiros ligados a dinastia Garcia D'Ávila, partindo da Bahia, Sergipe e Pernambuco, penetraram pelos sertões, levando consigo o gado e a cana de açúcar. [...] Os homens da Civilização do Couro alcançaram o Cariri e ali, introduziram o gado bovino, a cana de açúcar e os engenhos de rapadura. (SOARES, 1968, p. 23)

No entanto, como visto acima, a intenção inicial de estabelecer uma economia pecuarista na região logo foi substituída por uma economia canavieira devido ao solo fértil e abundância de água. Isso é reafirmado conforme vemos em Farias Filho (2007, p.33): *“A partir de 1750 começam a surgir os primeiros engenhos nas faixas irrigadas do vale. Assim, o Cariri evoluiu da pecuária para a agricultura, que, posteriormente, torna-se a base da economia local.”*

Quanto à data precisa do início das atividades com a cana de açúcar e seus derivados há divergências, uma vez que Gaspar (2009, n.p.) diz que *“No Brasil, os engenhos de rapadura existem desde o século XVII, ou talvez antes. Há registro da fabricação de rapadura, em 1633, na região do Cariri, Ceará.”* Para tanto não encontramos outros registros que se somem a este.

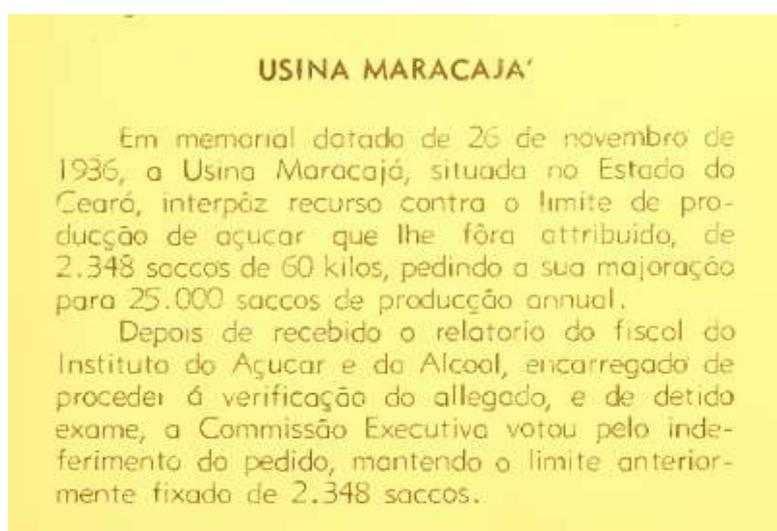
Não existem registros oficiais do início das atividades agrícolas canavieiras no Vale do Cariri. De acordo com o notório historiador José de Figueiredo Filho em seu livro *Engenhos de Rapadura do Cariri* (1958, p. 10) publicado pelo Ministério da Agricultura. *“Não temos, portanto, dados exatos de onde nos chegaram às sementes que deram origem aos extensos canaviais dos brejos e pés de serra do Cariri.”* O autor ainda registra que o ano de 1908 foi um marco na industrialização canavieira na região, com a introdução da primeira moenda metálica, conforme vê-se abaixo.

O Capitão Antônio de Melo bateu audaciosamente o primeiro marco duma revolução na economia da indústria canavieira do Crato. Cingiu-se com o rampo de louco, de pioneiro. Encarnou uma transição. Inaugurou uma época e preconizou o acaso de outra. Iniciou um ciclo de ferro e apontou o começo do fim dum ciclo de madeira. Comprou em Pernambuco, e trouxe a fôlego de bois, um grande engenho de ferro, que instalou em seu sítio, o primeiro engenho de metal que os céus do município do Crato viram. (FIGUEIREDO FILHO, 1958, P. 14.)

Contudo, o processo de agroindustrialização da cana de açúcar na região não se deu de forma linear, a dinâmica local seguiu ritmo próprio, sendo este processo bastante oscilante. Somente em 1932 o Vale do Cariri, passou ao patamar agroindustrial quando da implantação de uma usina de açúcar, segundo Andrade (1994, p.117) *“Possuía também uma única usina, situada no município do Crato, que funcionou precariamente de 1932 a 1936 por falta de capital de giro e dificuldade com fornecedores”*.

No entanto, há controvérsias acerca do real fechamento da usina no ano de 1936, uma vez que consta em nota (ver Figura 2) publicada pelo Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA em seu boletim semestral *Brasil Açucareiro* no ano de 1937, o nome Usina Maracajá, nomenclatura a qual foi batizado o empreendimento. No registro é publicada uma resposta ao pleito protocolado pela referida usina, tal descrição nos leva a entender que a época da publicação a usina estava em plena produção, ou melhor, em franca expansão.

**Figura 2** – Nota referente à Usina Maracajá.



Fonte: IAA, 1937.

O registro da Figura 2 sugere que houvera um restabelecimento da referida usina, uma vez que esta pleiteava uma concessão de aumento no seu limite de produção, junto ao Governo Federal. Percebe-se que a cota pleiteada representava um aumento bastante significativo, superior a 1000% em relação a anterior, o que nos leva a crer que estava em curso uma recuperação bastante significativa do empreendimento. No entanto para fins de aferição, não encontramos registros que pudessem coadunar que de fato a usina estava realmente em operação no período.

Ainda na década de 30, o Vale do Cariri é alvo de novas especulações em torno da industrialização da nobre gramínea, desta vez os objetivos eram voltados para a implantação de uma destilaria de álcool combustível, uma vez que o país passara a adotar a política de incorporação de etanol como matriz energética.

Em entrevista dada ao Jornal do Brasil, edição de 20/08/1937, o então presidente da autarquia federal IAA, Leonardo Trunda, põe o Vale do Cariri como prioridade para receber a que seria a terceira Destilaria Central, uma vez que já se encontravam em processos de implantação uma no Rio de Janeiro e outra no Pernambuco. Na fala do executivo é explanada de maneira bastante contundente, a condição estratégica que o Vale do Cariri representa, justificando o empreendimento, como se vê abaixo.

(...) está em estudo o estabelecimento de outras Distillarias para alcool, no paiz. Entre estas, cujas sedes já se conhecem, é de lembrar uma, a mais, que não passa despercebida, aliás, á maior visão (...) É, no valle do Cariri, no Estado do Ceará, sobre cuja justificação é de fazer as sinteses subsequente.  
 (...) Não é uma zona secca, como lembro o Estado do Ceará, cujo nome é um futuro eterno até, como alimentação. . . É cortada de "olhos dagua". Sua posição geográfica fez que seja empório dos sertões, na junção dos Estados, como Piaui, mandando gado, paro o Cariri, e este géneros diversos, para o Piaui, (...) (GUEDES, 1937, P. 166 e 167)

Entretanto, em meio a demasiados argumentos de caráter estratégico, e a tamanha justificativa da imprescindibilidade da implantação de tal equipamento, não foram encontradas evidências de que a empreitada venha a ter sido concretizada.

Assim, a região passaria os próximos quarenta anos aspirando outra iniciativa do gênero, já que parecia ser obvio que uma zona outrora ocupada por engenhos, sendo isso parte do imaginário coletivo de um ideal de desenvolvimento regional. Somente em 1976 é inaugurada no município de Barbalha a Usina Manoel Costa Filho - UMCF, em

estudos realizados pelo Banco do Nordeste do Brasil – BNB (2001) vê-se como foi seu contexto de implantação.

Diante desse contexto, as autoridades locais solicitaram ao Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) a elaboração de um estudo de implantação de uma usina no Cariri. O estudo realizado pelo IAA indicou a região com grande potencial para o empreendimento. Assim, em junho de 1976, o grupo empresarial Fernando de Albuquerque Maranhão implantou, em Barbalha, a usina Manoel Costa Filho, com uma proposta inicial de produzir 30.000 toneladas de açúcar (600.000 sacas de 50kg) por safra. (BNB, 2001, P.69)

Ainda na mesma pesquisa realizada pela instituição financeira vê-se a trajetória de produção do empreendimento, aonde a usina chegou ao seu ápice na safra 86/87(ver Tabela 1), chegando a produzir uma safra recorde de mais de 30 mil toneladas de açúcar BNB (2001, p.70), superando a capacidade prevista quando da sua implantação.

**Tabela 1 – Rendimento e produção de açúcar por safra - UMCF**

Safra	Rendimento industrial Quilos de açúcar p/ tonelada de cana	Produção de açúcar p/ safra Saco 50 kg
76 - 77	103,80	168.852
77 - 78	98,79	350.585
78 - 79	104,52	502.920
79 - 80	117,71	473.070
80 - 81	119,68	403.720
81 - 82	116,59	360.530
82 - 83	117,73	446.440
83 - 84	111,87	399.190
84 - 85	106,27	436.350
85 - 86	111,36	506.786
86 - 87	113,96	565.290
87 - 88	116,15	649.010
88 - 89	114,33	452.600
89 - 90	106,05	424.108
90 - 91	108,75	491.750
91 - 92	115,64	448.063
92 - 93	108,20	287.202
93 - 94	102,19	226.680
94 - 95	101,43	299.676
95 - 96	109,86	458.040
96 - 97	122,52	400.859
97 - 98	104,26	375.325

Fonte: UMCF apud BNB, 2001.

A Tabela 1 aponta ainda que após a safra recorde de 87/88 a usina é a acometida de uma queda gradativa em sua produção.

De acordo Sá (2007, p 285), o complexo industrial teve suas atividades paralisadas no ano de 2003, segundo a pesquisadora, a falência do empreendimento foi motivada, sobretudo pela instabilidade do fornecimento da matéria prima, já que dependia majoritariamente da produção de terceiros, uma vez que as terras de propriedade da usina só forneciam 15% da sua capacidade de moagem.

Com seu fechamento, a UMCF deixou um legado bastante negativo e toda uma cadeia produtiva secular desarticulada, bem como problemas socioambientais. Assim o Vale do Cariri se deparou com o triste fim já conhecido por outras regiões canavieiras, onde a usina substituiu os tradicionais engenhos como bem afirma Andrade (1994).

(...) aumentando a poluição dos solos e das águas, não só pelo o uso dos agrotóxicos como também pelo lançamento do vinhoto – e das águas servidas – nos cursos d’água. O Cariri passou, assim, a conhecer os problemas que atingiam outras áreas açucareiras do Brasil quando passavam da indústria manufatureira do bangüês para a indústria moderna das usinas e destilarias. (ANDRADE, 1994, P.119)

Ainda assim, o ideal de uma usina de açúcar enquanto indutora do desenvolvimento regional paira sobre o cenário dos nostálgicos verdes canaviais, fruto disso é que em 2013 o Governo do Estado do Ceará, por meio da Agência de Desenvolvimento Econômico do Ceará - ADECE arrematou em leilão por R\$ 16.246.000,00 (dezesesseis milhões, duzentos e quarenta e seis mil reais) as instalações e o respectivo terreno da UMCF.

Tal medida objetivava a recuperação e crescimento do setor canavieiro do Vale do Cariri, elevando os seus resultados socioeconômicos, no entanto, passado um quinquênio de sua aquisição, não há em curso nenhuma medida efetiva para o restabelecimento de suas atividades.

De acordo com matéria publicada na edição de 9 de junho de 2018 do Jornal Diário do Nordeste, atualmente não passam literalmente de meia dúzia os remanescentes das centenas de engenhos que dinamização a região.

Em Barbalha, apenas cinco engenhos se mantêm com a produção de cana-de-açúcar. Destes, dois fabricam somente rapadura e, os outros três, além do doce, fazem cachaça, batida e alfenim. Todos trabalhando por encomenda. Na Usina Manoel Costa Filho, a paisagem foi ocupada por bananeiras há

quatro anos. Já no Crato, só existe um funcionando, mas como destilaria, produzindo apenas aguardente. (RODRIGUES, 2018, N.P)

A mesma reportagem além de expor a derrocada da indústria canavieira, também registra de maneira singela, porém bastante simbólica que, a banana vem literalmente ganhando o espaço agrícola da cana de açúcar. Fato é que, de maneira um tanto quanto paradoxal, o cultivo da primeira avançou (ver Figura 3) para a área do entorno da usina exatamente no período em que o equipamento foi estatizado.

**Figura 3** – Bananal na Usina Manoel Costa Filho.



Fonte: SERENA MORAIS, 2017.

A Figura 3 é bem simbólica uma vez que evidencia a ressignificação de um espaço tido como marco de referência da outrora pujante e opulenta economia canavieira, agora dando espaço a emergente bananicultura comercial.

Abaixo na Tabela 2 vê-se a área (expressa em hectare) cultivada com cana de açúcar e banana no período de 1991 a 2014, para a região que compreende a Bacia Sedimentar do Araripe<sup>3</sup>. Por meio da Tabela 2 é perceptível uma acentuada queda na lavoura de cana de açúcar, em detrimento do aumento na lavoura de banana, ficando evidente a inversão no perfil agrícola da região em estudo durante este período.

---

<sup>3</sup> A Bacia Sedimentar do Araripe compreende os seguintes municípios: Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Juazeiro do Norte, Mauriti, Milagres, Missão Velha e Porteiras.

**Tabela 2** - Área cultivada de cana de açúcar e banana (hectares) na região do Cariri de 1991 – 2014

Culturas	Anos																							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Cana de açúcar</b>	<b>10.592</b>	<b>8.897</b>	<b>9.117</b>	<b>9.117</b>	<b>8.992</b>	<b>7.564</b>	<b>7.570</b>	<b>8.227</b>	<b>8.107</b>	<b>6.870</b>	<b>6.070</b>	<b>5.860</b>	<b>5.780</b>	<b>5.495</b>	<b>5.241</b>	<b>4.741</b>	<b>3.843</b>	<b>3.918</b>	<b>4.189</b>	<b>4.339</b>	<b>2.673</b>	<b>2.121</b>	<b>1.973</b>	<b>1.350</b>
<b>Banana</b>	<b>671</b>	<b>891</b>	<b>963</b>	<b>890</b>	<b>1.010</b>	<b>1.392</b>	<b>1.402</b>	<b>1.326</b>	<b>1.305</b>	<b>1.377</b>	<b>1.666</b>	<b>1.711</b>	<b>1.785</b>	<b>1.785</b>	<b>1.807</b>	<b>1.851</b>	<b>2.000</b>	<b>2.008</b>	<b>2.073</b>	<b>2.078</b>	<b>2.108</b>	<b>2.262</b>	<b>2.302</b>	<b>2.268</b>

Fonte: IBGE apud COGERH, 2017.

### 2.1.2 “O mangará aflorou” - Bananicultura e o reordenamento do espaço agrícola.

Um ano após a ocorrência do ato tido como equívoco<sup>4</sup> por parte do Governo do Estado do Ceará quando da aquisição da Usina Manoel Costa Filho, a revista eletrônica Nova Cana, especializada no setor canavieiro, fez uma matéria com caráter de denúncia. A reportagem sob o título de *Um ano após leilão de usina cearense, só crescem pés de bananas*, expunha com certa decepção o que passara no Vale do Cariri.

(...) um ano da compra da Usina Manoel Costa Filha, na cidade de Barbalha (CE), pelo governo estadual, no dia 7 de junho, nada funciona na maior unidade industrial sucroalcooleira do Estado. A única atividade vista no local é uma plantação de banana no entorno da usina, ao invés de cana-de-açúcar, que é a matéria-prima do açúcar e do etanol. (NOVA CANA, 2014, N.P.)

A reportagem evidenciou uma efetiva perda de terreno da cana de açúcar para a banana, sobretudo na área agrícola atrelada a usina, como se vê na Figura 4.

**Figura 4** - Cultivo de banana no território da Usina Manoel Costa Filho



Fonte: NOVA CANA, 2014.

Passados alguns anos, é publicado outro registro na imprensa, agora sob o título de *Cultura do açúcar é substituída pela banana em Barbalha* (Rodrigues, 2017) esta chama atenção para o fato da cultura agrícola da banana está logrando êxito na região que até bem pouco tempo era densamente ocupada por verdes canaviais.

<sup>4</sup> Durante pronunciamento na Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, no dia 14 de junho de 2018 o Deputado Estadual Heitor Ferrer, a disse que “a Assembleia cometeu um equívoco ao aprovar, na legislatura passada, a compra da usina, acreditando no discurso do então governador Cid Gomes de que haveria recuperação da área em que ela está localizada e que seriam gerados empregos”. (Jornal O Estado, 14/06/2018).

Para tanto, se faz necessário deixar claro que o atual status galgado pela bananicultura comercial irrigada na região, é resultante de um processo de modernização do cultivo que vem se estabelecendo no Cariri nas últimas décadas, especificamente nos municípios de Barbalha e Missão Velha.

O que se apresenta hoje na região é a cultura plenamente consolidada, ocupando intensivamente áreas antes destinadas a cana de açúcar, tudo isso claramente gerado a partir da bancarrota da agroindústria canavieira. Na Tabela 3 constata-se que os municípios de Barbalha e Missão Velha no período de funcionamento da UMCF eram os maiores produtores de cana de açúcar da região sul cearense, logo, os principais fornecedores da matéria prima da usina.

**Tabela 3** - Produção cana de açúcar (toneladas) na região Cariri de 1994 - 1998

Municípios	Ano				
	1994	1995	1996	1997	1998
Barbalha	<b>120.000</b>	<b>126.000</b>	<b>126.000</b>	<b>126.000</b>	<b>147.000</b>
Missão Velha	<b>138.600</b>	<b>141.900</b>	<b>148.500</b>	<b>148.500</b>	<b>126.000</b>
Crato	45.000	46.000	30.796	46.000	46.000
Jardim	18.830	19.906	18.000	18.000	18.000
Milagres	16.000	16.800	4.200	16.800	16.800
Barro	37.336	35.500	5.000	15.000	15.000
Santana do Cariri	10.200	10.200	3.546	10.200	10.200
Mauriti	9.360	9.000	1.500	9.000	9.000
Porteiras	14.040	14.352	3.200	8.000	8.000
Aurora	4.110	3.600	4.000	6.680	6.680
Abaiara	11.000	6.300	6.300	6.300	6.200
Brejo Santo	17.500	18.200	5.200	5.200	5.200
Juazeiro do Norte	-----	13.500	4.500	13.500	4.524
Caririaçu	2.000	2.000	2.800	2.800	2.800
Farias Brito	1.920	1.720	983	1.800	1.800
Penaforte	1.260	1.200	1.200	1.200	1.200
Jati	900	936	936	936	900
Nova Olinda	800	900	-----	900	900
Granjeiro	150	240	700	525	525
Altaneira	500	520	330	450	450
Potengi	-----	-----	-----	-----	-----
<b>TOTAL</b>	<b>449.506</b>	<b>469.174</b>	<b>367.691</b>	<b>396.391</b>	<b>427.179</b>

Fonte: UMCF apud BNB, 2001.

Já na Figura 5, extraído de Oliveira (2003 p.20) constata-se no período entre os anos de 1991 a 2001, um significativo progresso na área cultivada com banana nos municípios Barbalha e Missão Velha. A mesma Figura 5 ainda apresenta que, ao final do ano de 2001 a área cultivada nos oito municípios que mais produziam banana na região (Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Juazeiro do Norte, Mauriti, Milagres e Missão Velha) totalizava 1516 (ha).

**Figura 5** – Área (hectares) de banana no Cariri de 1991 a 2001

Municípios	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Abaiara	141	141	16	16	16	10	20	20	20	22	26
Barbalha	100	100	113	100	110	250	250	260	260	260	280
Brejo Santo	75	75	90	90	90	122	122	100	80	80	90
Crato	300	400	440	440	440	392	392	450	450	450	500
Juazeiro do Norte	15	15	15	15	60	10	10	9	10	10	10
Mauriti	33	33	33	33	33	161	161	140	200	200	300
Milagres	16	16	20	20	25	20	20	20	20	40	90
Missão Velha	56	56	56	56	56	147	147	147	165	165	220
<b>Agropolo Cariri</b>	<b>736</b>	<b>836</b>	<b>783</b>	<b>770</b>	<b>830</b>	<b>1112</b>	<b>1122</b>	<b>1146</b>	<b>1205</b>	<b>1227</b>	<b>1516</b>

Fonte: IBGE apud OLIVEIRA, 2003.

O ano de 1996 aparece como um marco para os municípios de Barbalha e Missão Velha, uma vez que, do ano de 1995 para 1996 ambos tiveram aumentos significativos em relação à porção territorial cultivada com bananeira. A primeira saltou de 110 ha para 250 ha, já a segunda de 56 ha para os 147 ha, as duas juntas tiveram um aumento da ordem de aproximadamente 150% em um ano.

Segundo dados fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA acerca da produção nacional de banana no ano de 2017, a região que compreende o município de Missão Velha sozinha detém 1725 ha cultivados com banana, ampliando assim no período de vinte anos (1997 – 2017) em mais de 1000%, atualmente o município se coloca como o 23º no país em quantidade produzida (ver Figura 6).

**Figura 6** – Produção Nacional de banana – 2017


**Mandioca e Fruticultura**  
**Classificação por Produção**

**Tabela - Produção brasileira de banana 2017**

Municípios/Estados	Área colhida (ha)	Quantidade (t)	Rendimento (t/ha)
Bom Jesus da Lapa (BA)	8.500	180.000	21,18
Corupá (SC)	5.322	157.622	29,62
Jaíba (MG)	7.080	154.710	21,85
Luiz Alves (SC)	4.100	127.100	31,00
Cajati (SP)	4.500	126.000	28,00
Sete Barras (SP)	4.200	126.000	30,00
Vicência (PE)	10.000	120.000	12,00
Eldorado (SP)	4.000	100.000	25,00
Jacupiranga (SP)	3.000	90.000	30,00
Novo Repartimento (PA)	6.500	84.500	13,00
Guaratuba (PR)	2.800	70.000	25,00
Wenceslau Guimarães (BA)	3.500	65.000	18,57
Itariri (SP)	3.325	65.000	19,55
Registro (SP)	3.300	62.700	19,00
Massaranduba (SC)	2.082	60.986	29,29
Itanhaém (SP)	2.300	57.500	25,00
Santa Maria da Boa Vista (PE)	2.925	52.650	18,00
Teolândia (BA)	2.240	52.000	23,21
Juquiá (SP)	2.256	51.888	23,00
Jaraguá do Sul (SC)	2.100	51.100	24,33
Touros (RN)	1.000	45.000	45,00
São João do Itaperiú (SC)	1.260	44.100	35,00
Missão Velha (CE)	1.725	42.982	24,92
Medicilândia (PA)	2.820	42.300	15,00
Alfredo Chaves (ES)	3.000	42.000	14,00

Fonte: IBGE apud EMBRAPA, 2018.

De acordo com dados da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará – FAEC (2017), esse aumento está relacionado à política de fomento a profissionalização da bananicultura para fins de exportação, realizada pelo governo estadual por meio da Secretaria de Agricultura Irrigada em meados dos anos noventa. Esse processo foi responsável pela introdução no Ceará de sistemas de cultivo alicerçados na adoção de moderna tecnologia, aplicada em processos como: produção de mudas, irrigação, colheita, armazenagem, logística de distribuição em veículos refrigerados e uso de avião para pulverização de agrotóxico<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Está em vigor desde o dia 09/01/2019 a Lei N.º 18/15, onde é vedada a pulverização aérea de agrotóxicos na agricultura no Estado do Ceará. A referida lei é de autoria do Deputado Estadual Renato Roseno (PSOL) e foi votada em 18 de dezembro de 2018. A mesma esta baseada em pesquisas EMBRAPA, de acordo dados fornecidos pela pesquisa, “*mesmo com diversas condições ideais, como calibração, temperatura e ventos, o método de pulverização implica em reter 32% dos agrotóxicos emitidos nas plantas, enquanto que 49% vão para o solo e 19% são dispersados para áreas fora da região de aplicação*”. Disponível em: <https://www.renatoroseno.com.br/noticias/agrotoxicos-assembleia-legislativa-aprova-projeto-proibe-pulverizacao-aerea-renato-rozeno>

Essa política no Vale do Cariri se materializa no ano de 1996 por meio de investidores que instalaram empresa pautada num moderno modelo de fruticultura (ver Figura 7). O referido ano é justamente quando há uma significativa expansão na área cultivada com banana nos municípios de Barbalha e Missão Velha, como vimos acima na Figura 5.

**Figura 7** – Sistema de bananicultura moderna



Fonte: AUTOR(adaptação), 2019.

Com o intuito de compreender um pouco o que isso representou em mudança na produtividade, comparamos a sistematização de Oliveira (2003 p.20) (ver Figura 8) da produção de banana para os anos de 1991 a 2001 dos municípios Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Juazeiro do Norte, Mauriti, Milagres e Missão Velha. Todos juntos produziram 1691 mil cachos<sup>6</sup>, o que rende aproximadamente de 10 mil toneladas de banana em 1516 ha. Já na Figura 6 vê-se que o município de Missão Velha sozinho produziu mais de 40 mil toneladas em uma área de 1725 ha.

<sup>6</sup> Para a variedade Prata-anã, a mais cultivada em bananais comerciais do estado do Ceará, os cachos pesam de 14 a 16 Kg e possuem 7,6 pencas, em média. Os frutos pesam 110g. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/banana.htm>

**Figura 8** – Produção (mil cachos) de banana no Cariri de 1991 – 2001

Municípios	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 <sup>1</sup>
Abaiara	15	15	14	16	18	11	22	20	22	24	28
Barbalha	96	96	79	120	132	300	280	296	312	312	302
Brejo Santo	75	72	90	90	99	134	130	85	22	88	107
Crato	300	400	440	440	440	282	294	450	450	450	519
Juazeiro do Norte	18	18	17	18	72	12	11	10	12	11	12
Mauriti	33	34	33	30	33	161	169	119	204	210	355
Milagres	16	17	20	18	25	20	19	17	20	44	107
Missão Velha	54	54	56	56	62	160	158	136	179	182	261
<b>Agropolo Cariri</b>	<b>607</b>	<b>706</b>	<b>749</b>	<b>788</b>	<b>881</b>	<b>1080</b>	<b>1083</b>	<b>1133</b>	<b>1221</b>	<b>1321</b>	<b>1691</b>

Fonte: IBGE apud OLIVEIRA, 2003.

Esse crescimento na produtividade está relacionado à adoção de novas tecnologias focadas, sobretudo na sistematização da irrigação, uma vez que é sabido por meio de Coelho et. al (2012, p.143) que “*A produção comercial de banana em regiões com baixas precipitações anuais só é possível quando se faz uso da irrigação.*” Também em estudo efetuado por Bezerra et. al (2017) fica notório que para um expressivo aumento da produtividade da banana em regiões como semiárido brasileiro se torna imprescindível a adoção de sistema de irrigação.

(...) é preciso superar algumas limitações na baixa eficiência na produção, tendo em vista que as localidades onde a bananeira é cultivada, as precipitações são insuficientes para atender às necessidades hídricas, tornando-se necessário o uso de irrigação suplementar, como ocorre no semiárido nordestino. (BEZERRA ET. AL 2017, P.1967)

É incontestável que a água no semiárido brasileiro é a variável mais importante, sendo a disponibilidade desta, uma condição para uma plena e íntegra ocupação do território, e considerando que as extensas áreas atualmente ocupadas pela bananicultura empresarial irrigada no Vale do Cariri consomem significativas quantidades de água e considerando que essa produção é majoritariamente escoada para fora da região, se faz necessário ponderar a (in) sustentabilidade desse sistema de produção agrícola, em face da não abundância do citado recurso.

A segurança hídrica<sup>7</sup> é algo imprescindível para sustentabilidade dos assentamentos humanos, e como suplemento a esta, é que o Vale do Cariri está sendo contemplado com a transposição das águas do Rio São Francisco, por meio do seu prolongamento dentro do estado do Ceará, chamado Cinturão das Águas do Ceará – CAC. Assim, é no mínimo contraditório que uma região exporte um significativo volume de Água Virtual, por meio de uma cultura agrícola altamente exigente em água, quando esta mesma região é constantemente acometida de secas prolongadas.

Evidencia-se assim um dos paradoxos do desenvolvimento da cadeia produtiva da bananicultura empresarial irrigada na região em estudo, uma vez que ocorre uma transposição de água às avessas, por meio da exportação de Água Virtual contida no processo produtivo da banana.

## **2.2 O descaminho das águas e o paradoxo da bananicultura empresarial irrigada no Vale do Cariri**

Adentra-se agora no conceito basilar desse trabalho que é Água Virtual, no entanto, se faz necessário antes compreender um pouco da dinâmica hidrológica do Vale do Cariri.

### **2.2.1 As águas do Vale do Cariri**

*Uma estreita faixa de terreno sertanejo com fontes que nunca secam*  
(Irineu Pinheiro)

Com a singela frase dita acima Pinheiro (1950, p.8) descreve o Vale do Cariri. Tal fenômeno ocorre graças à presença de inúmeras fontes de água perene que brotam da Chapada do Araripe e fazem da região um verdadeiro oásis em meio ao vasto sertão nordestino.

Sob a confluência dos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e do Piauí está a Bacia Sedimentar do Araripe, segundo Corrêa apud Almeida (2010 p.23) esta, é maior entre as bacias sedimentares do interior nordestino, dada a sua extensão, essa tem grande importância hidrológica. Seu relevo é principalmente constituído de duas formações bem definidas, a Chapada do Araripe (ver Figura 9), representando um

---

<sup>7</sup> Segundo a Organização das Nações Unidas - ONU, segurança hídrica é “assegurar o acesso sustentável à água de qualidade, em quantidade adequada à manutenção dos meios de vida, do bem-estar humano e do desenvolvimento socioeconômico; garantir proteção contra a poluição hídrica e desastres relacionados à água; preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política”.

planalto, tendo seu eixo principal com extensão (leste - oeste) de 170-180 km, com largura de 50 -70 km e altitude variando entre 800 e 900 m acima do nível do mar COGERH (2011, n.p.), sua outra formação é a depressão sertaneja, que segue contornando toda a extensão da chapada.

**Figura 9** – Vista aérea do Vale do Cariri



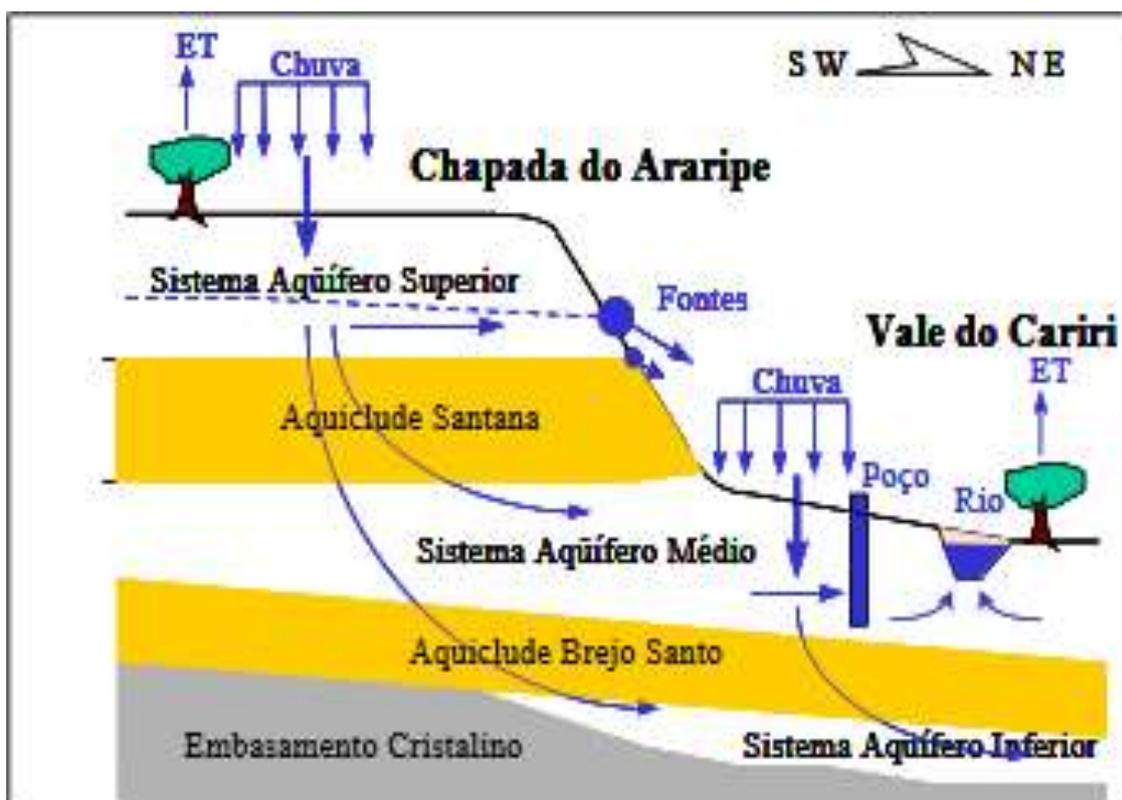
Fonte: PEULVAST apud BASTOS ET. AL, 2016.

A Chapada do Araripe é divisora das águas das bacias hidrográficas dos rios: Jaguaribe, ao Norte, no Estado Ceará; São Francisco, ao Sul, no Estado do Pernambuco e Parnaíba, a Oeste, no Estado do Piauí. A estrutura geológica da chapada tem suave inclinação no sentido sul-norte, fazendo com que a maioria das fontes de água aflorem na encosta norte da chapada (ver Figura 10), formando o Vale do Cariri, sendo esta a zona mais provida de recursos hídricos subterrâneos e superficiais de toda a Bioregião<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup>Bio-região é uma área geográfica usualmente identificada por uma bacia hidrográfica e características comuns como formas terrestres, elevações, vegetação e vida animal.

**Figura 10** - Sistema de Aquíferos da Bacia Sedimentar do Araripe



Fonte: MENDONÇA apud COGERH, 2008.

Toda a rede de drenagem formada pelas águas que escoam e afloram pela encosta norte da Chapada do Araripe, formam a Sub – Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, sendo este o maior tributário do Rio Jaguaribe, para a COGERH (2011), esta é uma zona diferenciada.

O destaque do relevo na paisagem e as condições hidrogeológicas especiais da Chapada do Araripe e do Vale do Cariri englobam uma variedade de condições do solo, da vegetação e do clima, que configuram um arquipélago de zonas úmidas dentro de um contexto semiárido nordestino. (COGERH, 2011, N.P.)

Sendo a zona mais fértil da bacia, naturalmente é a mais desenvolvida do ponto de vista econômico, por sua vez e a que congrega o maior contingente populacional, o que acarreta em uma ampla demanda de água. Por meio de dados da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará – COGERH (2011) pode-se constatar a importância dos recursos hídricos subterrâneos para o Vale do Cariri.

(...) no chamado Vale do Cariri cearense, as águas subterrâneas são responsáveis pelo abastecimento de, aproximadamente, 630.000 pessoas, abrangendo os municípios de: Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Jardim, Juazeiro do Norte, Mauriti, Milagres, Missão Velha e Porteiras. Também são usuários deste bem: indústrias, escolas, hospitais, shoppings, clubes e outros estabelecimentos. Além do uso no meio urbano, há a utilização de água subterrânea nas áreas rurais, uma grande consumidora, por conta das atividades agropecuárias (irrigação e dessedentação de animais). (COGERH, 2011, N.P)

Dado a grande população que se beneficia do nobre recurso, bem como os distintos segmentos produtivos, isso o torna de extremo valor, de modo que a questão do manejo sustentável da água na região é uma tarefa muito cara a toda a sociedade, e há de ser dada a devida importância, sendo fomentadas e promovidas práticas conservacionistas.

Embora sendo o manejo sustentável da água uma preocupação atual, ela não é nova, esta caminhou junto ao desenvolvimento socioeconômico da região. Ainda no século 19, já se chamava a atenção da sociedade para a ingerência que ocorria para como os mananciais da região, sobretudo relacionado ao uso intensivo de irrigação nas atividades agrícolas.

Em Macêdo (1871, p. 79) sob o título de *Observações sobre as secas do Ceará e meios de aumentar o volume das águas nas correntes do Cariri*, a ausência de gestão dos recursos hídricos já é evidenciada.

Até o fim do século passado, sendo a agricultura insignificante, por falta de consumidores, não se sentia a secura das torrentes, no tempo seco; mas com o crescimento da população, a agricultura e com esta irrigação, na orla subararipense, tem multiplicado por tal forma que mesmo a cinco quilômetros de distância das nascentes, alguns arroios deixam de fornecer água precisa ao consumo dos habitantes.

A uns 30 anos, pouco mais ou menos, tive de assistir como advogado, por parte de 70 agricultores (se bem me recordo) cratenses, que reclamavam medidas a respeito da distribuição das águas das correntes do Itaiteira e Grangeiro.

A conciliação foi bem sucedida, porém as providências, pouco radicais e o resultado igual a zero. Já nessa época, um tanto afastada, apareciam motivos desta ordem, que causavam graves preocupações, no espírito dos agricultores do Cariri. Presentemente os negócios de água de rega, devem ser mais críticos e se irão piorando a medida do crescimento da população. O caso é que os fazendeiros, estabelecidos nos férteis terrenos afastados 10 a 12 quilômetros, da base do Araripe, vão abandonando suas lavouras, por falta de água de rega (...) (MACÊDO, 1871, P.79)

O autor é contundente em chamar atenção para o potencial estado de calamidade advindo do progressivo aumento da população, assim como a oferta de serviços e demais atividades produtivas que carecem do uso da água, uma vez que a mesma quantidade disponível há de ser rateada entre todos, passando a gerar as disputas e tensões em torno do recurso. O mesmo autor ainda sugere que a manutenção da floresta existente sobre a Chapada do Araripe tem responsabilidade direta sobre a conservação e manutenção da perenidade das fontes, estando inclusive à região fadada a privação do exercício da agricultura, uma vez que se a floresta não for preservada, as fontes deixariam de jorrar.

Um dos maiores inconvenientes resultantes, para o futuro, dos incêndios das florestas virgens do terreno, na superfície de chuva que constitui a causa primordial da riqueza da chapada, e a privação do infiltramento das águas do Cariri. Este funesto fenômeno já começa aparecer nas vizinhanças das descidas da serra do lado do Jardim, onde se observa que, durante uma bátega, parte das águas deixa de infiltrar-se e corre pela superfície de montanha. A agricultura não oferece probabilidade alguma a este futuro acontecimento, porque o agricultor tem interesse em tornar permeável a superfície da terra. (MACÊDO, 1871, P.83)

Em 1934, o Governo Federal cria o Código Florestal mediante publicação do Decreto 23.793/34. Este baseia-se no princípio hidrológico de que a cobertura florestal amortece e retarda o escoamento superficial das águas, associado ao sistema radicular das árvores que promovem a infiltração e garantem a recarga do aquífero. Na sua redação é estabelecido em seu Art. 4º que “*Serão consideradas florestas protectoras as que, por sua localização, servirem conjunta ou separadamente para qualquer dos fins seguintes: a) conservar o regimen das águas*” (BRASIL, 1934).

Com a instituição desse marco legal, se abre um precedente jurídico para a proteção da floresta que reveste a Chapada do Araripe, e em 1946 é instituída por meio do Decreto-lei nº9.226 a criação da Floresta Nacional do Araripe – FLONA, vale ressaltar que, por conta desta iniciativa o Vale do Cariri se colocou na vanguarda da conservação da natureza, uma vez que a exemplo dessa floresta protetora só havia outra criada no Estado do Rio de Janeiro, como relata Urban (1998).

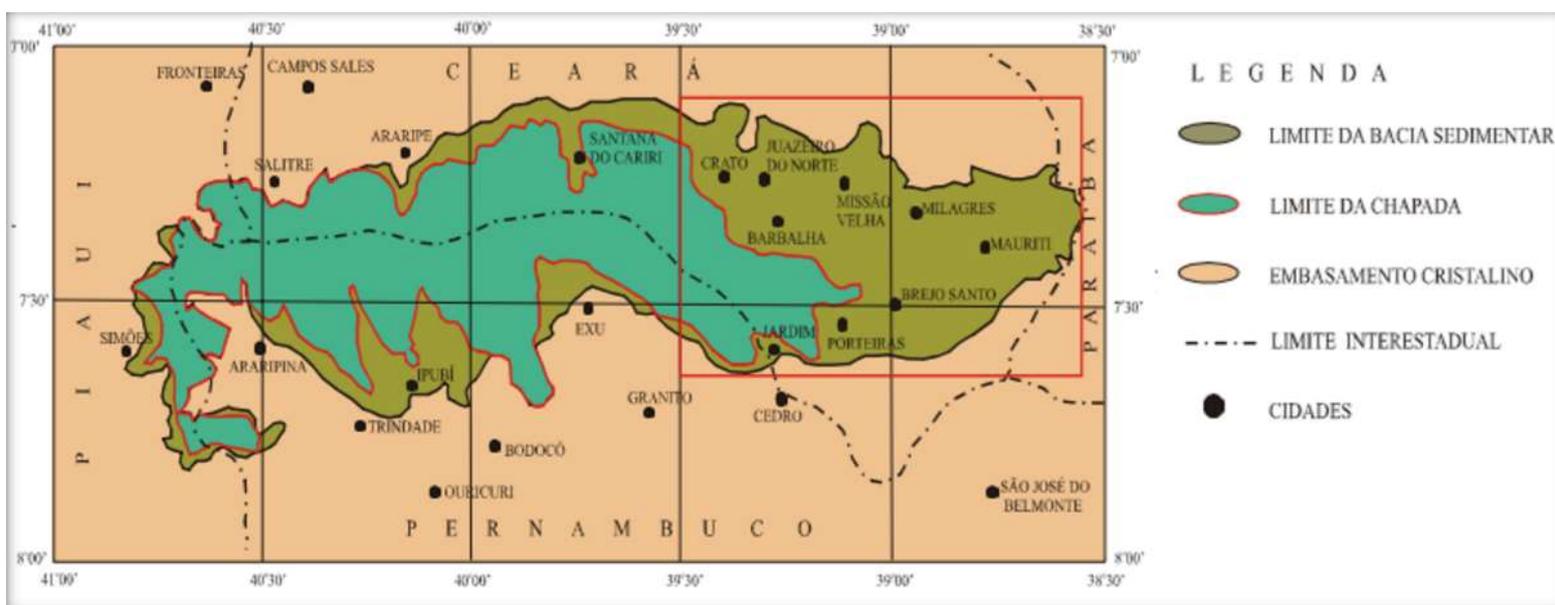
Em 1941, o governo já havia criado Florestas Protetoras da União no Estado do Rio de Janeiro. Eram florestas importantes para garantir o fornecimento de água potável, pois lá havia um problema muito sério de abastecimento, na época. (URBAN, 1998, P 374)

Embora fosse o Vale do Cariri local de pioneira iniciativa, não se pode atribuir a sociedade caririense o pleito, segundo consta no Plano de Manejo da FLONA (2000), tal feito é atribuído ao notório cientista e ambientalista pernambucano J. Vasconcelos Sobrinho<sup>9</sup>, acerca desse processo tem-se o registro abaixo.

Em 31 de janeiro de 1946, foi nomeado Ministro da Agricultura o pernambucano Bacharel em Direito, Manoel Neto Campelo Junior, que ficou no cargo até 14 de outubro do mesmo ano. Campelo Junior acatou sugestão do conterrâneo, Engenheiro Agrônomo João Vasconcelos Sobrinho para criar a Floresta Nacional do Araripe – Apodi. (IBAMA, 2005, P.33)

A constatação de que o pleito para a implantação da FLONA partiu de outras cercanias para além do Vale do Cariri, ratifica a importância da Chapada do Araripe, onde a influência desta transcende o aspecto regional, uma vez que esta localizada bem no centro da região nordestina, na confluência dos Estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí. (ver Figura 11).

**Figura 11** - Localização geográfica da Chapada do Araripe



Fonte: DINIZ, 2013.

<sup>9</sup> João Vasconcelos Sobrinho nasceu no ano de 1908, em Moreno (PE) e faleceu em 1989, no Recife. Pioneiro na área dos estudos ambientais no Brasil é considerado uma das maiores autoridades em ecologia da América Latina. Foi um dos responsáveis pela criação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde introduziu as disciplinas Ecologia Conservacionista (primeira do gênero ministrada no Brasil) e Desertologia, além de ter exercido também o cargo de reitor (1963). Disponível em: [http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=126&Itemid=1](http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=126&Itemid=1)

No entanto mesmo com a criação da reserva florestal em 1946, os anos se passaram e efetivamente não havia sido tomada nenhuma medida efetiva de conservação, como bem explica Aderaldo (1958).

O criminoso processo de abater as árvores gigantescas do alto da serra, para fins particulares, se deve, principalmente, ao fato de que, muito embora pertençam aquelas terras ao Estado, como já ficou dito, este não tem sabido resguardar seu patrimônio nem feito respeitar o interesse da coletividade, resultando, destarte, que os municípios encravados na zona se arroguem o suposto direito de aforar ou arrendar aludidas terras, o que há redundado na concessão de privilégios a ricos e no prejuízo à população em geral, ameaçada de se ver privada de fontes perenes, de grande valor econômico e social. (...)

O bem coletivo é, igualmente, atingido, pois, com a continuação desse estado de coisas, a região do Cariri, hoje rica e irrigada, será fatalmente mais outra zona flagelada pela seca, determinando isto uma série de complexíssimos problemas, o êxodo das populações desassistidas, por exemplo. (ADERALDO, 1958, P. 293)

Vê-se que passado quase um decênio da criação da reserva florestal e mais de um século da denuncia registrada por Macêdo (1871), as práticas irresponsáveis de manejo na floresta, e por sua vez das águas, continuavam pondo em risco a sustentabilidade da região. Aderaldo (1958, p.296) aponta que o fim desse cenário estaria condicionado a efetivação da FLONA por parte da gestão pública “(...) *no Cariri, de par com esse aspecto do problema, visa o Governo Federal garantir, também a economia de tão vasta zona, protegendo suas fontes ainda agora perenes*”.

No entanto as problemáticas em torno da justa alocação dos recursos hídricos no Vale do Cariri continuaram, até que no final da década 90, é fomentada a criação do Comitê da Sub - Bacia Hidrográfica do Salgado – CSBH Salgado. Mas, somente no ano de 2002, mediante o Decreto Estadual N° 26.603/02 foi oficialmente instituído o CSBH Salgado, desde então o comitê vem operando no intuito de estimular a proteção dos recursos hídricos contra ações que possam comprometer o múltiplo uso, atual e futuro, bem como propondo sugestões junto a Política Estadual de Recursos Hídricos.

Esse comitê resultou da articulação de varias instituições regionais as quais realizaram um seminário em dezembro de 1999 com vista a solucionar a problemática dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Salgado. Durante a realização deste evento foram eleitos 50 delegados. (COGERH, 2008, N.P.)

É notório que houve avanços no processo de democratização do acesso e da gestão da água, porém, na contemporaneidade ainda se convive com os mesmos problemas enfrentados no século XIX, sobretudo os advindos da irrigação, já que essa atividade exerce a maior pressão sobre o recurso. Faz-se necessário conhecer as reservas de água subterrânea de modo que haja um bom planejamento alicerçado em dados robustos, para assim a distribuição da água ser pautada em função das prioridades.

### 2.2.1.1 Reservas Reguladoras e Permanentes

As reservas subterrâneas classificadas como reguladoras, consistem nas reservas renováveis de um aquífero que podem ser usadas, estas tem seus estoques recarregados por meio da infiltração, sobretudo da água da chuva. Enquanto que as reservas permanentes estão localizadas na zona saturada do aquífero e seu estoque independe das variações periódicas ou sazonais. No entanto, o uso indiscriminado das águas da reserva reguladora, em quantidades superiores ao limite sugerido, interfere na reserva permanente, que é considerada de uso estratégico.

Segundo dados publicados nos *Estudos das Águas Subterrâneas da Bacia do Araripe* COGERH (2017), podemos ver na Tabela 4 as atuais reservas reguladoras para os municípios da área de estudo.

**Tabela 4** – Reserva reguladora do aquífero para Barbalha e Missão Velha

Município	Área (Km <sup>2</sup> )	Infiltração efetiva a partir da precipitação (mm)	Infiltração efetiva a partir da precipitação (m <sup>3</sup> )	Infiltração a partir das fontes (m <sup>3</sup> )	Infiltração a partir da percolação (m <sup>3</sup> )	Reserva reguladora (m <sup>3</sup> )
Barbalha	154,3	148,4	22.889.802	930.301	77.870	23.897.973
Missão Velha	306,6	115,2	35.337.060	499.097	82.511	35.918.668
<b>TOTAL</b>						<b>59.816.641</b>

Fonte: COGERH, 2017.

De acordo com a Tabela 4 a recarga média anual da reserva reguladora do aquífero para os municípios de Barbalha e Missão Velha e de 155 mm e 117 mm, respectivamente. O mesmo estudo expõe ainda a quantidade de água expressa em m<sup>3</sup>/ano que são outorgados (licenciados) para fins de irrigação nos respectivos municípios, como se vê na Tabela 5.

**Tabela 5** - Volume de água outorgado para irrigação

<b>Município</b>	<b>Outorga (m³/ano)</b>
Barbalha	2.828.266
Missão Velha	2.750.631
<b>TOTAL</b>	<b>5.578.897</b>

Fonte: COGERH, 2017.

Uma vez que o consumo humano de água na Região Metropolitana do Cariri só cresce, e concomitante a isso a região se consolidou como um polo de fruticultura irrigada, tendo a finalidade de atender o mercado externo, entra-se ai num questionamento bastante pertinente. É viável produzir para atender demandas externas de produtos que consomem bastante água e em prol de fins econômicos de uma minoria, em detrimento de prover água de qualidade para uma maioria?

Visando uma melhor compreensão acerca de tal questionamento, se faz necessário uma incursão sobre o conceito de Água Virtual, pois só ai se pode adentrar na seara da exportação virtual de água, já que esse conceito metafórico traduz bem o fenômeno que está em curso no Vale do Cariri por meio da bananicultura empresarial irrigada.

### **2.2.2 Água Virtual**

Historicamente a estrutura econômica dos municípios do Vale do Cariri foi forjada em atividades agrícolas, já que a região detém uma relativa abundância de água em relação às regiões vizinhas. Atualmente a região, em especial os municípios de Barbalha e Missão Velha, ocupam um espaço importante no mercado inter-regional de banana, constando entre os maiores produtores entre os municípios brasileiros, segundo dados da EMBRAPA (2017).

O que em primeira instância pode ser visto como um êxito logrado pelo setor, logo pode ser refletir como um potencial problema, já que é sabido que a cultura da banana é altamente exigente em água, sendo prudente a realização de estudos que indiquem a sustentabilidade desse modelo produtivo, em face de segurança hídrica da população, uma vez que esse negócio vem se desenvolvendo em uma zona semiárida.

Essa emergente cadeia produtiva da moderna bananicultura empresarial irrigada, tem exercido significativa pressão no consumo das reservas de água subterrânea que o Vale do Cariri possui. Essa água é exportada indiretamente através da banana para todas as capitais do Nordeste, e para algumas da região Norte e Sudeste.

Quando uma região exporta um produto também exporta por meio de um fluxo oculto, a água necessária para produzi-lo. No intuito de facilitar o entendimento acerca desse fluxo oculto de água por meio de produtos, alguns pesquisadores se dedicaram a estudá-lo.

Pesquisas com esse fim, primeiramente foram levadas a cabo em Israel na década de 80 pelo economista Gideon Fishelson, seus estudos induziram o governo local a desestimular as consolidadas exportações de produtos agrícolas altamente exigentes em água, tradicionalmente cultivados mediante insustentáveis sistemas de irrigação, a exemplo da citricultura (cultivo de laranja, limão, tangerina e outros do gênero).

À época esse fluxo oculto de água foi nomeado por Fishelson (1994) como Valor Marginal da Água, o autor concluiu *“que ao custo de um contínuo encolhimento do setor agrícola (e nenhuma política econômica real efetiva é livre de custos), quantidades suficientes de água poderiam ser salvas para prover o crescimento da população”* e ainda *“se no curto prazo não forem tomadas medidas ativas de aumentar o suprimento de água de fontes externas ou diminuir a demanda por água, poderemos testemunhar um ano em que o setor agrícola estaria sob risco de extinção”*.

Vemos aí que é imprescindível a avaliação por meio de indicadores o quanto uma cultura agrícola é ou não viável para uma região por quantidade de água que ela necessita.

Na década de 90 o termo Água Virtual foi cunhado pelo geógrafo britânico Tony Allan, este conceitualmente baseado nas pesquisas de Fishelson (1994). No entanto, enquanto a pesquisa do israelense tinha como foco principal a sua aplicação em questões econômicas, a do britânico ficou no âmbito conceitualmente metafórico, não tendo muita repercussão no campo prático da gestão hídrica Allan (2003), antes o mesmo autor havia aplicado o termo Água Embutida, não havendo repercussão alguma.

Já o termo Água Virtual embora tivesse tido repercussão entre especialistas não havia tido aplicação prática, até que 2002, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura – UNESCO realiza uma conferência na cidade holandesa de Delf, tendo como tema central Água Virtual. Na ocasião, o pesquisador da UNESCO, o holandês Arjen Hoekstra, no intuito de decodificar o conceito aproximando-o da sociedade e de dar um caráter operacional ao mesmo, lança a Pegada Hídrica como um indicador no sentido de quantificar o consumo oculto de água contido nos produtos, sobretudo as *comodities* agrícolas. Hoekstra (2003)

De acordo com Velázquez et. al *apud* Sabiá et. al (2015, p. 5), “*embora aparentemente revolucionário, quando aplicado a produtos agrícolas, o volume de água virtual é igual à demanda de água de uma cultura, que tem sido utilizada pelos engenheiros agrônomos há anos*”.

Mesmo sendo uma ferramenta metodológica já consolidada entre a classe agrônômica, como afirmada acima, o conceito que há por traz no seu uso entre estes profissionais é estritamente agrícola, de caráter produtivista com fins económicos, assim, sua aplicação não tem o viés da Pegada Hídrica. Ainda sim, o fato desses profissionais já estarem familiarizados com metodologia semelhante a do seu campo de trabalho, possa ser encarado como ponto positivo dentro de uma perspectiva, de que uma vez sensibilizados para causa do manejo responsável da água, possam facilmente aplicar a Pegada Hídrica como indicador de sustentabilidade nos agrossistemas que manejam.

No entanto, passados 15 anos da adoção por parte da comunidade científica, e ainda segundo estudos conduzidos por Socoloski et. al (2017), mostram que no Brasil, mesmo tendo havido um aumento crescente do uso do indicador em pesquisas, sua aplicação ainda é incipiente.

No caso da região do Vale do Cariri, já ocorrem pesquisas na área, a exemplo da desenvolvida por Sabiá et. al (2015 p.3) que visa analisar a aplicação da Pegada Hídrica como um indicador para empreendedores dos mais diversos setores, quando da tomada de decisão acerca de estratégias de Gestão Ambiental.

### **2.3 A moderna bananicultura empresarial irrigada e a transposição de água às avessas**

*Os rios estão secando ou sendo sugados por sistemas de irrigação, com o Nordeste do Brasil ameaçado a enfrentar o dilema: plantar ou beber...*  
(Marsha Hanzi)

A organização internacional Water Footprint Network quantificou em termos de média global a quantidade de água consumida para produzir os gêneros alimentícios mais consumidos globalmente. Segundo pesquisas da instituição, conduzidas por Mekonnen e Hoeksstra (2010) a média global para se produzir banana é de 790 litros por quilo do produto.

Em entrevista veiculada no dia 26 de novembro de 2018 na Revista Carga Pesada (periódico especializado no setor de transporte), um dos empresários da região estudada diz, “*que produz bananas, que são transportadas para o Sul em frota própria. Na volta, os caminhões levam laranja e maçã, que são distribuídas no Nordeste*”, e segue afirmando “*que produz 800 toneladas de frutas por semana e tem oito centros de distribuição espalhados pelo Nordeste*”.

De posse dos dados acima, pode-se ter um panorama por meio do Quadro 1 da quantidade de Água Virtual que deixa o Vale do Cariri, produzida e transportada por uma única empresa.

**Quadro 1** - Volume de água exportada através da produção de banana de um único produtor

<b>Quantidade de água necessária para produzir 1 quilograma de banana</b>	790 litros
<b>Quantidade de água consumida por tonelada de banana</b>	790.000 mil litros
<b>Quantidade de banana exportada p/ semana</b>	800 toneladas
<b>Quantidade de água consumida por 800 toneladas de banana</b>	632.000.000 milhões de litros por semana
<b>Quantidade de banana exportada ao longo das 52 semanas do ano</b>	41.600 toneladas no ano
<b>Quantidade de água consumida pelas 41. 600 toneladas de banana</b>	32.864.000.000 litros (trinta e dois bilhões oitocentos e sessenta e quatro milhões e duzentos mil)

Fonte: AUTOR a partir de HOESKTRA, 2010.

Tendo por referência a Operação Carro - Pipa<sup>10</sup> do Governo Federal, onde são transportados 10 mil litros de água por veículo, o quantitativo semanal de Água Virtual exportada por um único produtor equivale ao número de 63.200 (sessenta e três mil e duzentos) caminhões pipa, perfazendo o total anual de 3.286.400 (três milhões, duzentos e oitenta e seis mil e quatrocentos) caminhões pipa.

Não resta dúvida de que a questão que envolve a gestão dos recursos hídricos, além de social e ambiental, é econômica. No entanto, sendo a água um bem público, o setor econômico não deve ser determinante. A água deve ser priorizada para o abastecimento humano, bem como para produzir alimentos para a população local ou para plantações para exportação?

<sup>10</sup> PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 1/MI/MD, DE 25 DE JULHO DE 2012 Dispõe sobre a mútua cooperação técnica e financeira entre os Ministérios da Integração Nacional e da Defesa para a realização de ações complementares de apoio às atividades de distribuição de água potável às populações atingidas por estiagem e seca na região do semiárido nordestino e região norte dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, denominada Operação Carro - Pipa.

Embora ainda não tenham sido tomadas medidas efetivas, situações como esta, que negligenciam o manejo responsável dos recursos hídricos, já vem sendo alvo de denúncias por parte do Deputado Federal pelo Estado de São Paulo Ivan Valente (ver Figura 12).

**Figura 12** – Campanha alerta sobre a Água Virtual exportada pelo Brasil



Fonte: VALENTE, 2015.

A gestão pública (municipal/estadual/federal) frente ameaça de uma escassez generalizada de água, considerando que os recursos hídricos são finitos, sendo limitados e frágeis, não deve descartar dentro do conjunto de ações que precisam ser implantadas, o estabelecimento de embargos a determinadas culturas agrícolas altamente exigentes em água, a exemplo da banana.

É de se ressaltar que de maneira inédita, medida semelhante já foi tomada anteriormente no Estado do Ceará, quando no XXII Seminário de Alocação Negociada das Águas dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú, realizado em julho de 2015, na ocasião, os Comitês das Sub - Bacias Hidrográficas do Baixo, Médio e Alto Jaguaribe, Banabuiú e Salgado, votaram pela redução de 50% da outorga<sup>11</sup> de água para os cultivos de cana de açúcar, arroz e capim, assim como a não liberação de novas outorgas para os cultivos de arroz e capim por inundação COGERH (2015, n.p.)

Um ponto importante que deve ser evidenciado, é que a decisão não se aplica em áreas com até cinco hectares, uma vez que são considerados agricultores familiares. No entanto, se faz necessário ressaltar que, em muitos perímetros públicos de irrigação, as áreas de pequeno produtor perfazem um grande percentual, mantendo o impacto nos recursos hídricos. Enquanto isso, no Vale do Cariri a situação tende a se agravar.

Em 2013 foi realizado por parte da ADECE, o Diagnostico Propositivo dos Perímetros e Áreas Irrigadas com Fruticultura e Floricultura no Ceará. O documento traz um panorama atual e as perspectiva do setor, incluindo problemas e propostas. Abaixo se tem alguns desdobramentos contidos no documento, no que concerne a região estudada. Neste documento encontra-se sob a alcunha de Áreas Irrigadas do Cariri, uma vez que a região não dispõe de Perímetros Irrigados.

**Quadro 2 - Prioridades para os fruticultores das Áreas Irrigadas da Região do Cariri**

<b>PRIORIDADES</b>	<b>ÁREAS IRRIGADAS DA REGIÃO DO CARIRI</b>
<b>PRIORIDADE I</b>	Criação de um órgão priorize o agronegócio da irrigação em toda a sua dimensão
<b>PRIORIDADE II</b>	Atração de investimentos / investidores / produtores âncoras

Fonte: ADECE, 2013.

Constata-se então que os produtores da região anseiam por uma política contrária da que visa o manejo racional da água, uma vez que a prioridade de número 1 propõe uma medida política/institucional para fomentar o agronegócio, e a número 2 coaduna com a primeira, uma vez que o que se conhece por produtores âncoras, é sempre grandes empreendimentos que articulam a cadeia produtiva funcionando como atravessadores visando à exportação de produtos.

<sup>11</sup> A outorga é uma licença concedida ao cidadão para ter direito de usar determinado recurso hídrico de um rio, lago, ou águas subterrâneas, esta deve ser solicitada ao Poder Público que é o Requerimento de Outorga. Este ato administrativo, não confere ao usuário a propriedade à água, e sim o direito à sua utilização.

Já no capítulo I do referido documento, que se refere à “*SITUAÇÃO E PROBLEMAS*”, o setor se mostra preocupado com a possível escassez de água como uma limitante para a sua expansão. O texto mensura a probabilidade de um aumento potencial na área cultivada “*Há grande preocupação com a disponibilidade de recursos hídricos. Estima-se que a Região, possua um potencial irrigável de cerca de 12.000 ha*”, mas deixa claro que a expansão está condicionada a uma maior disponibilização de água “*Existe cerca de 4.000 ha com produção de fruticultura. O potencial é grande, mas também nesse caso, a ampliação de áreas cultivadas depende de elevação da capacidade dos recursos hídricos disponíveis.*” ADECE (2013, p. 32).

Concretizando-se essa expansão de 200%, seguramente dar-se-á mediante um custo muito alto para a população, uma vez que toda a sociedade caririense se utiliza das mesmas reservas subterrâneas que os produtores de banana, logo, tal crescimento se apresenta desde já como insustentável.

Por fim, o documento traz as propostas que objetivam a manutenção e ampliação das atividades do setor e apontam estratégias em todas as partes da cadeia produtiva. Uma delas em especial chama atenção, esta sugere que:

### **Quadro 3 - Proposta dos fruticultores das Áreas Irrigadas do Cariri**

<b>ADOTAR MEDIDAS DE CONTROLE DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA</b>
<p style="text-align: center;"><b>Áreas Irrigadas da Região do Cariri:</b></p> <p>- que as companhias de abastecimento de água trabalhem com possibilidades de racionalização do uso de água para consumo humano nas cidades</p>

Fonte: ADECE, 2013.

Com isso, fica evidente que a sustentabilidade hídrica do Vale do Cariri encontra-se em uma situação vulnerável, uma vez que é clara a disputa entre os setores, em especial o Agronegócio, que insiste em determinar como deve ser a sua alocação. Prova disso, é que mesmo convivendo com a crise hídrica nos últimos anos, o setor do agronegócio do Estado do Ceará continua se mantendo como grande exportador de frutas frescas, produtos altamente exigentes em irrigação. Contudo, chama a atenção que, a fruticultura irrigada cearense não só se manteve como vislumbra um aumento de suas exportações, o que acarretará em um maior consumo de água, mesmo estando o recurso em condições limitadas.

Em recente participação da Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará - ADECE na FruitLogística 2019<sup>12</sup> realizada na Alemanha, o então diretor de Agronegócios da ADECE, deixa claro que tem consciência dessa limitação, no entanto há perspectivas para aumento da produção, ignorando a condição limitante.

O Ceará tem todas as condições objetivas para consolidar-se como o principal polo produtor de frutas do Nordeste, pois dispõe de boas manchas de solo, de avançada tecnologia e de um grupo de empresas e empresários que fazem a diferença. O que falta é aumentar a oferta de água (...) (ADECE, 2019, N.P.)

Com isso, estudos que possam vir a subsidiar dados robustos para legitimar uma gestão responsável da água, se tornam extremamente pertinentes e imprescindíveis, uma vez que fica claro, o presente conflito de interesses em relação aos recursos hídricos.

---

<sup>12</sup> A Fruit Logística é um evento anual que acontece no mês de fevereiro em Berlim (Alemanha), a cada edição reúne milhares de expositores dos cinco continentes. Disponível em: <https://www.fruitlogistica.com/>

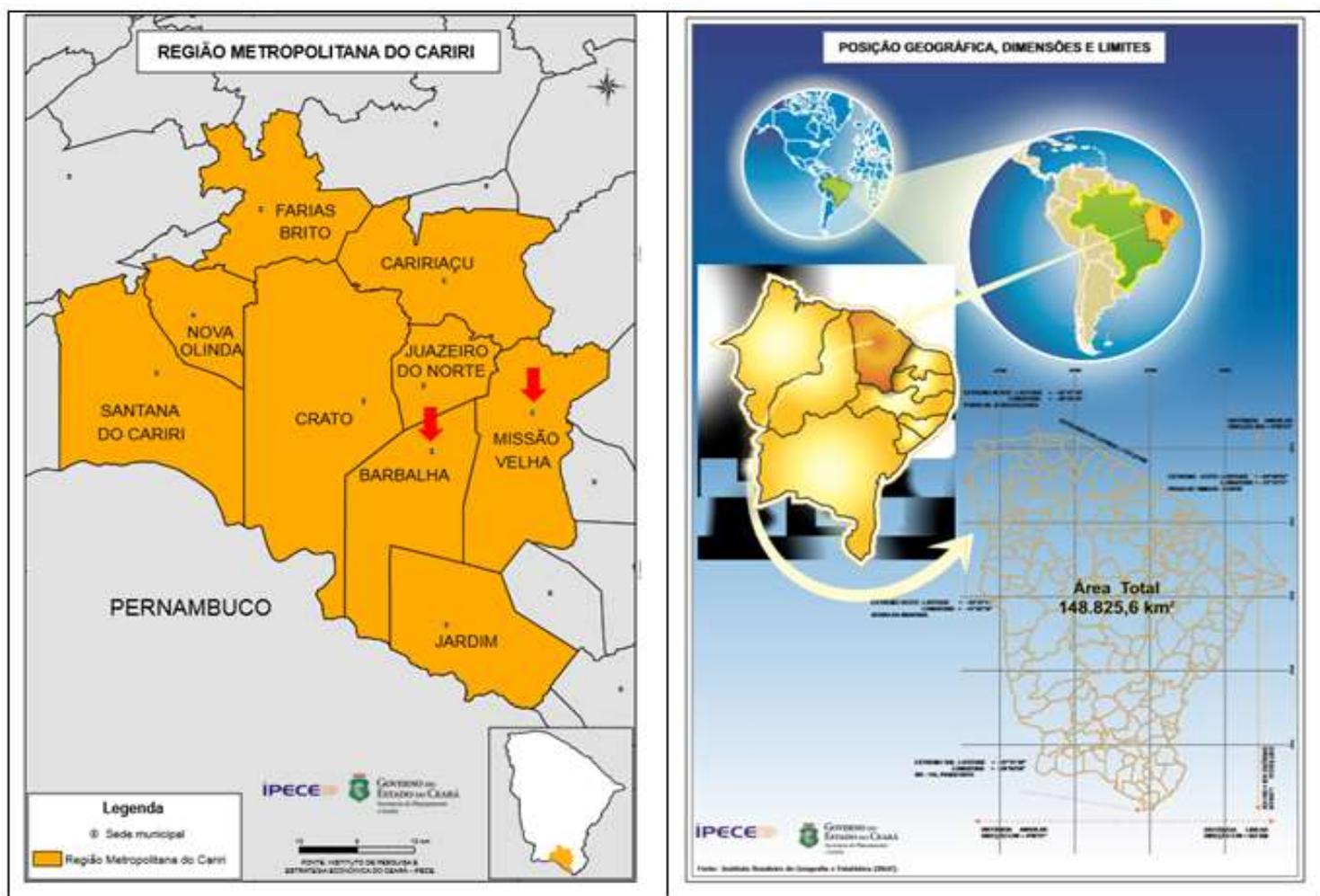
### 3 METODOLOGIA

O paradigma dominante que ainda é aplicado na condução da maioria dos estudos científicos induz a uma escrita cada vez mais técnica e especializada, com excessivos termos técnicos incompreensíveis, que não podem ser plenamente entendidas pela maioria da população. Assim, buscou-se desmistificar a linguagem científica, tanto na síntese escrita, quanto cartográfica, oportunizando uma proveitosa leitura por parte dos que venham demonstrar interesse na sua leitura.

#### 3.1 O local da pesquisa

A área analisada encontra-se nos municípios de Barbalha e Missão Velha, localizados na Região Metropolitana do Cariri (Ver Figura 13), micro - região do Vale do Cariri, Sul do Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil.

**Figura 13** – Localização geográfica dos municípios de Barbalha e Missão Velha



Fonte: IPECE

Ambos os municípios situam-se no vale defronte a vertente norte da Chapada do Araripe e estão geograficamente localizados conforme a seguir: Barbalha situa-se a latitude 7°18'20" sul e longitude 39°18'9" oeste e a 415m de altitude; Missão Velha situa-se a latitude/07°14'59" sul - longitude/39°08'35" oeste e 360 m de altitude. A temperatura oscila entre 36° C a 19° C apresentando média de 27 ° C.

Os locais escolhidos ficam no distrito de Missão Nova, onde encontram-se os maiores produtores de banana irrigada da região. São áreas agrícolas de empresas do agronegócio especializadas em bananicultura para outros centros consumidores do país. Em virtude de suas proximidades compartilham de características geoambientais semelhantes. O solo é constituído basicamente por Argissolo Vermelho e Neossolo Flúvico. A pluviosidade média anual é de 800 mm e em anos mais chuvosos atinge 1.000 mm. A vegetação é constituída por matas e capoeiras o que caracteriza a transição entre a vegetação encontrada no semiárido e na Floresta Nacional do Araripe.

O local do estudo engloba descontinuas áreas irrigadas, essa água é bombeada do subsolo através de poços profundos, por meio de bombas elétricas. Os sistemas de irrigação utilizados são por microaspersão e gotejamento.

### **3.2 Revisão bibliográfica**

O início dessa jornada investigativa deu-se por meio do processo contínuo de levantamento e análise bibliográfica e documental. Partindo de uma literatura basilar, foi traçada uma breve historiografia acerca do desenvolvimento da agricultura comercial na região do Vale do Cariri, evidenciando em especial a mudança do perfil agrícola da cana de açúcar para a banana. A revisão de literatura contemplou ainda uma contextualização dos sistemas hidrológicos da Bioregião da Chapada do Araripe, concatenando com os conceitos de Pegada Hídrica e Água Virtual.

O levantamento bibliográfico contemplou as seguintes temáticas: História Regional, Agroindústria Canavieira, Bananicultura, Indicadores de Sustentabilidade Hídrica, Desenvolvimento Regional, Recursos Hídricos, Manejo sustentável de água, Permacultura e temas correlacionados. O levantamento documental deu-se a partir de documentos oficiais, acervos de mídia impressa e digital, de instituições públicas e privadas.

Vale ressaltar que foram cursadas disciplinas que se relacionavam com a temática e atendiam a interesses mais específicos da pesquisa, tais como: Agroecologia, Desenvolvimento Regional Sustentável, Métodos Quantitativos de Pesquisa, Recursos Hídricos e Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

### **3.3 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**

Realizou-se a pesquisa por meio do uso de programas computacionais (software) de sensoriamento remoto, onde foram processadas e analisadas imagens multiespectrais obtidas em banco de dados de satélite espacial com alta resolução. Ao realizar o balanço de energia, foi possível classificar e quantificar as áreas e a mudança do perfil agrícola, assim como a demanda de água na bananicultura comercial irrigada no Vale do Cariri.

#### **3.3.1 Calculando a extensão e a evapotranspiração nas áreas empresariais irrigadas por meio de imagens de satélite**

A obtenção de imagens aéreas da área pesquisada ocorreu por meio do acesso ao banco de imagens do satélite Landsat 8 sensor OLI TIRS órbita/ponto 217/65, disponível no portal virtual EarthExplorer de responsabilidade do United States Geological Survey – USGS. Foram obtidas as imagens mais recentes disponíveis sem cobertura de nuvens para o ano de 2016, ano base dos cálculos, sendo determinadas as seguintes datas: 03 de março, 22 de maio, 09 de julho, 29 de outubro e 14 de novembro de 2016. Estas imagens apresentavam uma excelente percepção das condições de cobertura do solo e das áreas agrícolas empresariais cultivadas com banana de maneira irrigada. O ano de 2016 foi escolhido porque foi um ano crítico referente à baixa disponibilidade hídrica após cinco anos consecutivos de seca.

Em seguida foi feito o empilhamento das bandas das imagens do Landsat 8, para fins de usar um algoritmo de saldo de radiação. As bandas utilizadas no empilhamento foram banda 2, 3, 4, 5, 6, 10, e 7; nesta sequência.

Com a imagem empilhada de outubro, onde se podia identificar com bastante nitidez as áreas de banana irrigada, foi feita uma classificação supervisionada, por máxima verossimilhança para delimitar classes de uso e ocupação do solo. Uma vez

gerado uma raster<sup>13</sup> de classificação, esse em seguida foi transformado em vetor<sup>14</sup>, assim foi possível fazer o cálculo das áreas cultivadas com banana.

Para obtenção da taxa de evapotranspiração<sup>15</sup> potencial de referência, nas áreas de cultivo irrigado, são necessários dados meteorológicos como: temperatura, velocidade do vento, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica, insolação, radiação, precipitação e outros utilizados nos processos de validação dos modelos e no cálculo da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), através do software Ref ET - *Reference Evapotranspiration Calculator* (ALLEN, 2010).

Os dados meteorológicos foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, e são oriundos da Estação Meteorológica de Barbalha – 82784 (Latitude: -7.316667°Longitude: -39.3°) e Altitude de 409.03 metros. Essa estação é a única na região que funciona ininterruptamente desde 1948, a mesma localiza-se aproximadamente em 13 quilômetros da área pesquisada.

Em posse dos dados foi calculada a estimativa de ET<sub>0</sub> seguindo o método padrão Penman - Monteith FAO – 56 (Allen et al. 1998). Com base em uma taxa hipotética de ET<sub>0</sub> para a cultura de grama com altura 12 cm, e resistência aerodinâmica de 70 s m<sup>-1</sup>. Essa equação é expressa da seguinte forma:

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)}$$

Em que: ET<sub>0</sub> é a evapotranspiração da cultura de referência (mm d<sup>-1</sup>), Rn - radiação líquida na superfície da cultura (Mj.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), G - fluxo de calor do solo (Mj.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>), T temperatura média do ar (°C), U<sub>2</sub> - velocidade do vento medida a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>), (e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>) - déficit da pressão de vapor (Kpa), Δ representa a variação da declividade da curva da pressão de vapor (Kpa), γ é a constante psicométrica (Kpa °C<sup>-1</sup>), e 900 um fator de conversão.

<sup>13</sup> Raster em computação gráfica é uma imagem ou gráfico de um conjunto de pontos, que representados por uma forma retangular de pontos de cor ou pixel, que podem ser visualizados por meio de um monitor computador ou até mesmo no aparelho de telefone celular.

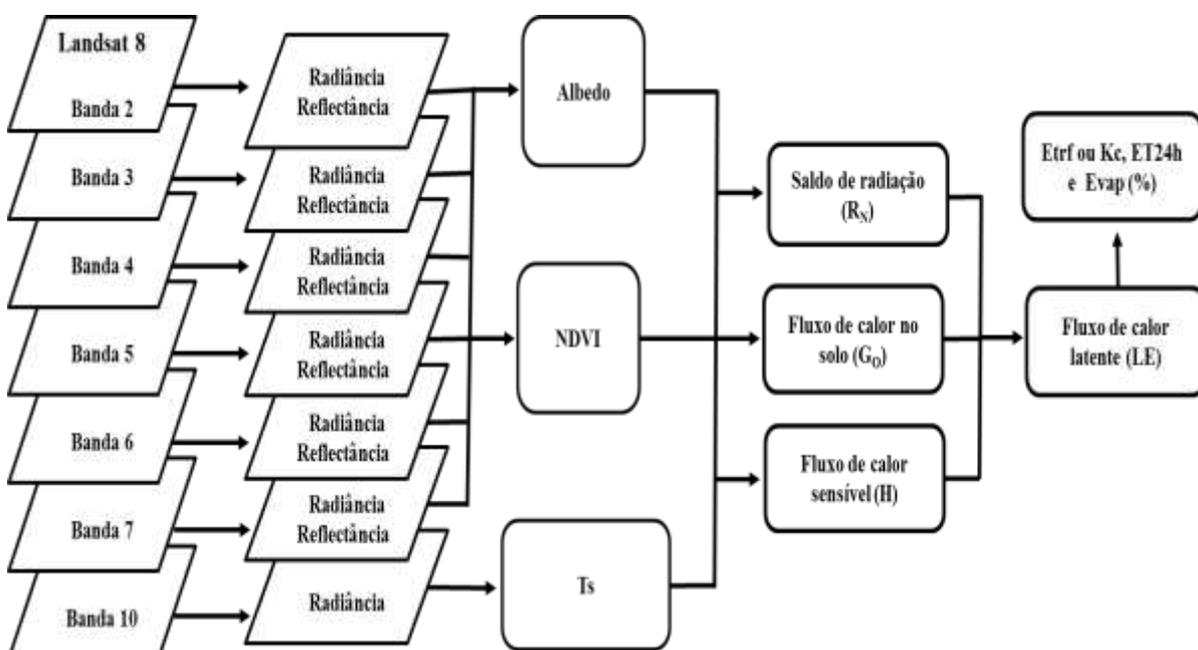
<sup>14</sup> Vetor é um gráfico de geometria simples como pontos, linhas, curvas e formas (polígonos). São baseadas em expressões matemáticas para representar as imagens na computação gráfica. Cada elemento pode receber um atributo para uma cor, forma, uma espessura e um preenchimento.

<sup>15</sup> Evapotranspiração é perda de água de um local causada pela evaporação a partir do solo e pela transpiração das plantas.

Para obtenção da evapotranspiração real das áreas cultivadas, segundo metodologia da FAO, a  $ETo$  é multiplicada pelo coeficiente de cultura –  $(Kc)^{16}$ . Em vez de se usar os valores médios de  $Kc$ , do manual da FAO 56, optou-se neste trabalho, por se determinar esses  $Kc$ , como uma fração da evapotranspiração de 24h, entre a evapotranspiração real e a  $ETo$ . Este  $Kc$  ou fração foi obtido em 5 momentos (imagens) ao longo do ano, para acompanhar as taxas de evapotranspiração real.

Para a obtenção do  $Kc$  da imagem de satélite utilizada, foi utilizado o algoritmo METRIC - *Mapping evapotranspiration at high resolution and with internalized calibration*. Esse modelo possui várias etapas sequenciais para o cômputo da evapotranspiração com base nos elementos do balanço de energia na superfície. Em cada uma delas é realizado o cômputo de uma ou mais variáveis necessárias para as etapas seguintes (ALLEN et al., 2010). De forma resumida o fluxograma esquemático, apresentado na Figura 14, descreve como foi realizado a compilação dos dados e o processamento do modelo para obtenção dos componentes do balanço de energia e taxa de evapotranspiração real ( $ETr$ ) do cultivo da banana.

**Figura 14** - Fluxograma esquemático do METRIC



Fonte: BEZERRA ET. AL, 2017.

<sup>16</sup> Coeficiente de cultura é um valor aplicado no manejo agrícola como referência para a necessidade de consumo de água por determinada espécie, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta e as condições climáticas de onde esta cultivada.

Com o  $K_c$ , extraído a partir de imagens de satélites em várias datas, obteve-se o consumo mensal de água multiplicando a  $E_{To}$  mensal pelo  $K_c$  mais próximo do mês avaliado. Com os valores anuais de evapotranspiração foi computado consumo anual. Uma vez obtido o consumo anual, os valores que correspondem às áreas empresariais de bananicultura irrigada foram extraídos para se calcular a taxa média de consumo.

### 3.4 Calculando a Água Virtual

Hoekstra (2002) considera para efeito de cálculo do Valor de Água Virtual (VAV), o volume de água evapotranspirada ( $m^3$ ) no campo, dividida pela produção total. A relação dá-se em volume de água consumida por quantidade de vegetal produzida (kg) e pode ser expressa em litro/quilograma (L/kg) ou metro cúbico/tonelada ( $m^3/ton$ ).

$$VAV = \frac{E_{Tr}}{\text{Produção}}$$

Para a obtenção da evapotranspiração real ( $E_{Tr}$ ), foi utilizado a taxa gerada pelo METRIC, para a produção foi usado dados do Censo Agropecuário do IBGE referente ao ano de 2016.

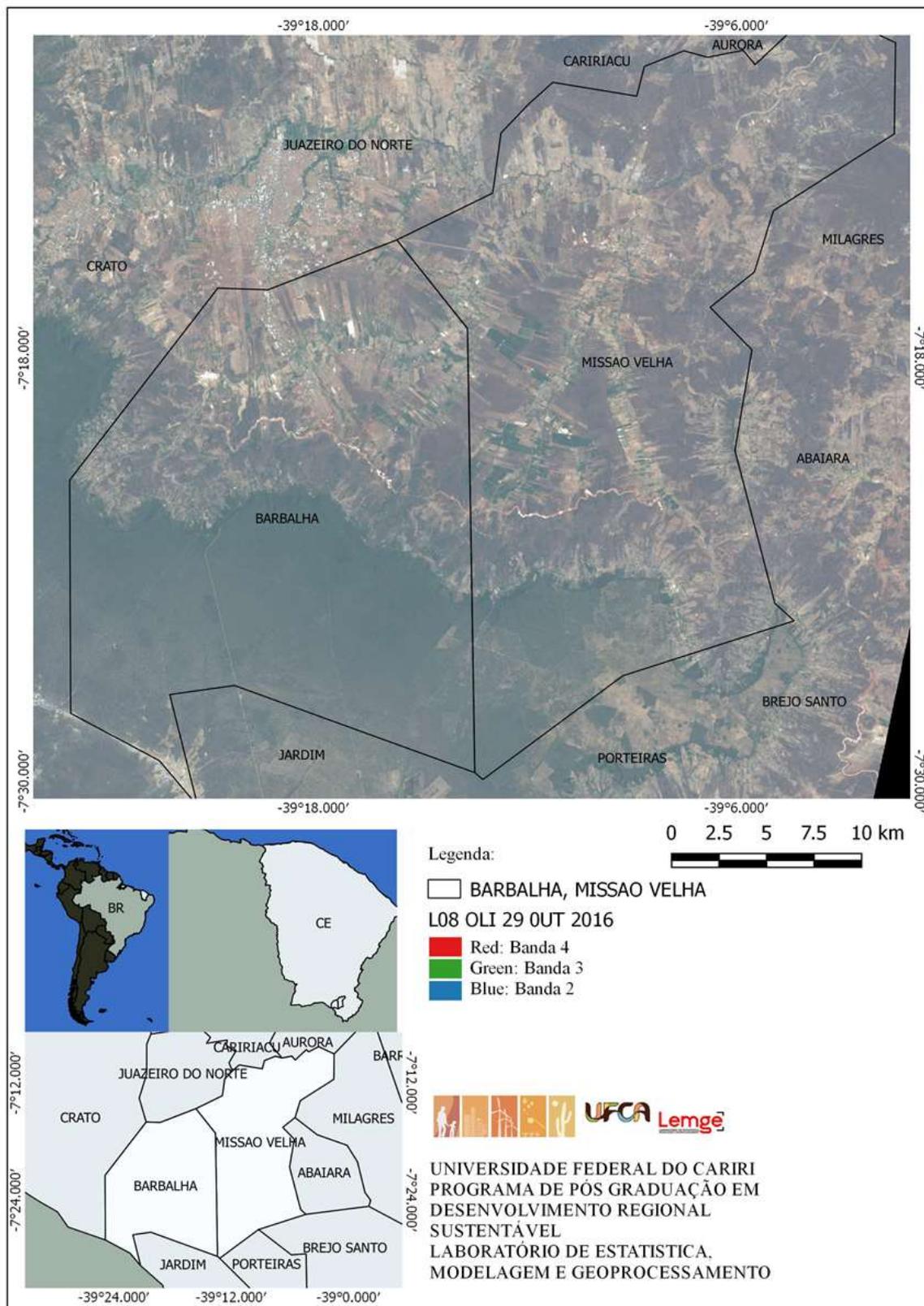
#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir das imagens multiespectrais do satélite Landsat 8 sensor OLI TIRS órbita/ponto 217/65, obtidas em banco de dados de satélite espacial com alta resolução, processadas e analisadas, foi realizado o balanço de energia que permitiu a classificação e quantificação das áreas e a mudança do perfil agrícola, assim como a demanda no cultivo de banana irrigada pode ser visto a seguir.

##### **4.1 O quantitativo de áreas empresariais com bananicultura irrigada**

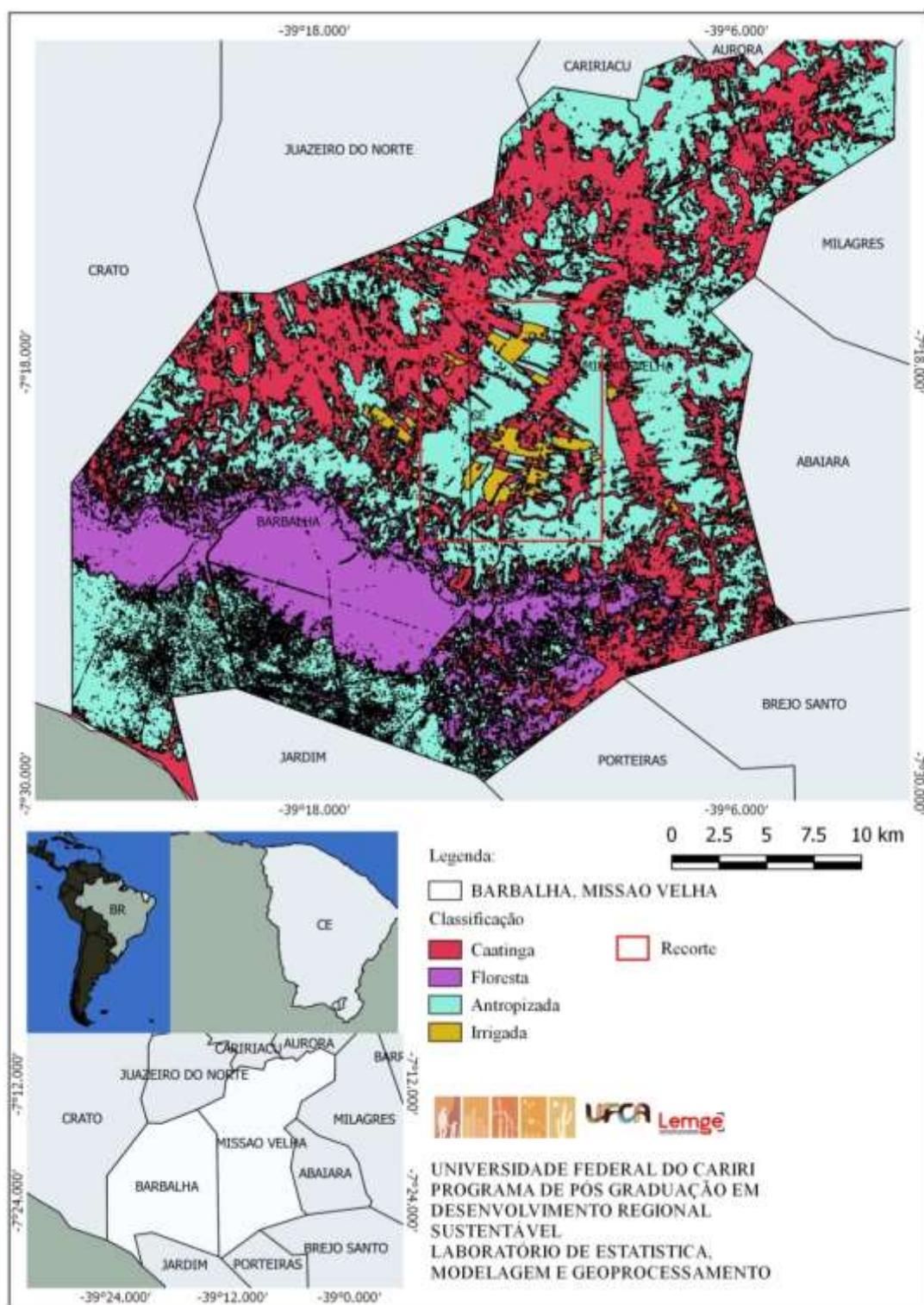
A partir do empilhamento das imagens de outubro de 2018, das bandas selecionadas, foi obtida a imagem que mostra os municípios de Barbalha e Missão Velha. Como se observa abaixo na Figura 15, as principais áreas com características de cultivo de banana, obtidas da classificação supervisionada, estão entre a linha de separação entre os municípios de Barbalha e Missão Velha, no entorno do distrito de Missão Nova, pertencente ao município de Missão Velha.

**Figura15** - Imagem do satélite Landsat 8, OLI, empilhada mostrando os municípios de Barbalha e Missão Velha em Outubro de 2016



Na Figura 16 tem-se a imagem com a classificação supervisionada do local. Tomando-se um retângulo neste setor como recorte, tem-se inserida as três principais empresas comerciais da região. Dentro deste recorte, considerando as áreas contendo cultivo de banana irrigada, esta é de aproximadamente 1900 hectares.

**Figura 16** - Vetorização da classificação supervisionada



Na Tabela 6 abaixo, observa-se os valores resultantes do cálculo das áreas empresariais irrigadas em comparação com dados da COGERH e IBGE. Entende-se que os dados obtidos na pesquisa através das imagens de satélite são os mais atuais, já que a imagem é de outubro de 2016, sendo os dados da COGERH referentes ao ano de 2015. As informações oriundas do IBGE também são de 2016. Entretanto, não faz distinção entre as culturas irrigadas e as não irrigadas.

**Tabela 6** - Áreas empresariais irrigadas em Barbalha e Missão Velha (ha)

Área (ha)		
COGERH (2015)	IBGE (2016)	Obtidos na pesquisa
1797	1950	<b>1900</b>

Fonte: AUTOR

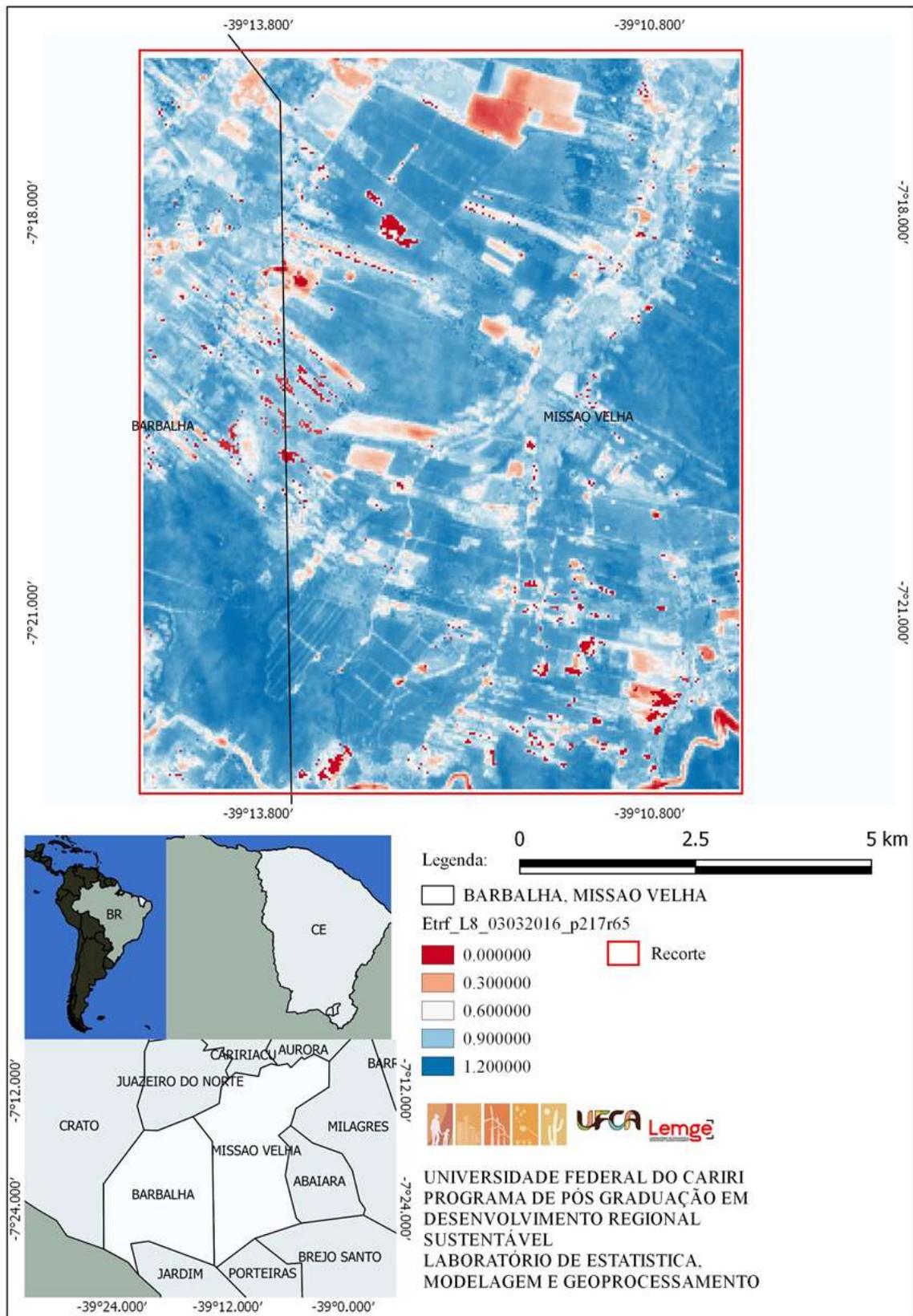
O valor obtido na pesquisa se aproxima com os dados da COGERH e IBGE, o que confere determinado confiança a metodologia usada.

#### **4.2 O quantitativo de consumo de água nas áreas empresariais com bananicultura irrigada**

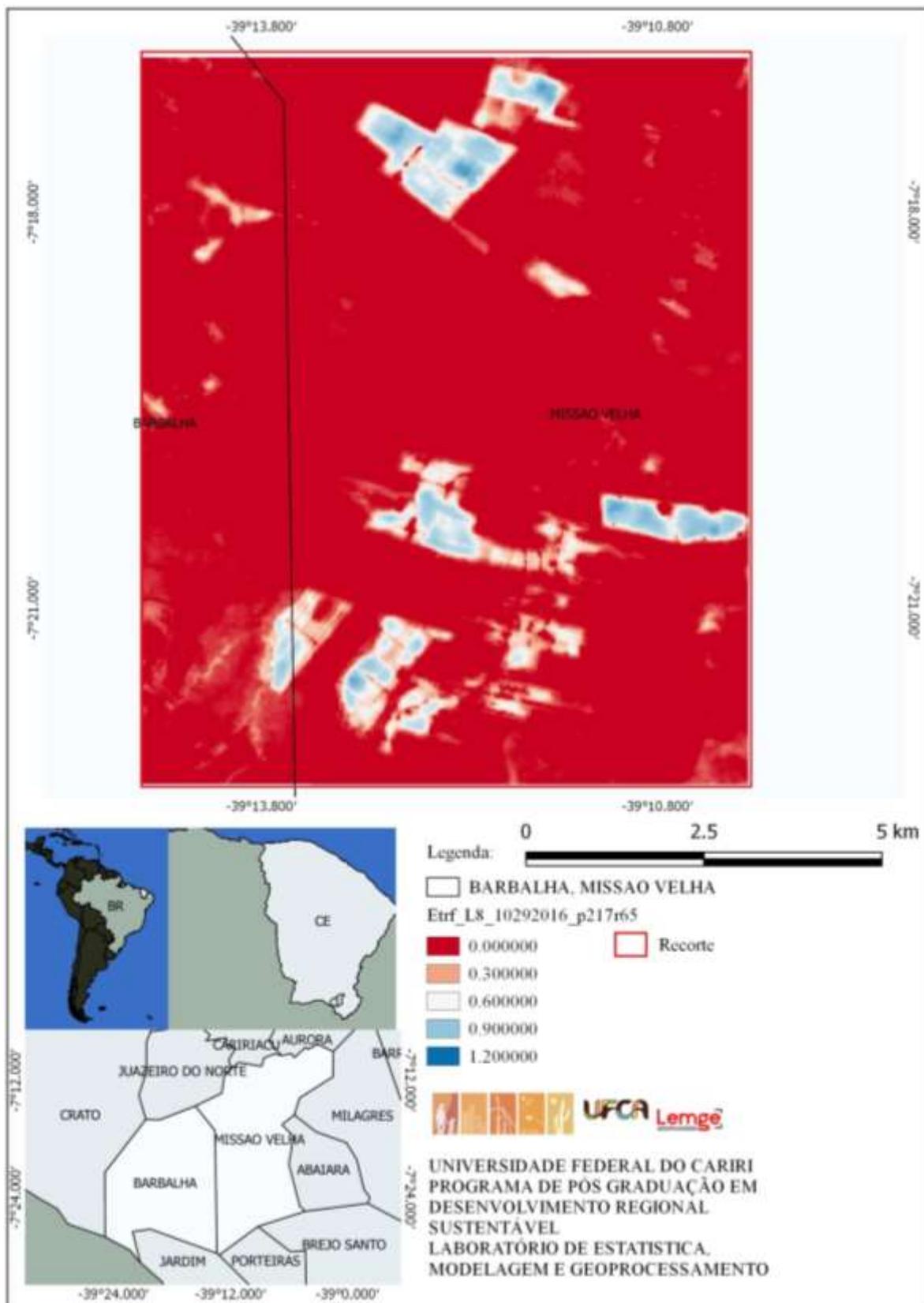
O Kc médio da área de estudo não foi obtido diretamente da literatura como os que se encontram tabelados pela FAO 56 (Allen, et al., 1998), conforme observado em diversos trabalhos, mas utilizou-se um algoritmo de balanço de energia na obtenção de frações de evapotranspiração, equivalentes a um Kc real.

Dentro da área recortada, nota-se que para período inicial do ano as taxas de evapotranspiração, desses coeficientes se mantem altas tanto dentro da área de banana como no entorno na vegetação nativa (ver Figura 17), isso dada à disponibilidade de água no período chuvoso. À medida que as chuvas diminuem, os coeficientes da área no entorno das áreas empresárias de bananicultura diminuem, enquanto que nesta, esses valores permanecem altos, isso é atribuído à irrigação feita com água bombeada do aquífero (ver Figura 18).

**Figura 17** - Visualização da área com detalhe dos dados de ETrF - março de 2016

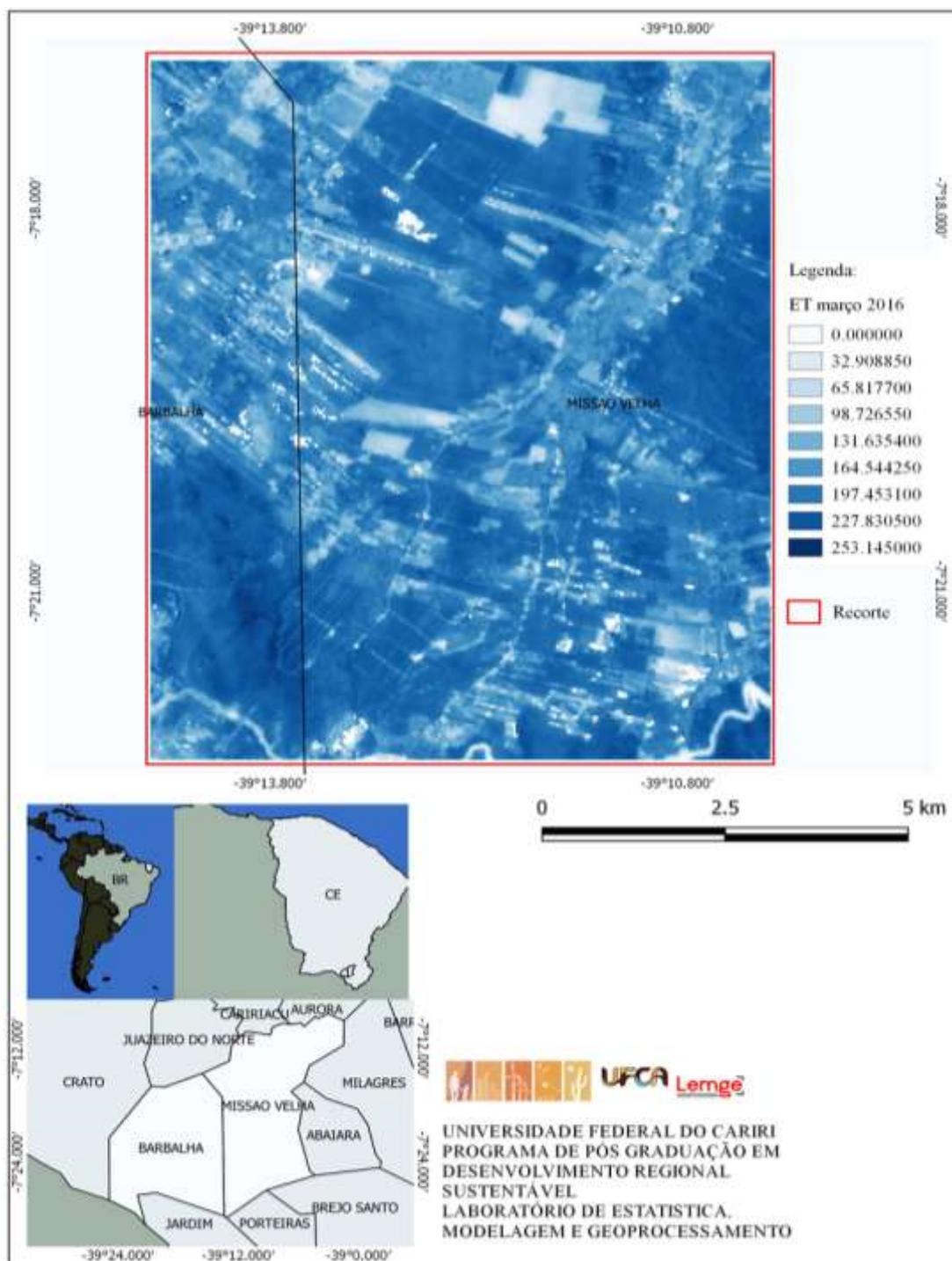


**Figura 18** - Visualização da área com detalhe dos dados de ETrF - outubro de 2016



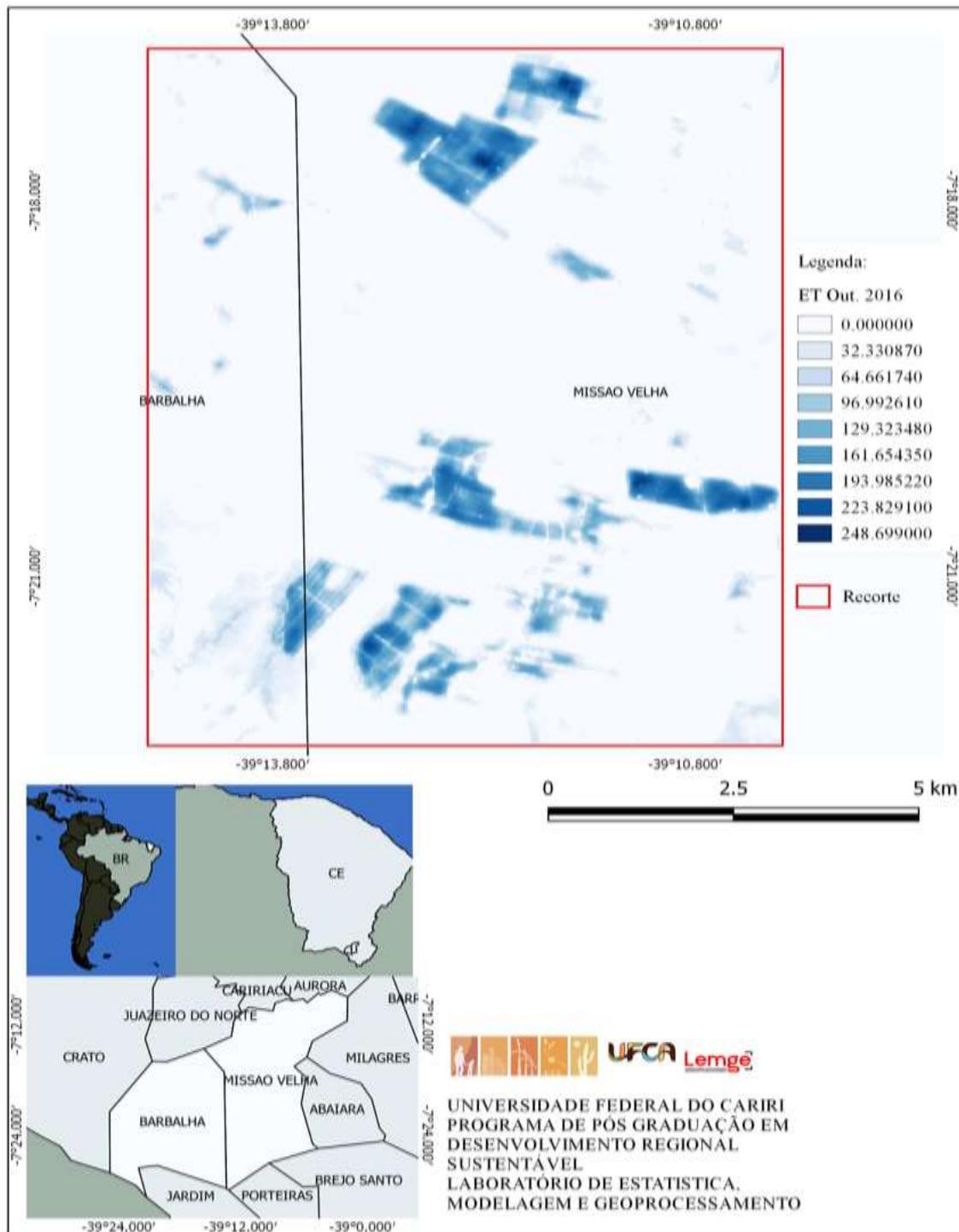
Considerando o consumo de água (ETr) de toda a área de estudo para a imagem de março, período chuvoso para a região, verifica-se pela coloração uniforme em toda área, que as áreas de mata nativa, de outros cultivos e as áreas empresárias cultivada com banana apresentam semelhanças, conforme vê-se na Figura 19.

**Figura 19** - Consumo de água (Evapotranspiração real) no mês de março de 2016



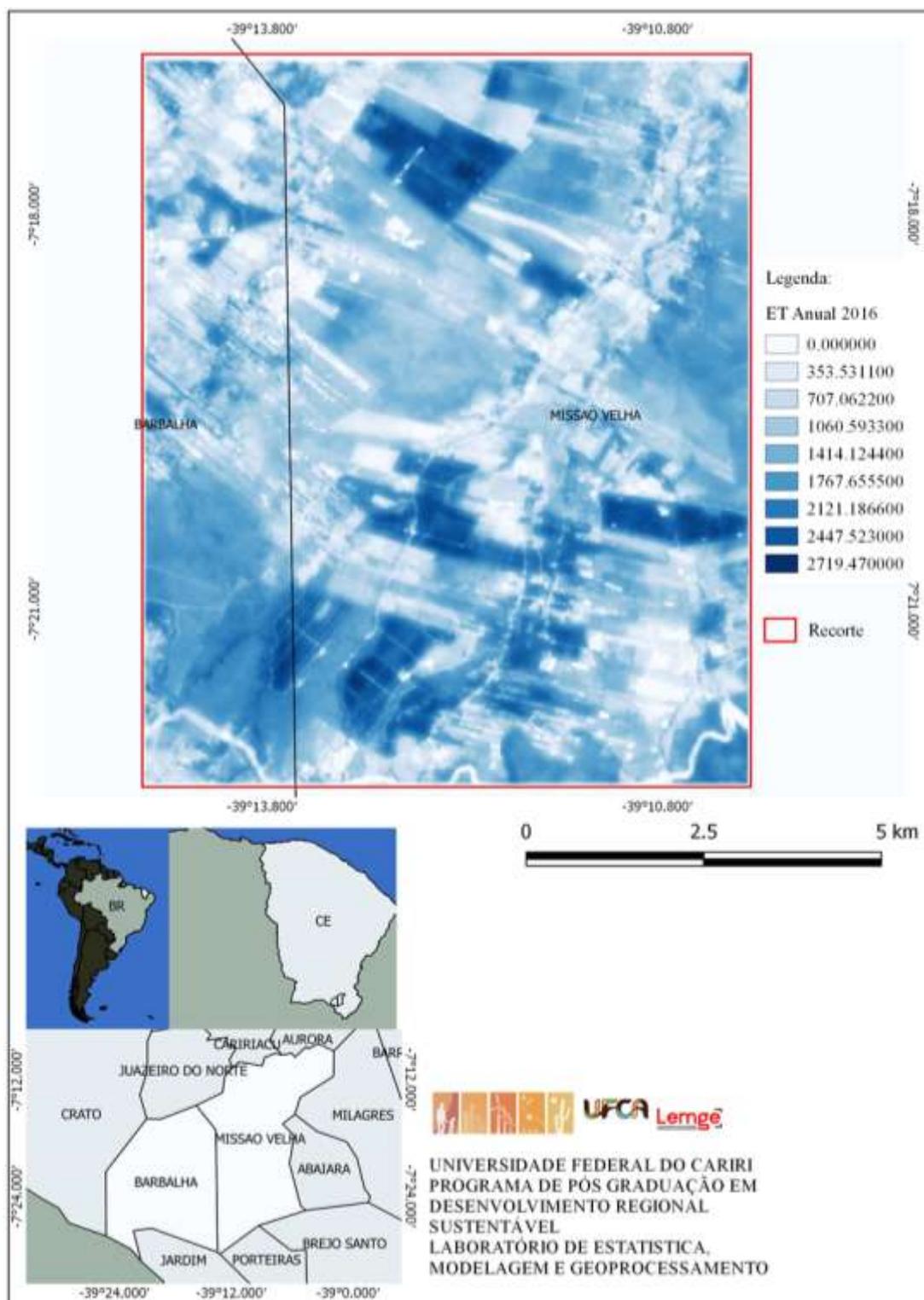
De outra forma, quando se observa a imagem de outubro (ver Figura 20) para toda a área, o consumo de água parece não existir nas áreas de mata nativa e de outros cultivos, enquanto as áreas empresariais cultivadas com banana se destacam com a uma cor mais intensa de azul. Apresentando ainda, pontos azuis mais intensos dentro da área de cultivo.

**Figura 20** - Consumo de água (Evapotranspiração real) no mês de outubro de 2016



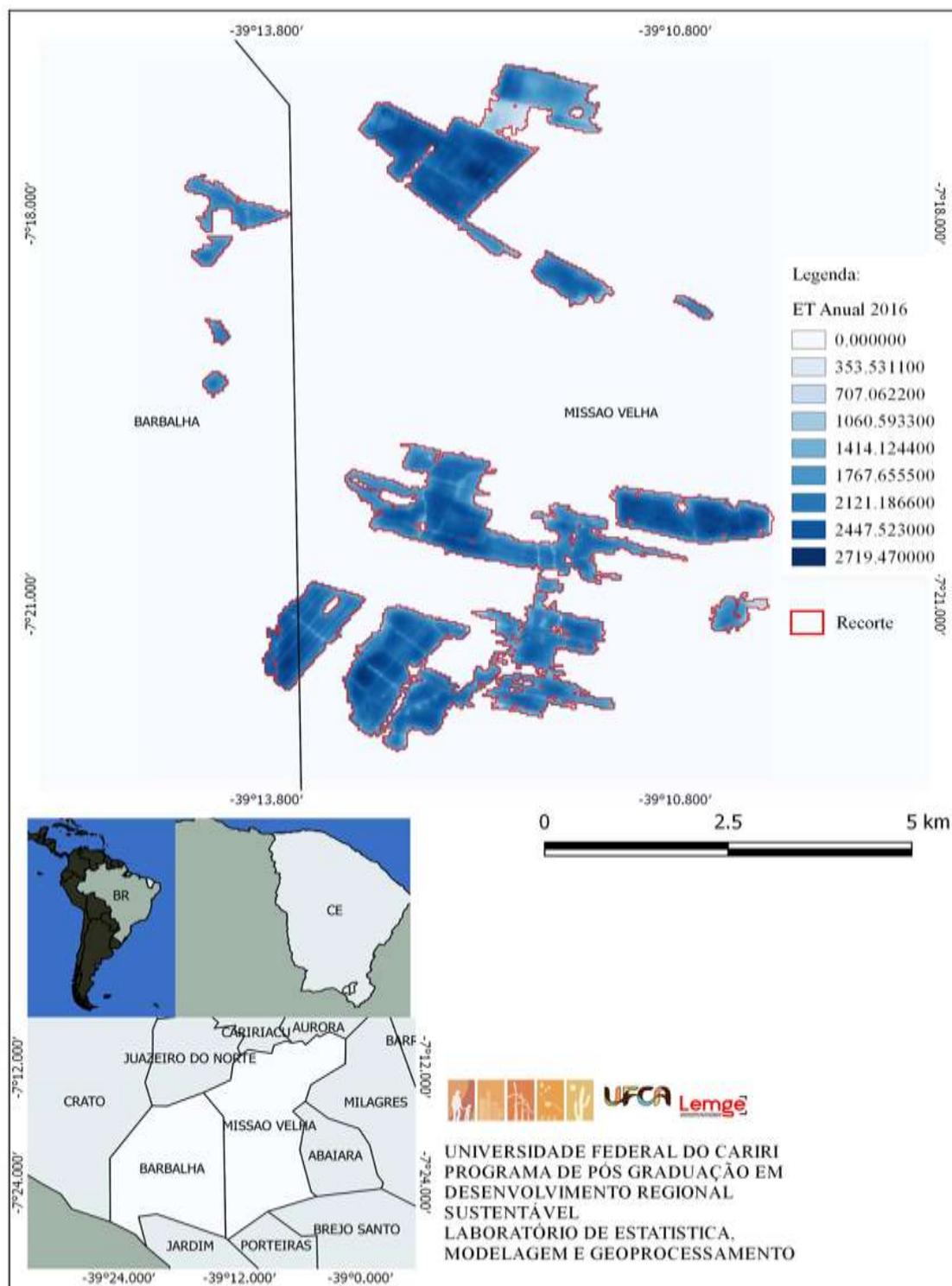
Na Figura 21, tem-se o consumo de água anual para toda a área. Verifica-se que o consumo ocorre em toda a vegetação, mas em função da disponibilidade da água proveniente da irrigação, as áreas empresariais cultivadas com banana apresentaram consumo cerca de nove vezes maior que nas outras áreas.

**Figura 21** - Evapotranspiração real anual no ano de 2016



Observando no detalhe somente as áreas empresariais irrigadas cultivadas com a banana conforme a Figura 22, verifica-se que o consumo nestas áreas realmente é significativo com relação às outras áreas vegetadas e que, realmente, os maiores valores de demanda da água são das áreas de banana.

**Figura 22** - Evapotranspiração real anual no ano de 2016 nas áreas empresariais com banana irrigadas



A partir das áreas empresariais irrigadas, conforme mostrado na Figura 22, foi obtido o valor médio de 1880 mm da ETr anual de 2016, valor este superior ao valor obtido modelo sugerido pela FAO, que foi de 1700 mm, como observa-se na Tabela 7.

**Tabela 7** - Demanda de consumo nas áreas empresariais irrigadas

<b>Base de dados</b>	<b>Demanda mínima e máxima (mm)</b>	<b>Demanda média (mm)</b>
FAO (1998)	1200 - 2200	1700
Obtido a partir dos cálculos realizados na pesquisa	<b>1400 - 2719</b>	<b>1880</b>

Fonte: AUTOR.

Entretanto olhando a imagem no início do ano, nota-se que parte de uma área empresarial foi implementada ao longo do ano, e o consumo desta difere bastante das áreas em que a banana já alcançou se pleno estágio de desenvolvimento, descartando esta área, os valores que ficam podem-se vistos na Tabela 8.

**Tabela 8** - Demanda de consumo nas áreas empresariais irrigadas em pleno estágio de desenvolvimento

<b>Base de dados</b>	<b>Demanda mínima e máxima (mm)</b>	<b>Demanda média (mm)</b>
FAO (1998)	1200 - 2200	1700
Obtido a partir dos cálculos realizados na pesquisa	<b>1700 - 2719</b>	<b>2168</b>

Fonte: AUTOR.

Um ponto importante que há de ser levado em consideração é que a recarga efetiva do aquífero onde estão localizadas áreas empresariais irrigadas, se encontra muito aquém do que é consumido pelas empresas do agronegócio da bananicultura, evidenciando um déficit da ordem de 2039 mm, como vê-se na Tabela 9.

**Tabela 9** – Déficit do consumo nas áreas empresariais irrigadas em relação a recarga efetiva anual do aquífero (milímetros)

<b>Média para Barbalha e Missão Velha (COGERH, 2017)</b>	<b>Consumo médio na área de estudo (obtidos na pesquisa)</b>	<b>Déficit</b>
129	2168	<b>2039</b>

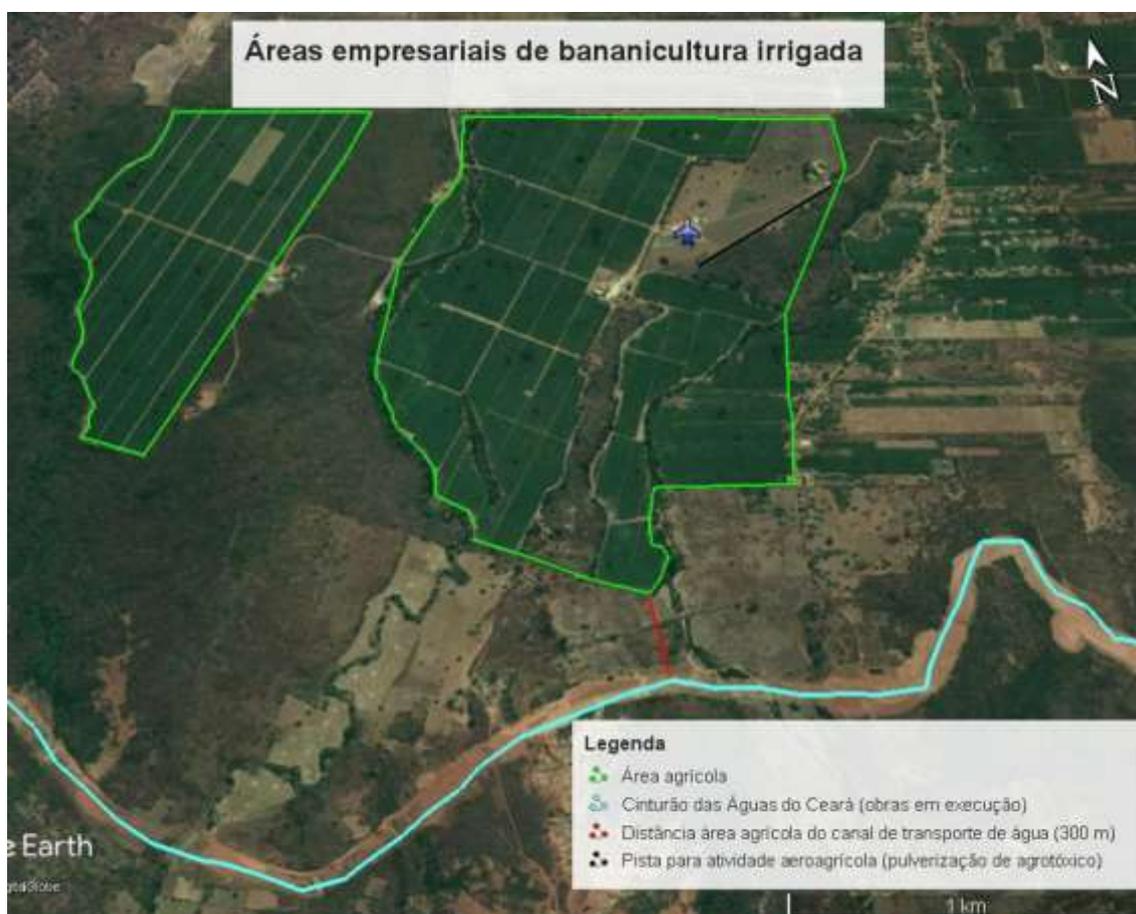
Fonte: AUTOR.

O elevado consumo do recurso hídrico, além de promover prejuízos de ordem ambiental, econômico e social, pode evidenciar uma ineficiência também nos sistemas de irrigação, o que acarreta em outros desperdícios como de água, energia elétrica

e depreciação dos equipamentos de bombeamento. Além do estresse hídrico<sup>17</sup> causado às plantas pelo excesso de água, que gera uma vulnerabilidade ao cultivo, sendo este facilmente atacado por pragas, induzido muitas vezes, ao uso irresponsável de agrotóxico por parte dos produtores, na perspectiva de se reduzir os potenciais prejuízos financeiros.

Vê-se na Figura 23 uma destas áreas empresariais irrigadas. No detalhe percebe-se a proximidade da área agrícola com o futuro canal de transposição de água do Cinturão das Águas do Ceará. Na imagem pode-se observar ainda a pista destinada a atividades aeroagrícolas de pulverização de agrotóxicos.

**Figura 23** - Áreas empresariais de bananicultura irrigada



Fonte: AUTOR a partir GOOGLE EARTH PRO.

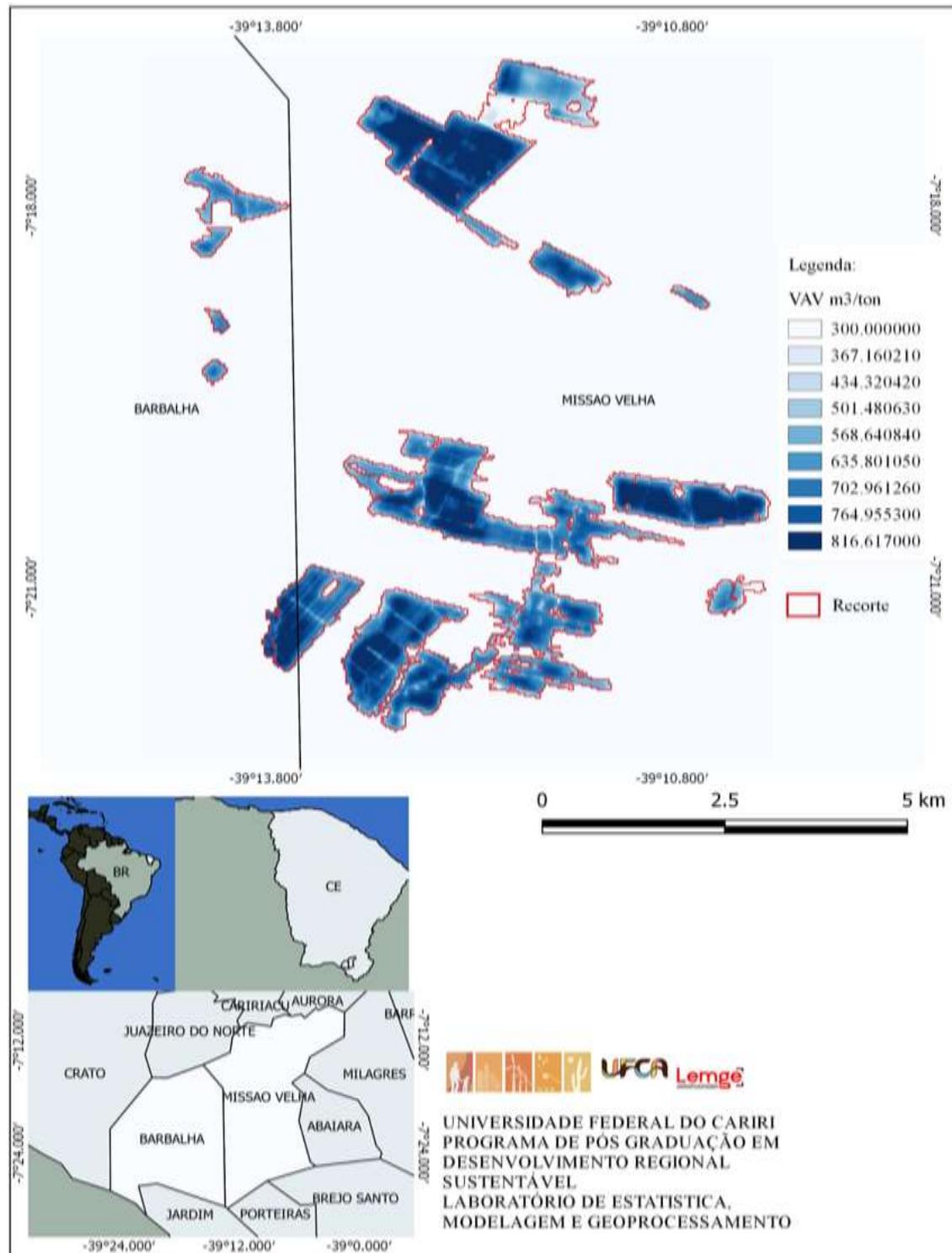
### 4.3 O volume de Água Virtual exportado

O volume de Água Virtual exportada calculado a partir do volume de água Evapotranspirada (ETr) no campo, calculada com o algoritmo METRIC (ver Figura 24), foi dividida pela produção total de banana que foi de 44.500 toneladas, obtido junto ao

<sup>17</sup> O excesso de água em algumas fases do desenvolvimento das plantas pode significar a morte da planta e a perda total da produção.

do Censo Agropecuário do IBGE de 2016, obtendo-se um valor médio de 772 L/kg ( $m^3/ton$ ).

**Figura 24** – Água virtual exportada no ano de 2016 nas áreas empresariais com banana irrigadas.



Os resultados obtidos neste cálculo apontam que a relação de água consumida por quilograma produzido (L/kg) de banana na região está um pouco abaixo da média mundial, uma vez que foram encontrados 772 L/kg, sendo a média mundial 790 L/kg, conforme Mekonnen e Hoeksstra (2010). No entanto, quando calculado o volume total em metros cúbicos por tonelada (m<sup>3</sup>/ton), os valores são extremamente elevados, como se observa no Quadro 4.

**Quadro 4** - Volume de exportação de Água Virtual do Vale do Cariri através da banana em 2016

Quantidade de água consumida por 1 quilograma de banana produzido	772 litros
Quantidade de água consumida por uma tonelada de banana produzida	772.000 litros
Quantidade de banana exportada por ano	44.500 toneladas
Quantidade de Água Virtual exportada em litros (L) pelas 44. 500 toneladas de banana ano	<b>34.354.000.000 litros</b> (trinta e quatro bilhões trezentos e cinquenta e quatro milhões)
Quantidade de Água Virtual exportada em metros cúbicos (m <sup>3</sup> ) pelas 44.500 toneladas de banana	<b>34.354.000 metros cúbicos</b> (trinta e quatro milhões trezentos e cinquenta e quatro mil)

Fonte: AUTOR.

A quantidade de Água Virtual exportada é igual ao consumo efetivo, uma vez que a produção das áreas empresariais irrigadas visa o mercado externo. De posse dos dados expostos no Quadro 4 e na Tabela 5, obteve-se o volume real consumido áreas irrigadas nos municípios de Barbalha e Missão Velha, incongruente com o volume legalmente outorgado para atividades de irrigação nos referidos municípios, como se pode verificar abaixo Tabela 10.

**Tabela 10** – Volume de água consumido de forma ilegal nas áreas irrigadas dos municípios de Barbalha e Missão Velha (metros cúbicos)

Consumo efetivo (m <sup>3</sup> )	Outorgado (m <sup>3</sup> )	Exploração ilegal (m <sup>3</sup> )
34.354.000.000	5.578.897	<b>34.348.421.103</b>

Fonte: AUTOR.

Os dados expostos na Tabela 10 evidenciam que a quantidade de água efetivamente consumida nos municípios de Barbalha e Missão Velha com atividades de irrigação, é muito superior ao volume outorgado (licenciado) pela COGERH (2017).

O volume excessivamente explorado de maneira ilegal sugere medidas de fiscalização efetiva por parte dos órgãos de controle, uma vez que a não adoção destas, podem acarretar em insegurança hídrica para a toda a população da Região Metropolitana do Cariri.

Abaixo na Figura 25, vê-se os principais destinos da exportação de Água Virtual proveniente da bananicultura comercial irrigada.

**Figura 25** - Fluxo de Água Virtual exportada a partir do Vale do Cariri



Fonte: AUTOR a partir GOOGLE EARTH PRO.

Diante do exposto, percebe-se que a gestão sustentável das águas é uma questão complexa e que, para que se torne efetiva, necessita de uma mudança paradigmática estrutural no intuito de uma gestão socialmente justa.

Na busca de por sistemas de cultivos sustentáveis, com objetivo de alternativas para a redução do alto consumo de água, e reduzida degradação do meio ambiente, diversas estratégias vêm sendo desenvolvidas em todo o mundo. A Permacultura é uma delas, apontada como mais que uma forma de cultivar alimentos, a permacultura prega cuidados com a terra e os recursos naturais.

#### 4.4 A Ética da Permacultura como indutora de uma Nova Cultura da Água

*"Sorratamente vem chegando  
Se espalhando sem muito alarmar  
Melhor que venha silenciosa e cresça sem se esperar  
Assim o governo não impede de nos multiplicar  
Alguns já ouviram falar, outros praticam sem nem pensar  
Mas há aqueles que falam sem praticar  
Dizendo serem revolucionários sem numa enxada pegar  
Mas que tal de revolução é essa que nunca ouvi falar?  
É a tal da permacultura que vai te transformar"*  
(Autor desconhecido)

O conceito de Água Virtual, dentro de uma perspectiva latino-americana, demonstra ter aderência às reflexões alicerçadas no paradigma Descolonial<sup>18</sup>, uma vez que a exportação virtual de água se configura como parte da manutenção das práticas de expropriação dos recursos naturais das zonas periféricas da economia mundial.

Objetivando essa virada paradigmática em relação à gestão da água, ocorreu em Fortaleza/CE no ano de 2005, o *Encontro por uma Nova Cultura da Água na América Latina*<sup>19</sup>, vê-se abaixo uma síntese do ideal que balizou a realização desse encontro.

Aceitar o desafio da sustentabilidade exige mudanças profundas na concepção da natureza, assim como nas atitudes e nos modos de vida; exige, entre outras coisas, desenvolver uma Nova Cultura da Água que reconheça os múltiplos valores emocionais, sociais, ambientais e econômicos em jogo, partindo de enfoques éticos baseados nos princípios de equidade e sustentabilidade. Uma Nova Cultura da Água que reconheça a sabedoria das culturas ancestrais da América Latina, resgatando e valorizando as boas práticas e técnicas tradicionais, como a coleta de águas de chuva, ao mesmo tempo em que incorpore as oportunidades que oferecem as novas tecnologias disponíveis. (DECLARAÇÃO DE FORTALEZA, N.P. 2005)

Baseado nisso, lançaremos mão do arcabouço teórico-conceitual que balizam as práticas, as pesquisas e as reflexões em torno da Permacultura, numa perspectiva de que esta metodologia de planejamento ambiental possa vir a contribuir no manejo

<sup>18</sup>Sobre esse termo não existe um consenso entre os autores vinculados a essa perspectiva de estudo, mas, em suma, é a tarefa de desconstrução do poder e do conhecimento, libertando o que foi reprimido pela colonização. É uma ótica que inseri na América Latina uma forma mais radical e posicionada em direção à superação das opressões e das estruturas que conformam relações internacionais extremamente desiguais, ainda alicerçadas no paradigma colonialista. As nomenclaturas mais comumente apresentadas são: Pós – Colonial, Descolonial e Decolonial.

<sup>19</sup> O Encontro, que ocorreu de 5 a 9 de dezembro de 2005 em Fortaleza, contou com mais de 500 participantes procedentes de todos os países de América Latina, e ainda com representantes de Espanha, Portugal, Holanda, Alemanha, Itália, Bangladesh, Ucrânia, Estados Unidos da América do Norte, França, Marrocos, Polônia, e do Reino Unido da Grã Bretanha.

sustentável das águas no Vale do Cariri, exercendo uma coerência ética sob um novo paradigma da cultura de relação de cuidado com a água.

A Permacultura é um conceito prático que pode ser aplicado tanto no campo como na cidade. Seus princípios estimulam a criação de ambientes equilibradamente produtivos, ricos em alimentos, energia, abrigos e outras necessidades, o que inclui infraestrutura social e econômica. O conceito foi desenvolvido nos anos 70 por Bill Mollison e David Holmgren e originou-se da fusão Agricultura + Permanente. Inicialmente a Permacultura dedicou esforços no planejamento de ecossistemas agrícolas produtivos no sentido de permitir estabilidade, diversidade e flexibilidade aos mesmos à semelhança dos ecossistemas naturais. Pouco a pouco o conceito foi sendo ampliado e aplicado a todos os ramos da atividade humana passando a ter o caráter de Cultura permanente.

A Permacultura é uma síntese das práticas e sabedorias tradicionais com ideias inovadoras. Assim, unindo o conhecimento secular às descobertas da ciência moderna, proporciona ao desenvolvimento integrado de assentamentos humanos, neutralizando ou impactando positivamente o espaço manejado.

Segundo Soares (1998), esta é um sistema holístico de planejamento que ocorre através do desenho da propriedade considerando todas as influências e os inter-relacionamentos que ocorrem entre os elementos de um sistema.

O projeto permacultural envolve o planejamento, a implantação e a manutenção conscientes de ecossistemas produtivos que tenham a diversidade, a estabilidade e a resistência dos ecossistemas naturais. Ele resulta na integração harmoniosa entre as pessoas e a paisagem, provendo, alimentação, energia e habitação, entre outras necessidades materiais e não materiais, de forma sustentável. (SOARES, 1998, n.p.)

Além disso, a Permacultura proporciona conhecimentos para o aproveitamento de todos os recursos (energias) utilizando a maior quantidade possível de funções em cada um dos elementos de uma dada paisagem, com seus múltiplos usos no tempo e no espaço. O excesso ou descarte produzido por plantas, animais e atividades humanas são criteriosamente utilizados para beneficiarem outros elementos do sistema.

A prática da Permacultura está pautada em uma ética que exige um repensar de hábitos e valores, em geral. Os pontos fundamentais estão baseados no tripé: Cuidado com a Terra, Cuidado com as pessoas e Partilha justa dos excedentes.

É importante salientar que na atualidade a metodologia, práticas e ações da permacultura são evidenciadas quando do fomento de políticas públicas voltadas para a qualidade de vida e dos ecossistemas. Em dezembro de 2009 aconteceu em Brasília a 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental. Em seus resultados e recomendações gerais, a Permacultura aparece como ação estratégica prioritária:

Ação estratégica 1.1 - Executar políticas públicas de incentivo a Permacultura, como método de desenvolvimento urbano e rural, incentivando a utilização de energias limpas, o aproveitamento de água de chuvas, programa de uso múltiplos das águas e combate ao desperdício. (BRASIL, 2010, P. 12)

Assim sugerimos a adoção da ética, dos conceitos e das práticas adotadas pela Permacultura, visando um desenvolvimento territorial sustentável. Partes destas estratégias podem ser vistas no capítulo seguinte, sobretudo as que podem ser aplicadas na conservação da umidade em áreas agrícolas.

#### **4.4.1 Cultivando a Água: os caminhos propostos pela Permacultura**

A sistematização e o manejo da água são uma tarefa cara aos agricultores, sobretudo no que concerne às regiões semiáridas, que além da escassez imposta pelas condições climáticas naturais, sofrem ainda mais com o agravamento da situação por conta do desmatamento para a realização de atividade agropecuária.

Porém, segundo estudos conduzidos por Hanzi (1998; 2001), uma das pioneiras da Permacultura no Brasil e fundadora do Instituto de Permacultura da Bahia - IPB é possível à adoção de estratégias de manutenção e retenção da água na propriedade, sendo possível inclusive induzir a re-umidificação da paisagem, *“é possível convidar a água de volta à propriedade rural, através de técnicas de manejo da vegetação. Podemos fazer brotar nascentes que secaram, e limpar riachos turvos. Dispondo de mais de 300 hectares, podemos até influir no regime de chuvas”*.

Segundo autora, a aplicação destas técnicas exige um esforço sim, mas a partir de observações dos sistemas naturais, percebeu-se que sempre onde há vegetação há água, portanto se faz necessário a nobre atitude dos que manejam os agrossistemas em chamarem para si a responsabilidade de aumentar a água disponível, convidando-a de volta a propriedade, transformando um agroecossistema. (HANZI, 1999, p. 39)

Abaixo no Quadro 5 vê-se uma sistematização da relação entre a vegetação e a água proposta por Hanzi (2001, n.p.).

### Quadro 5 - Relação entre vegetação e água

1	A vegetação é composta de água, mais de 90 % da estrutura da planta é composta de água, mesmo uma floresta de caatinga representa uma enorme reserva de água.
2	Um dos subprodutos da decomposição da matéria orgânica é a água, assim um sistema rico em matéria orgânica em decomposição (cobertura morta) é constantemente alimentado com água.
3	Durante a noite as folhas coletam a umidade do ar, e a reciclam para o sistema por meio do orvalho. Esta é uma fonte importante de umidade para o semiárido. Uma árvore frondosa pode ter meio hectare de superfície de folhas, todas coletando água.
4	Quando uma corrente de ar úmido bate numa floresta, esta barreira comprime o ar, tornando-o mais pesado, facilitando a formação de chuva. Se os topos da serra são desmatados perde-se este efeito, assim o ciclo das chuvas assim é quebrado.
5	O húmus formado por detritos de matéria orgânica tem grande capacidade de absorver água, 10 cm de húmus pode armazenar 3 cm de água.
6	As raízes das plantas absorvem a água, não deixando esta escapar do sistema, assim a água é reciclada pela seiva das plantas e transpirada, formando novas nuvens.
7	A vegetação rebaixa a temperatura do solo em cerca de 8 graus, diminuindo a taxa de evaporação. Esta temperatura mais baixa também faz com que as nuvens desçam, facilitando a chegada das chuvas.
8	A árvore cria água por um processo químico, o produto do seu metabolismo em presença da luz solar, é o oxigênio. O produto deste mesmo metabolismo, na escuridão do solo, é o hidrogênio. A chuva leva o oxigênio do ar para dentro do solo, onde encontra o hidrogênio e uma nova molécula de água é criada.

Fonte: HANZI,(adaptado) 2001.

A autora propõe a partir da sistematização posta no Quadro 5, uma série de estratégias de manejo, como vê-se abaixo no Quadro 6.

### Quadro 6 – Estratégias para convidar e manter a água no sistema

1	Reflorestamento dos topos de todas as serras, já que pelo efeito da compressão e condensação do ar, se induz a formação de chuva nos campos abaixo.
2	Matas ciliares nos rios e riachos, fazendo com que a água chegue gradativamente ao longo do ano.
3	Reflorestamento de boqueirões, pois são lugares onde naturalmente se juntam as águas, podendo fazer brotar uma fonte ou um riacho.
4	Quebra-ventos para diminuir a evaporação.
5	Policultivo, incluindo elementos arbóreos que liberam muita matéria orgânica, assim o solo não fica exposto ajudando a conservar a água.
6	Dividir pastos grandes em piquetes menores usando cercas vivas com espécies arbóreas forrageiras.
7	Reuso de toda a água com filtros biológicos feitos de canteiros de plantas aquáticas. 100 litros de água utilizados 3 vezes significam 300 litros de água.
8	Captação e armazenagem de a água da chuva.

Fonte: HANZI, (adaptado) 2001.

Tais estratégias, uma vez adotadas, se revertem em benefícios diretos para o agricultor, bem como para toda a sociedade, pois aumentam a disponibilidade de água, melhoram o clima e as condições do campo, tornando mais produtivo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu concluir que:

Houve uma mudança do perfil da agricultura comercial (cana de açúcar e álcool) para uma agricultura empresarial (bananicultura) na região do Cariri, e que essa mudança parece não promover uma redução quantitativa no uso da água, uma vez que foi observada uma expansão do cultivo irrigado da banana na região.

Mensurando a Água Virtual, verificou-se que a relação de água consumida por quilograma produzido (L/kg) de banana na região mostrou-se um pouco abaixo da média mundial, uma vez que foram encontrados 772 L/kg, sendo a média mundial 790L/kg. Essa água segue como Água Virtual, através da banana, para abastecer, em grande parte, outros centros. Esse volume corresponde a 3.435.400(três milhões quatrocentos e trinta e cinco mil e quatrocentos) carros-pipa que deixaram o território semiárido no ano de 2016, configurando-se uma verdadeira transposição de água as avessas.

A partir da produção de mapas temáticos, foi possível quantificar em 1900 ha as áreas empresariais com bananicultura irrigada, bem como suas respectivas taxas de consumo de água. Enquanto a demanda média de consumo de água pelas bananeiras, nas áreas empresariais irrigadas no resto do mundo, no seu estágio pleno de desenvolvimento, é de 1700 mm, para a região de estudo, a demanda média calculada é 2168 mm. Também foi mapeado o fluxo de Água Virtual que parte do Vale do Cariri em forma de banana, sendo identificado como destino, centros consumidores das zonas urbanas das regiões Norte (Belém), Nordeste (Aracaju, Feira de Santana, Fortaleza, João Pessoa, Maceió, Natal, Recife, São Luiz, Salvador e Teresina) e Sudeste (São Paulo e Rio de Janeiro).

O presente estudo permitiu, ainda, concluir que é importante o conhecimento do real volume de água consumido por parte da cultura da banana a partir de dados locais, uma vez que a partir deste, se permite uma aplicação racional do recurso tendo por base o potencial hídrico da região. Uma vez que o Vale do Cariri é extremamente dependente de águas subterrâneas, o que torna essencial a aplicação de mecanismos de monitoramento e controle dos usos dos aquíferos, evitando um potencial colapso de abastecimento no futuro, ou em circunstâncias de severas estiagens. Assim, deve-se aceitar o desafio e tomar para si a responsabilidade de que somos os verdadeiros

atores de um processo que visa à sustentabilidade integral, e esse processo exige mudanças profundas de percepção, bem como em nossas atitudes cotidianas.

Encerra-se aqui essa contribuição que teve como foco principal inserir um olhar crítico sobre um modelo de produção agrícola ainda visto com certa superficialidade por uma significativa parcela da sociedade, a moderna bananicultura empresarial irrigada. No entanto, faz - se necessário e sugere-se que outros olhares, sob outras perspectivas, sejam lançados no intuito de avançar nesse processo coletivo de reflexão e proposição, acerca de uma gestão responsável de um elemento de caráter multidimensional que é a água, cuja sua disponibilidade de forma íntegra em qualidade e quantidade é imprescindível para que ninguém seja privado de seu acesso, havendo assim justiça social.

### **5.1 Recomendações**

Para uma melhor aferição e análise integral quanto à sustentabilidade desse modelo de agricultura, é necessária a realização de estudos que abordem outras dimensões da sustentabilidade sob um aspecto holístico. É preciso investigar esse sistema para além do marketing daqueles que dele se beneficiam. A (eco) lógica da sustentabilidade sucinta uma incongruência da agricultura empresarial irrigada para exportação realizada em uma região semiárida, uma vez que é utilizado um expressivo volume de água para produzir para o mercado externo, enquanto parte da população local não é provida de água para satisfazer as mais básicas necessidades.

Problemáticas outras devem ser levantadas, a exemplos de questões inevitáveis como a ordem ambiental, já que esta vem ocorrendo na região por meio da prática da pulverização aérea de agrotóxicos, pois é um dos problemas enfrentados pelas monoculturas irrigadas, já que estas são facilmente acometidas de pragas, havendo assim uma sistemática adoção de agrotóxicos. Assim, mesmo levando em consideração seu potencial angariador de recursos financeiros para a região, constitui-se uma flagrante irresponsabilidade do direito humano a um ambiente saudável.

Outra problemática não menos importante que deve ser abordada em pesquisas futuras em associação a questão do agrotóxico, é quanto à contaminação do solo e das reservas de água subterrâneas. Uma vez que um solo decadente produz

plantas deficientes e estas plantas produzem produtos de valor biológico muito baixo, fornecendo alimentos nutricionalmente pobres, deixando as pessoas que os consomem mais vulneráveis à contração de enfermidades de toda ordem.

Tais fatos deixam claro que se deve induzir a escolha política para restringir a produção para exportação de alimentos, que para além de altamente exigentes em água, ainda promovem contaminação do solo, dos mananciais e geram inúmeras enfermidades. Faz-se necessário que as instancias reguladoras, dentre as quais autarquias públicas, comitês de bacia e conselhos temáticos, ponderem a insustentabilidade de determinados sistemas de produção agrícola que não coadunam com a manutenção da vida. Nesse sentido, uma possível chave para um processo de gestão social dos recursos hídricos do território, está associada à instauração de mecanismos jurídicos de controle social, a exemplo de audiências públicas para que seja examinada a sustentabilidade do uso, quando da solicitação da outorga de uso de água, por parte de empreendimentos destinados a agricultura para exportação.

Portanto, não convém aqui negar de maneira intransigente a adoção da irrigação, mas sim de dar visibilidade por meio da exposição de seus limites, assim como a sua contraposição a uma agricultura que almeja antes de tudo a segurança alimentar e hídrica da população do território. Assim, é preciso trabalhar em harmonia com a natureza, e não contra, conservando a água a partir da adoção de práticas ambientalmente ecológicas, economicamente viáveis e socialmente responsáveis.

O certo é que nenhuma política realmente efetiva é livre de custos, e ao custo de um contínuo encolhimento do setor agricultura irrigado para exportação, quantidades suficientes de água poderiam ser salvas para prover abastecimento da população, no entanto, isso significa que seu planejamento deve começar o quanto antes.

Para encerrar, mas sem fechar a questão, torna-se imprescindível avançar nas reflexões acerca de segurança hídrica e alimentar, pautada em uma visão que transcenda o aspecto regional, não pelo organizado mercado globalizado, mas sim por questões óbvias que perpassam uma mudança de paradigmas em função de uma integral sustentabilidade ambiental e, por conseguinte, das próprias populações que com este interagem.

## REFERÊNCIAS

AB’SÁBER. A.N. **A transposição de águas do São Francisco: análise crítica.** Revista USP, (70), 6-13, São Paulo, 2006;

ADECE. **Diagnóstico Propositivo dos Perímetros e Áreas Irrigadas com Fruticultura e Floricultura no Ceará – Versão integrada.** Agência de Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará, Fortaleza, 2013;

-----**Adece e CIPP prospectam investimentos para setor da hortifruticultura cearense na Alemanha.** Governo do Estado do Ceará/ADECE, 07 de Fevereiro de 2019, Sala de Imprensa. Disponível em: < <http://www.adece.ce.gov.br/index.php/sala-de-imprensa/noticias/3-noticias-gerais/44698-adece-divulga-potencialidades-de-negocios-do-estado-durante-fruit-logistica-na-alemanha> > Acesso em: 12/02/2019;

ADERALDO, M. S. **A Floresta Nacional Araripe - Apodi.** Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Ceará – Tomo LXXII, 292-296, Fortaleza, 1954;

ALLAN, J.A. **Virtual Water - the Water, Food, and Trade Nexus Useful Concept or Misleading Metaphor?** Water International, Volume 28, Number 1, March, Water International Water Resources Association. p. 4 – 11, 2003;

ALLEN, R.G. REF-ET: **Reference Evapotranspiration Calculation Software.** 2002;

ALLEN, R.G. et al. **Mapping evapotranspiration at high resolution, application manual for Landsat satellite imagery.** Version 2.0.7. University of Idaho, Kimberly, p. 248, 2010;

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guide lines for computing crop water requirements (Irrigation and Drainage Paper - 56).** FAO, Rome, 1998.;

ANDRADE, M. C. **Modernização e Pobreza – A expansão da agroindústria canavieira e seu impacto ecológico e social.** Editora UNESP, São Paulo, 1994;

ARAÚJO, P. A. G. **A Cidade de Frei Carlos.** Imprensa Universitária da UFC, Fortaleza, 1971;

BASTOS, F. H; CORDEIRO, A. M. N; MACEDO, F. E; AZEVEDO, R. E. S de, **A gestão ambiental nas paisagens da bacia do Araripe no Estado do Ceará.** Confins – Revista Franco – Brasileira de Geografia, 2016;

BEZERRA, A. E; OLIVEIRA, C. W; MORAIS NETO, J. M; DA SILVA, T. I; MEIRELES, A. C. M; DOS SANTOS, H. R. **Eficiência do uso da água de irrigação no cultivo de banana (Musa sp. L.).** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.11, nº.7, p. 1966 - 1974, 2017. Disponível em: <<http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/663>> Acesso em: 03/12/2018;

**BNB. Estudo da competitividade do sistema agroindustrial da cana de açúcar da Região do Cariri.** Banco do Nordeste do Brasil / Fundação de Desenvolvimento Tecnológico do Cariri, Fortaleza, 2001;

**BORTOLIN, N. Consórcio Scania leva clientes a feira na Alemanha e ao #NXTGEN para conhecerem novidades e trocarem experiências.** Revista Carga Pesada, Edição 199, 27 de novembro de 2018, Consórcio SCANIA: Em dia com a tecnologia. Disponível em: <<https://cargapesada.com.br/2018/11/26/em-dia-com-a-tecnologia/#prettyPhoto>> Acesso 02 /01/2019;

**BRASIL. Decreto N° 22.152, de 28 de Novembro de 1932. Limita a produção de assucar no território nacional.** Governo Federal, Rio de Janeiro, 1932;

-----**Decreto N° 23.739, de 23 de janeiro de 1934. – Aprova o Código Florestal.** Governo Federal, Rio de Janeiro, 1934;

-----**Decreto – Lei N° 9.226, de 2 de maio de 1946. – Cria a Floresta Nacional do Araripe.** Governo Federal, Rio de Janeiro, 1946;

-----**Portaria Interministerial N° 1/MI/MD, de 25 de julho de 2012. - Dispõe sobre a realização da Operação Carro – Pipa.** Governo Federal, Brasília, 2012;

-----**1º Conferência Nacional de Saúde Ambiental - Resumo Executivo.** Ministério da Saúde, Brasília, 2010;

**CEARÁ. Decreto Estadual N° 26.603/02 de 14 de maio de 2002. - Dispõe sobre a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2002;

-----**Decreto n° 30.922 de 28 de maio de 2012. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela estiagem.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2012;

-----**Decreto n° 30.984 de 23 de agosto de 2012. – Prorroga o prazo de situação de emergência em municípios afetados pela estiagem.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2012;

-----**Decreto n° 31.053 de 19 de novembro de 2012. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela estiagem.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2012;

-----**Decreto n° 31.128 de 20 de fevereiro de 2013. – Prorroga a situação de emergência em municípios afetados pela estiagem.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2013;

-----**Decreto n° 31.214 de 21 de maio de 2013. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2013;

-----**Decreto n° 31.338 de 31 de outubro de 2013. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca.** Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2013;

-----Decreto nº 31.475 de 08 de maio de 2014. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2014;

-----Decreto nº 31.619 de 05 de novembro de 2014. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2014;

-----Decreto nº 31.752 de 24 de junho de 2015. – Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2015;

-----Decreto nº 31.808 de 22 de outubro de 2015. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2015;

-----Decreto nº 31.931 de 18 de abril de 2016. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2016;

-----Decreto nº 32.069 de 14 de outubro de 2016. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2016;

-----Decreto 32.263 de 19 de junho de 2017. - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2017;

-----Decreto 32.458 de 15 de dezembro de 2017 - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2017;

-----Decreto 32.715 de 13 de junho de 2018 - Declara situação de emergência em municípios afetados pela seca. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2018;

-----Extrato de Dispensa de Licitação Nº do Documento 07/2013 - Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará S.A OBJETO: aquisição do Parque Industrial e correspondente terreno da Usina Manoel Costa Filho S.A. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2013;

-----Lei N.º 18/15 de 18 de dezembro de 2018 - Inclui dispositivo na Lei Estadual nº 12.228 - Art. 28-B – É vedada a pulverização aérea de agrotóxicos na agricultura no Estado do Ceará. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2018;

COGERH. **Vamos conhecer o Salgado**. 1º Edição, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, Fortaleza, 2008;

-----**Águas Subterrâneas da Bacia Sedimentar do Araripe**. 1º Edição Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, Fortaleza, 2011;

-----**XXII Seminário de Alocação Negociada das Águas dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú 2015.2 (Relatório)**. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará, Limoeiro do Norte, 2015;

-----**Estudos das Águas Subterrâneas da Bacia do Araripe (Relatório Síntese dos Estudos Qualitativos e Quantitativos)**. COGERH/IPECE/SRH, Fortaleza, 2017;

CORRÊA, L. C; CORRÊA, C. E. **Caracterização geral da região do Araripe e distinção entre diferentes denominações Pp. 23 a 47**. In ALBUQUERQUE, U. P; MEIADO, M. V(Ed.) Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe, NUPEEA, Recife, 2015;

DECLARAÇÃO DE FORTALEZA. **Encontro por uma Nova Cultura da Água n América Latina**. Cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil, 9 de dezembro de 2005;

DÉ CARLI, G. **História Contemporânea do Açúcar no Brasil**. Instituto do Açúcar e do Alcool, Rio de Janeiro, 1940;

DINIZ, J. A. O. **Transposição do São Francisco e a Chapada do Araripe**. Revista Águas Subterrâneas, p 1 – 4, São Paulo, 2013;

EMBRAPA. **Tabela - Produção brasileira de banana 2017**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisas Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2018. Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/banana/b32\\_banana.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b32_banana.pdf)> Acesso em: 31/12/2018;

-----**Irrigação da Bananeira**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Brasília, 2012;

FAEC. **Documento Público de Apoio a Manutenção da Pulverização Aérea no Estado do Ceará**. Pacto de Cooperação da Agropecuária Cearense - AGROPACTO Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará, Fortaleza, 2017;

FARIAS FILHO, W. A. **Crato: evolução urbana e arquitetônica 1740-1960**. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora, 2007;

FIGUEIREDO FILHO, J. A. **Engenhos de Rapadura do Cariri**. Documentário da Vida Rural N.º13, Ministério da Agricultura - Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro, 1958;

FISHELSON, G. The Allocation and Marginal Value Product of Water In Israeli Agriculture. **Studies in Environmental Science**, p. 427 – 440, 1994;

FUNCEME. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos - Mesorregião do Sul Cearense**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza, 2012;

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Disponível em: < <https://www.google.com.br/earth/> > Acesso em 31/01/2019;

GASPAR, L. **Engenhos de rapadura**. Pesquisa Escolar Online, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: < <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/> > Acesso em: 01/12/2018;

GUEDES, M. **Carburante Líquido nas Distillarias Centraes**. Brasil Açucareiro – Anno V Volume X N.1 – Comentários da Imprensa, p. 163 e 164, Instituto do Açúcar e do Alcool, Rio de Janeiro, 1937. Disponível em: <<http://memoria.org.br/pub/meb000000456/brasilacucar1937v10set/brasilacucar1937v10set.pdf>> Acesso em: 10/12/2018;

HANZI, M. **O Sítio Abundante – Co-criando com a Natureza**. Instituto de Permacultura da Bahia, Salvador, 1999;

-----**Cultivando a Água**, e-mail, 2001;

HOEKSTRA, A.Y. **Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade**. Delft: UNESCO-IHE, 2003. (Value of water research report series, n.12);

HOEKSTRA, A.Y; HUNG, P.Q. **Virtual Water Trade - A Quantification of Virtual Water Flows between nations in relation to international crop trade**. Value of water research report series n. 11, 2002;

HOLMGREN, D. **Os Fundamentos da Permacultura**. Tradução: PIERGILI, A. V. P; FREITAS, A. Austrália, 2007;

IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Crato, 2005;

IAA. **Usina Maracajá**. Brasil Açucareiro – Anno V Volume IX N.5 - Notas e Comentários, p. 288, Instituto do Açúcar e do Alcool, Rio de Janeiro, 1937. Disponível em:<<http://www.memoria.nemesis.org.br/pub/meb000000456/brasilacucar1937vol9jul/brasilacucar1937vol9jul.pdf>> Acesso em: 16/12/2018;

IBGE. **Produção Agrícola - Lavoura Permanente / Missão Velha (CE)**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/missao-velha/pesquisa/15/11863?ano=2012>> Acesso em: 10/12/2018;

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Instituto Nacional de Meteorologia Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> > Acesso em: 20/12/ 2018;

JOAQUIM JUNIOR, **Fazendas produzem mais de 80 mil toneladas de banana**. Jornal do Cariri, Juazeiro do Norte, 05 dezembro 2017, Metropolitana, p. 06;

MACEDO, M. A. de. **Observações sobre as secas do Ceará e os meios de aumentar o volume das águas nas correntes do Cariri**. In: ROSADO, Vingt-Um; ROSADO, América (orgs.) Décimo quarto livro das secas (Coleção Mossoroense, 369). Mossoró: ESAM, 1987, p. 15- 166. (originalmente publicado em: Revista do Instituto Politécnico do Brasil, n. 11, Rio de Janeiro, 1871;

MOLLISON, B. **Introdução a Permacultura**. Tradução SOARES, A. L. J. S Brasília: MA/SDR/PNFC, Brasília, 1998;

NOVACANA. **Um ano após leilão de usina cearense, só crescem pés de bananas**. Revista Eletrônica Nova Cana, Curitiba, 04 junho 2014, Usina, n.p.;

O ESTADO. **Heitor cobra investigação do MP em usina**. Jornal O Estado, Fortaleza, 14 junho 2018, Política, n.p.;

OLIVEIRA, M. A. S. **Nível Tecnológico e Seus Fatores Condicionantes na Bananicultura de Mauriti – CE**. Pós Graduação em Economia Rural (dissertação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003;

O POVO. **Irrigação consome 62% da água no Ceará; 13% vai para a indústria**. Jornal O Povo, Fortaleza, 06 de fevereiro 2015, Ceará, n.p.;

PINHEIRO, I. **O Cariri: seu descobrimento, povoamento e costumes**. Fortaleza, Instituto Cultural do Cariri, 1950;

RODRUGUES, A. **Vestígios de engenhos do Cariri podem ser reunidos em museu**. Jornal Diário do Nordeste, Fortaleza, 09 junho 2018, Região, n.p.;

-----**Cultura do açúcar é substituída pela banana em Barbalha**.  
Jornal Diário do Nordeste, Fortaleza, 18 novembro 2017, Região, n.p.;

SÁ, M. Y. C. F. de. **Os homens que faziam o Tupinambá moer: experiência e trabalho em engenhos de rapadura no Cariri (1945-1980)**. Dissertação de mestrado, Pós – Graduação em História Social/Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007;

SABIA, J. R; LIMA, A. F. de O; SOBREIRA JUNIOR, F. de A. V. **Método Analytic Hierarchy Process - AHP aplicado a Pegada Hídrica na Região Metropolitana do Cariri**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, 2015. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_214\\_266\\_27082.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_214_266_27082.pdf) > Acesso em: 25/12/2018;

SOARES, A. L. J. **Conceitos Básicos sobre Permacultura**. Programa Novas Fronteiras da Cooperação - Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília, 1998;

SOARES, D. **O Cariri – Crato e Juazeiro do Norte – estudo de geografia regional**. Crato, Faculdade de Filosofia do Crato, 1968;

SOCOLOSKI, A; GRZEBIELUCKAS, C; COSTA, S. J; ANA PAULA SILVA DE ANDRADE, A. P. S. de; RIBEIRO, M. A. **Pegada Hídrica: um estudo bibliométrico das produções científicas na base de dados REDALYC**. XIX Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/19/anais/arquivos/115.pdf>> Acesso em: 13/01/2019;

SRH. **Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará**. Secretária de Recursos Hídricos do Ceará, Fortaleza, 2018;

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects**. Department of Economic and Social Affairs - Population Division / United Nations, New York, 2018. Disponível em: < <https://population.un.org/wup/> > Acesso em: 13/01/2019;

MEKONNEN, M.M. e HOEKSTRA, A. Y. **The Green, Blue and Grey Water Footprint of Crops and Derived Crop Products – volume 1: Main Report**. UNESCO / IHE Institute for Water Education, Delf, 2010;

URBAN, T. **Saudade do matão – relembrando a história da natureza no Brasil**. Editora UFPR, Curitiba, 1998;

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **LANDSAT 8 OLI/TIRS (imagens)**. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov> >. Acesso em: 20/12/ 2018;

VALENTE, I. **Campanha contra a exportação de Água Virtual**. Gabinete Deputado Federal Ivan Valente – PSOL/SP, Mandato 2015/2018, São Paulo, 2015.