

AGRONOMIA e PECUÁRIA

Transformação e Produção Nacional

Jader Silveira (Org.)



Editora
REALCONHECER

AGRONOMIA e PECUÁRIA

Transformação e Produção Nacional

Jader Silveira (Org.)



Editora
REALCONHECER

© 2022 – Editora Real Conhecer

editora.realconhecer.com.br

realconhecer@gmail.com

Editor Chefe e Organizador: Jader Luís da Silveira

Editoração e Arte: Resiane Paula da Silveira

Capa: Freepik/Real Conhecer

Revisão: Respectiveos autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Ma. Jaciara Pinheiro de Souza, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Dra. Náyra de Oliveira Frederico Pinto, Universidade Federal do Ceará, UFC

Ma. Emile Ivana Fernandes Santos Costa, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Me. Rudvan Cicotti Alves de Jesus, Universidade Federal de Sergipe, UFS

Me. Heder Junior dos Santos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP

Ma. Dayane Cristina Guarnieri, Universidade Estadual de Londrina, UEL

Me. Dirceu Manoel de Almeida Junior, Universidade de Brasília, UnB

Ma. Cinara Rejane Viana Oliveira, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Esp. Jader Luís da Silveira, Grupo MultiAtual Educacional

Esp. Resiane Paula da Silveira, Secretaria Municipal de Educação de Formiga, SMEF

Sr. Victor Matheus Marinho Dutra, Universidade do Estado do Pará, UEPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S587a Silveira, Jader Luís da
Agronomia e Pecuária: Transformação e Produção Nacional -
Volume 1 / Jader Luís da Silveira (organizador). – Formiga (MG):
Editora Real Conhecer, 2022. 154 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-84525-29-0
DOI: 10.5281/zenodo.6987129

1. Agronomia. 2. Pecuária. 3. Transformação. 4. Produção
Nacional. I. Silveira, Jader Luís da. II. Título.

CDD: 630
CDU: 63

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Real Conhecer
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001
editora.realconhecer.com.br
realconhecer@gmail.com
Formiga - MG

Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:
<https://editora.realconhecer.com.br/2022/08/agronomia-e-pecuaria-transformacao-e.html>



AUTORES

ADEILDO CABRAL DA SILVA
ALANA PEREIRA INÁCIO
ALANE FEITOSA DE MACÊDO
ALOISIO FREITAS CHAGAS JUNIOR
ANA CAROLINA PETRY
ANDERSON DE SOUZA MATOS GADEA
ANNY CAROLINE OLIVEIRA DE OLIVEIRA
CAIO ENRIQUE MOURA SEARA
CAIO RENDERSON BRITO
EDUARDO COHIM
FABIANNY JOANNY BEZERRA C. DA SILVA
FRANCISCA JEANNE SIDRIM DE FIGUEIREDO MENDONÇA
GEORGE ÉMERSON PEREIRA FARIAS
GISLANNE BRITO DE ARAÚJO BARROS
HELAYNE DA SILVA MELO
HIÊDA DA SILVA MELO
ISIS GOMES DE BRITO SOUZA
JACK ENDRICK PASTRANA MOJICA
JADER DE OLIVEIRA SANTOS
JADSON ALVES DA COSTA
JULIANA FARIAS ARAUJO
JULIANA PAGGIARO
LAÍSA MARIA RESENDE CASTRO
LÍDIA GOMES DE CASTRO
NÁJILA REJANNE ALENCAR JULIÃO CABRAL
RITA DE CASSIA CARVALHO DA SILVA
ROSANDRO BOLIGON MINUZZI
SABRINA RIBEIRO DA SILVA
SÉRGIO RODRIGUES DE SOUZA
TALITA PEREIRA DE SOUZA FERREIRA
VANDERLAN FEITOSA DE MACEDO
VINÍCIUS DA SILVA SANTOS
WELTON SANTOS SIMÕES DE OLIVEIRA

APRESENTAÇÃO

A atividade agropecuária é muito importante, pois faz parte da economia primária. É ela quem fornece alimentos e matérias-primas para a produção de outros itens. As condições de clima e de solo brasileiro são excelentes para esse setor, que participa de grande fatia do PIB nacional.

A Agronomia atua no planejamento, organização e acompanhamento do preparo e cultivo do solo, no combate de pragas e doenças, na colheita, armazenamento e distribuição da safra.

A Agronomia envolve pesquisas e desenvolvimento de técnicas que melhoram os resultados da agropecuária. Exemplos são o manejo de irrigação, a engenharia rural, recomendação de quantidade de fertilizantes, melhoria nos produtos, fitotecnia, zootecnia, seleção de variedades resistentes à seca, melhoramento animal e vegetal.

Também contribui no desenvolvimento de novos agrotóxicos, tecnologia de colheita, secagem e armazenagem de produtos agropecuários. Abrange a agroindústria, economia rural, meio ambiente, mecanização agrícola e técnicas de cultura de células in vitro.

Atividades rurais como a horticultura, zootecnia, engenharia rural, e ciências humanas como economia, sociologia e antropologia rurais e ecologia agrícola são também objeto de sua compreensão.

Essas abordagens estão pautadas nos conhecimentos científicos - e não em valores e crenças pessoais. Os conteúdos da presente obra, apresentam considerações pertinentes sobre os temas abordados diante o meio de pesquisa e/ou objeto de estudo.

Desta forma, este primeiro volume da publicação tem como um dos objetivos, garantir a reunião e visibilidade destes conteúdos científicos por meio de um canal de comunicação preferível de muitos leitores. É possível verificar a utilização de muitas metodologias de pesquisa aplicadas, assim como uma variedade de objetos de estudo.

SUMÁRIO

<p>Capítulo 1 TOROH: FERRAMENTA PARA DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE CISTERNAS <i>Juliana Farias Araujo; Anderson de Souza Matos Gadea; Caio Enrique Moura Seara; Jadson Alves da Costa; Eduardo Cohim</i></p>	9
<p>Capítulo 2 CONTROLE BIOLÓGICO DO FUNGO <i>Rhizopus</i> sp. EM MORANGOS PÓS-COLHEITA <i>Hiêda da Silva Melo; Sabrina Ribeiro da Silva; Juliana Paggiaro; Anny Caroline Oliveira de Oliveira; Caio Renderson Brito; Helayne da Silva Melo; Talita Pereira de Souza Ferreira; Aloisio Freitas Chagas Junior</i></p>	31
<p>Capítulo 3 EVOLUÇÃO TEMPORAL DA DINÂMICA FENOLÓGICA DE CULTIVOS E TECIDOS VERDES NO SEMIÁRIDO: UMA INTERPRETAÇÃO DE ASSINATURAS ESPECTRAIS DE NDVI <i>Jack Endrick Pastrana Mojica; Jader de Oliveira Santos; Lídia Gomes de Castro; Alana Pereira Inácio</i></p>	49
<p>Capítulo 4 MÉTODOS HIDROLÓGICOS USADOS NO DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO – ESTUDO DE CASO DA BARRAGEM CERAÍMA-BA <i>Welton Santos Simões de Oliveira; Fabianny Joanny Bezerra C. da Silva</i></p>	71
<p>Capítulo 5 USO POTENCIAL DAS ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS PARA A PRODUÇÃO DE GRÃOS COMO ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DO DESMATAMENTO <i>Vinicius da Silva Santos; Sérgio Rodrigues de Souza</i></p>	83
<p>Capítulo 6 GEOPARK ARARIPE E REPRESENTATIVIDADE DO CAPITAL NATURAL <i>George Émerson Pereira Farias; Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral; Adeildo Cabral da Silva; Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça</i></p>	97
<p>Capítulo 7 MODELO PREDITIVO PARA ESTIMATIVA INICIAL DE SAFRA DO MILHO E DA SOJA EM ALGUMAS MICRORREGIÕES DO SUL DO BRASIL <i>Ana Carolina Petry; Rosandro Boligon Minuzzi</i></p>	105

Capítulo 8 LEVANTAMENTO DAS PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS PELA POPULAÇÃO DE AROEIRAS DO ITAIM - PI <i>Vanderlan Feitosa de Macedo; Isis Gomes de Brito Souza; Gislanne Brito de Araújo Barros; Alane Feitosa de Macêdo; Laísa Maria Resende Castro</i>	122
Capítulo 9 PERFIL DOS CONSUMIDORES DE HORTALIÇAS NA CIDADE DE PICOS - PI <i>Rita de Cassia Carvalho da Silva; Isis Gomes de Brito Souza; Gislanne Brito de Araújo Barros; Vanderlan Feitosa de Macedo</i>	138
AUTORES	149

Capítulo 1
TOROH: FERRAMENTA PARA DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE
CISTERNAS

Juliana Farias Araujo
Anderson de Souza Matos Gadea
Caio Enrique Moura Seara
Jadson Alves da Costa
Eduardo Cohim



TOROH: FERRAMENTA PARA DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE CISTERNAS

Juliana Farias Araujo¹

Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Anderson de Souza Matos Gadea²

Professor titular na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Caio Enrique Moura Seara³

Graduando na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Jadson Alves da Costa⁴

Graduando na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Eduardo Cohim⁵

Professor titular na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Resumo: Os sistemas de aproveitamento de água de chuva (SAAC) vêm sendo cada vez mais utilizados. Nesse contexto, este trabalho objetiva apresentar a ferramenta computacional TOROH, que auxilia na análise, no dimensionamento, na otimização e no estudo da viabilidade financeira da construção desses sistemas. Nesse processo, são utilizadas as equações do balanço hídrico seriado com intervalo diário e as de custo de construção da área de captação e da cisterna para determinar a combinação desses componentes que minimiza os custos de implementação. Também foram simulados três estudos de casos, considerando a demanda da pecuária, a agrícola e a soma das duas na região de Feira de Santana – Bahia – Brasil. Como resultado, obteve-se que SAAC ótimo para atender à irrigação suplementar com déficit hídrico é

¹ Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental, julianafariaz1996@gmail.com

² Doutor em Engenharia Civil, agadea@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Civil, caiomseara@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Civil, costajadson2001@hotmail.com

⁵ Doutor em Energia e Ambiente, edcohim@gmail.com

constituído por uma área de captação de 180 m² e por um volume de cisterna de 47,1 m³, sendo necessário um investimento de R\$16.750,8. Esse custo é apenas 14% inferior ao indicado para implementar o SAAC para atender a essa demanda conjuntamente com a da dessedentação de dois rebanhos de 50 cabras no ano, proporcionando o melhor aproveitamento da água armazenada e possibilitando gerar mais renda para o pequeno agricultor. Também foi indicada a viabilidade financeira da implementação do SAAC para atender à demanda agrícola, sendo obtido Valor Presente Líquido positivo e quociente entre receitas e custos superior a um. Por fim, ressalta-se que as etapas realizadas no TOROH colaboram com o Plano Nacional de Recursos Hídricos e proporcionam SAACs otimizados que possibilitam melhorias no que tange à segurança hídrica e alimentar das famílias.

Palavras-chave: Modelagem computacional. Eficiência de Atendimento. Tecnologias sociais. Convivência com o Semiárido.

Abstract: Rainwater use systems (RWHS) are increasingly being used. In this context, this work aims to present the TOROH computational tool, that assists in the analysis, sizing, optimization and study of the financial viability of the construction of these systems. In this process, the equations of the serial water balance with daily interval and the cost of construction of the catchment area and the cistern are used to determine the combination of these components that minimizes implementation costs. Three case studies were also simulated, considering the demand of livestock, agriculture and the sum of the two in the region of Feira de Santana - Bahia - Brazil. As a result, it was obtained that RWHS optimal to meet the supplementary irrigation with water deficit consists of a catchment area of 180 m² and a cistern volume of 47.1 m³, and an investment of R\$16,750.8 is necessary. This cost is only 14% lower than indicated to implement the RWHS to meet this demand together with the watering of two herds of 50 goats in the year, providing the best use of stored water and enabling generating more income for the small farmer. It was also indicated the financial viability of the implementation of RWHS to meet the agricultural demand, being obtained positive Net Present Value and quotient between revenues and costs greater than one. Finally, it is emphasized that the steps performed at TOROH collaborate with the National Water Resources Plan and provide optimized RWHSs that enable improvements in terms of water and food safety of families.

Keywords: Computational modeling. Service Efficiency. Social technologies. Coexistence with the semiarid.

INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira concentra a maior população rural do país e apresenta atributos que comprometem a oferta de água, resultando em rios com regime predominantemente temporário e na baixa disponibilidade de recursos subterrâneos com qualidade adequada para atender à irrigação, à agricultura e aos fins domésticos (ASA, 2021a; BAPTISTA; CAMPOS, 2014; IBGE, 2018). Como exemplo desses atributos, têm-se as altas taxas de evapotranspiração e a disponibilidade predominante de solos rasos e de embasamento geológico cristalino,

o que dificulta o armazenamento da água. Além disso, a região apresenta regime de chuvas muito variado, sendo marcado pela irregularidade e por secas periódicas e prolongadas, de modo que o semiárido já sofreu com 48 episódios de secas, dos quais 19 duraram ao menos dois anos, desde o século XVI (FARRICK; BRANFIREUN, 2015; LEDRU *et al.*, 2020).

Nesse contexto, é de grande valia o incentivo às técnicas de abastecimento hídrico que considerem as peculiaridades locais, como a incerteza do período chuvoso, que é melhor definido pela irregularidade do que pela escassez real, o crescimento populacional e a necessidade de aumento da produção de alimentos (ANDRADE *et al.*, 2017).

Exemplo dessas técnicas são os sistemas de aproveitamento de água de chuva (SAAC), que proporcionam o abastecimento hídrico descentralizado, trazendo benefícios para as áreas rurais, pois disponibilizam uma fonte hídrica que apresenta boa qualidade decorrente do processo de destilação natural relacionado ao ciclo hidrológico, contribuindo para o aumento da produção de alimentos de origem animal e vegetal. Assim, trazem melhorias no que tange à segurança alimentar, hídrica e nutricional e à geração de renda para os agricultores familiares (ASA, 2021b; SÁNCHEZ; COHIM; KALID, 2015).

Para se ampliar esses benefícios, é preciso dimensionar os SAACs. Contudo, a NBR 15527 (ABNT, 2019), que trata sobre o uso desses sistemas no Brasil, não faz a especificação de um método de dimensionamento, determinando apenas que devem ser considerados os critérios econômicos, técnicos e ambientais. Além disso, devem ser avaliados a área de captação, o regime pluviométrico e a demanda.

A consideração dessas variáveis faz com que o dimensionamento dos SAACs seja bastante complexo e demorado (MARCONI; BRANDÃO, 2018). Nesse sentido, trazem contribuições as alternativas que auxiliem nessa tomada de decisão e proporcionem resultados confiáveis obtidos de modo não laborioso.

Nesse contexto, este trabalho objetiva apresentar a ferramenta computacional TOROH, que possibilita o dimensionamento e a otimização de sistemas de água da chuva e a realização da análise financeira da sua implementação. Também serão apresentados três estudos de caso focados em uma localidade brasileira semiárida para exemplificar uma das aplicações do programa.

METODOLOGIA

A ferramenta computacional TOROH teve seu desenvolvimento iniciado com o trabalho de Giffoni (2019) para dessedentação animal. Neste atual estudo, o seu código foi atualizado e reescrito na linguagem livre *Python 3*, com acréscimos de novas funções.

Dentre as novas funcionalidades do programa, aponta-se a análise do SAAC em áreas urbanas em que há o abastecimento híbrido decorrente da água oriunda da concessionária e dos SAACs. Já para as áreas rurais, o TOROH possibilita analisar, dimensionar e otimizar o SAAC, considerando a água da chuva como sendo a única fonte hídrica, seja por apresentar qualidade superior às das outras disponíveis ou por conta da irregularidade do abastecimento da concessionária em localidades remotas.

Este trabalho está focado na apresentação de algumas das funcionalidades das áreas rurais, que inclui o estudo de demandas diárias fixas e as variáveis ao longo do tempo. Desse modo, possibilita-se a análise de SAAC para atender à demanda de rebanhos, de moradores e de sistemas de irrigação que não possuem uma necessidade hídrica diária fixa. No TOROH, é possível inclusive converter as lâminas de irrigação em volume por meio da Equação 1.

$$D(t) = \frac{0,4 \times A \times \text{IRN}}{\text{Efi}} \quad (1)$$

Em que: $D(t)$ corresponde à demanda diária da irrigação (L); IRN , à irrigação total (mm); Efi , à eficiência de aplicação (%); A , à área de irrigação (m^2). A constante 0,4 representa o valor mínimo para o percentual de área molhada recomendado para o semiárido (EMBRAPA, 2009).

Foram implementadas as Equações 2, 3 e 4 do balanço hídrico seriado com intervalo diário, as quais foram apresentadas por Fewkes (2000).

$$Q_{(t)} = P_{(t)} \times A \times C \quad (2)$$

$$Y_{(t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} D_{(t)} \\ V_{(t-1)} + \theta Q_{(t)} \end{array} \right. \quad (3)$$

$$V_{(t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{(t-1)} + Q_{(t)} - Y_{(t)} \\ R - (1 - \theta)Y_{(t)} \end{array} \right. \quad (4)$$

Em que: $Q_{(t)}$ se refere à quantidade de água (litros), que flui para o reservatório no intervalo de tempo t (dia); $P_{(t)}$ corresponde à precipitação nesse período (mm); A é a área de captação (m^2), C ao coeficiente de escoamento superficial e θ é um coeficiente adimensional varia de 0 a 1, admitido como $\theta = 0,5$, com o intuito abordar uma situação intermediária. As outras variáveis estão expressas em litros e $D_{(t)}$ refere-se à demanda diária total no período t ; $Y_{(t)}$ é o volume de água utilizado para suprir a demanda; $V_{(t)}$ é o volume armazenado no reservatório e R é a capacidade do reservatório.

Também foi implementada a Equação 5, que permite calcular a Eficiência de Atendimento (EA).

$$EA(\%) = \frac{\sum Y_{(t)}}{\sum D_{(t)}} 100 \quad (5)$$

Em que: $\sum D_{(t)}$ e $\sum Y_{(t)}$ correspondem ao somatório da quantidade de água demandada e ao volume utilizado, respectivamente, durante o período estudado.

A otimização em áreas rurais tem como função objetivo a minimização do custo total envolvido na construção do SAAC, incluindo o referente à captação e à cisterna. Assim, são avaliadas todas as combinações encontradas que atendem a EA mínima especificada e determinada a que apresenta o menor custo total.

A análise da viabilidade financeira do SAAC em áreas rurais é realizada por meio do cálculo do Valor Presente Líquido (Equação 6) e do quociente entre receitas e os custos (Re/C) (Equação 7).

$$VPL = Re \times \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right) - D \times \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right) - S \quad (6)$$

Em que: VPL corresponde ao Valor Presente Líquido; i , à taxa mínima de atratividade (TMA); n , ao número de anos; Re , às receitas anuais decorrentes da produção possibilitada pela implementação do SAAC; D , às despesas anuais e S , aos investimentos necessários para a construção do SAAC.

$$Re/C = \frac{Re \times \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right)}{D \times \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right) + S} \quad (7)$$

Estudos de caso

Neste trabalho, foram simulados três estudos de caso para exemplificar aplicações da ferramenta computacional TOROH, a saber: 1) cisterna-calçadão no atendimento da irrigação suplementar com déficit hídrico utilizada no cultivo do milho em uma área de 4.000 m²; 2) cisterna-calçadão no atendimento de dois rebanhos de 50 cabras no ano; 3) cisterna-calçadão no atendimento conjunto dessas duas demandas. No estudo de caso 1, também foi realizada a análise financeira para verificar se é viável a implementação do SAAC.

Em todas as simulações foi adotado o coeficiente de escoamento superficial de 0,8 e foram utilizadas as séries históricas dos dados climatológicos da região brasileira de Feira de Santana, a qual está localizada no estado da Bahia e apresenta clima semiárido. Esses dados foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia, abrangendo 20 anos (1998-2017) (INMET, 2018) e as falhas dos dados de evapotranspiração de referência foram preenchidas com a série encontrada no *AquaCrop* (FAO, 2021), o qual utiliza o método padrão de Penman-Monteith (ALLEN *et al.*, 1998). Já as falhas de precipitação e de temperatura mínima e máxima foram preenchidas a partir dos dados disponibilizados por Xavier, King e Scalon (2016). Essa série sem falhas apresenta precipitação média anual de 705 mm, evapotranspiração potencial média anual de 1.159 mm, temperatura mínima média anual de 20 °C e máxima de 30 °C.

A concepção da cisterna-calçadão para atender às demandas, com EA de 75% (ZHU *et al.*, 2015), foi baseada nas técnicas construtivas estabelecidas pelo Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), ou seja, um calçadão pavimentado para captar a água de chuva e uma cisterna de placas de concreto, construída na parte mais baixa do terreno, para armazenar o volume captado. Para a conexão do calçadão com a cisterna, foi previsto um conjunto de tubos de PVC. As despesas decorrentes da contratação de mão de obra foram contabilizadas, porém, não foi considerada a manutenção do sistema.

Para definir as curvas de melhor ajuste a ser inserida no TOROH para possibilitar a otimização da cisterna-calçadão, foram realizados orçamentos dos materiais e da mão de obra necessários para a sua construção, em uma planilha eletrônica, para as cisternas com capacidades de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80 e 100 m³, possibilitando a interpolação para se obter o custo de cisterna para qualquer

volume nesse intervalo. O mesmo procedimento foi realizado para a área de captação, e foram consideradas as seguintes áreas: 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 m². Nesse processo, foi utilizado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2021) e o banco de dados do Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE, 2021).

Estudo de caso 1

Foi utilizada a estratégia de irrigação denominada Técnica Evolutiva Global para Programação Ótima de Irrigação (GET-OPTIS) (SCHÜTZE; PALY; SHAMIR, 2011) para estimar a produção do milho em uma área de 4.000 m² e para criar o arquivo de demanda diária da irrigação suplementar com déficit hídrico. Essa estratégia está disponível no *Deficit Irrigation Toolbox* (SCHÜTZE; MIALYK, 2019) e utiliza algoritmos evolutivos criados por Schütze, Paly e Shamir (2011) para criar essa série diária de demanda de irrigação. Para isso, é realizada a alocação quantitativa e temporal de uma lâmina total com objetivo de que maximizar a produção por volume de água, gerando uma demanda variável ao longo do tempo.

Neste estudo, foi alocada a lâmina total de 60 mm por m² e foi definida a data de plantio como primeiro de maio, a fim enquadrar o cultivo nos meses que apresentam as menores temperaturas e déficits hídricos e os maiores volumes de chuvas, que são maio, junho e julho. Além disso, é geralmente entre esses meses que se realizam os principais cultivos agrícolas da região, de acordo com o calendário agrícola da região (SANTOS; MARTINS; SANTOS, 2018). Finalmente, foram utilizados os dados apresentados na Tabela 1 para calibrar o modelo.

Para realizar a análise financeira, considerou-se a análise para um período de 20 anos, por ser essa a vida útil do SAAC, e a TMA foi definida como 2,94%, correspondente à taxa Selic média anual (BCB, 2021).

Tabela 1 - Dados do solo e da cultura necessários para realizar as modelagens

Característica	Valor	Unidade	Fonte
Altura máxima da planta	2	m	Allen <i>et al.</i> (1998)
Capacidade de Campo e Ponto de Murcha Permanente do solo (Textura franco-arenosa)	22%; 10%	-	Raes (2017)
Coefficiente basal inicial e médio	0,15; 1,15	-	Allen <i>et al.</i> (1998)
Coefficientes da cultura	0,72; 1,11; 1,49; 1,09	-	Alves <i>et al.</i> (2014)
Duração das fases fenológicas	25; 28; 23; 32	dias	Alves <i>et al.</i> (2014)

Produtividade máxima	7	t. ha ⁻¹	Doorenbos e Kassam (1979)
Profundidade inicial da semente	6	cm	Valentini <i>et al.</i> (2021)
Profundidade máxima efetiva	1,3	m	Allen <i>et al.</i> (1998)

Os investimentos iniciais envolvidos na construção do SAAC foram obtidos na etapa de otimização da cisterna-calçadão. Também foi considerado um kit para irrigação de gotejamento destinado à agricultura familiar fabricado pela empresa Netafim, o qual permite a irrigação de áreas de até 500 m² e é composto por válvulas de controle, filtros, tubos de distribuição de água e por linhas de irrigação por gotejamento (NETAFIM, 2019). Nesse kit não é incluído um reservatório elevado, assim também foi considerado uma caixa d'água em polietileno de 500 litros, o qual vai ser abastecido pela água de chuva armazenada no SAAC elevada por uma motobomba autoescorvante a gasolina.

Já os insumos necessários para cada cultivo do milho foram estimados a partir dos dados apresentados na Tabela 2. Ressalta-se que não se considerou o esterco, pois foi adotado que seria utilizado o produzido na própria comunidade agrícola.

Tabela 2 – Insumos necessários para cada período o cultivo do milho, em uma área de 4.000 m²

Descrição	Quant.	Unid.	Referência
Calcário	74	kg	Massad <i>et al.</i> (2014)
Herbicida	1	L	Oliveira <i>et al.</i> (2018)
Inseticida	0,5	L	Oliveira <i>et al.</i> (2018)
Semente de milho	10.000	un.	Lira <i>et al.</i> (2010)

Apesar do objetivo da construção do SAAC em uma localidade semiárida ser a garantia da segurança alimentar e hídrica dos agricultores familiares, considerou-se que as receitas anuais decorrem da situação hipotética da venda de toda a produção, avaliando o preço médio anual divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento: R\$1,18 por quilo de milho (CONAB, 2021)

Estudo de caso 2

Na análise para fins pecuários, foi avaliada a necessidade hídrica diária de 250 L, que é a suficiente para atender dois rebanhos de 50 cabras por ano, considerando a demanda per capita diária de 5L.dia⁻¹ e o período de crescimento das cabras de seis meses (IABS, 2011).

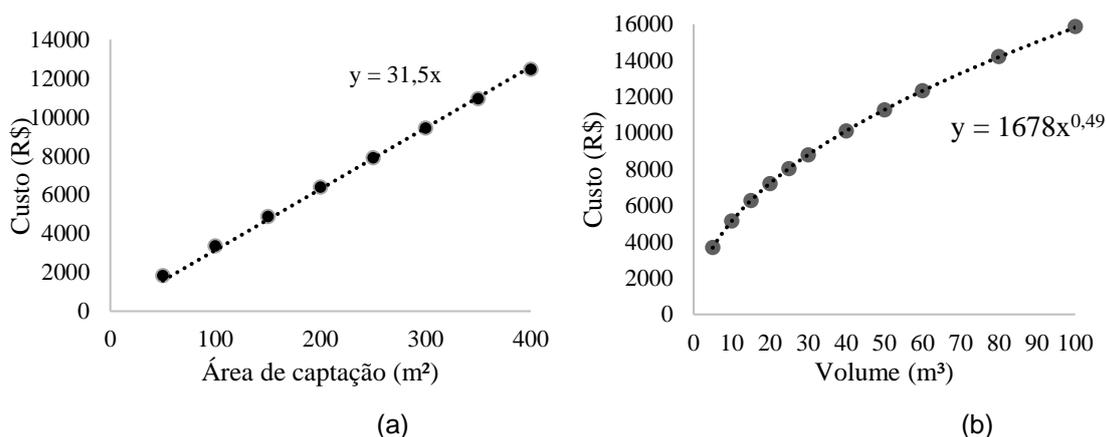
Estudo de caso 3

Foi avaliada a necessidade hídrica diária resultante da soma da demanda da irrigação suplementar com déficit hídrico utilizada no cultivo do milho em uma área de 4.000 m² (estudo de caso 1) com a de 250 litros, que é a suficiente para suprir dois rebanhos de 50 cabras por ano (estudo de caso 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações de custo de construção de cada componente da cisterna-calçadão são exibidas no Gráfico 1, sendo que os gastos referentes à área de captação apresentam comportamento linear e os da cisterna, exponencial.

Gráfico 1 – Gráfico com equações de custo da construção da área de captação (a) e da cisterna (b)



Estudo de caso 1: atendimento da demanda agrícola

As equações de custo apresentadas no Gráfico 1 foram utilizadas no TOROH (Figura 1) para que possa ser indicada a combinação de área de captação e de volume de cisterna que atende à EA de 75% e que apresenta o menor custo total de construção. Apesar de outras ferramentas computacionais também serem direcionados aos SAACs, como o Netuno (GHISI; CORDOVA, 2014) e o SIMCAP (MARCONI; BRANDÃO, 2018), a identificação da melhor combinação não é realizada nesses *softwares*. Assim, essa etapa se torna muito laboriosa, pois se exige muitas interações nas simulações até que se possibilite determinar a que minimiza os custos.

Desse modo, o TOROH contribui ao possibilitar realizar todas essas simulações automaticamente, sendo necessário apenas inserir o intervalo de área de captação e o incremento a ser variado. Essa ferramenta também permite exportar um arquivo csv

com todos os resultados dos custos totais e os de cada componente do SAAC das combinações. Um recorte desses resultados está representado na Tabela 3.

Figura 1 - Representação do módulo de dimensionamento e otimização do SAAC em áreas rurais do TOROH: Demanda da irrigação suplementar com déficit hídrico utilizada no cultivo do milho em uma área de 4.000 m² na região de Feira de Santana - Bahia

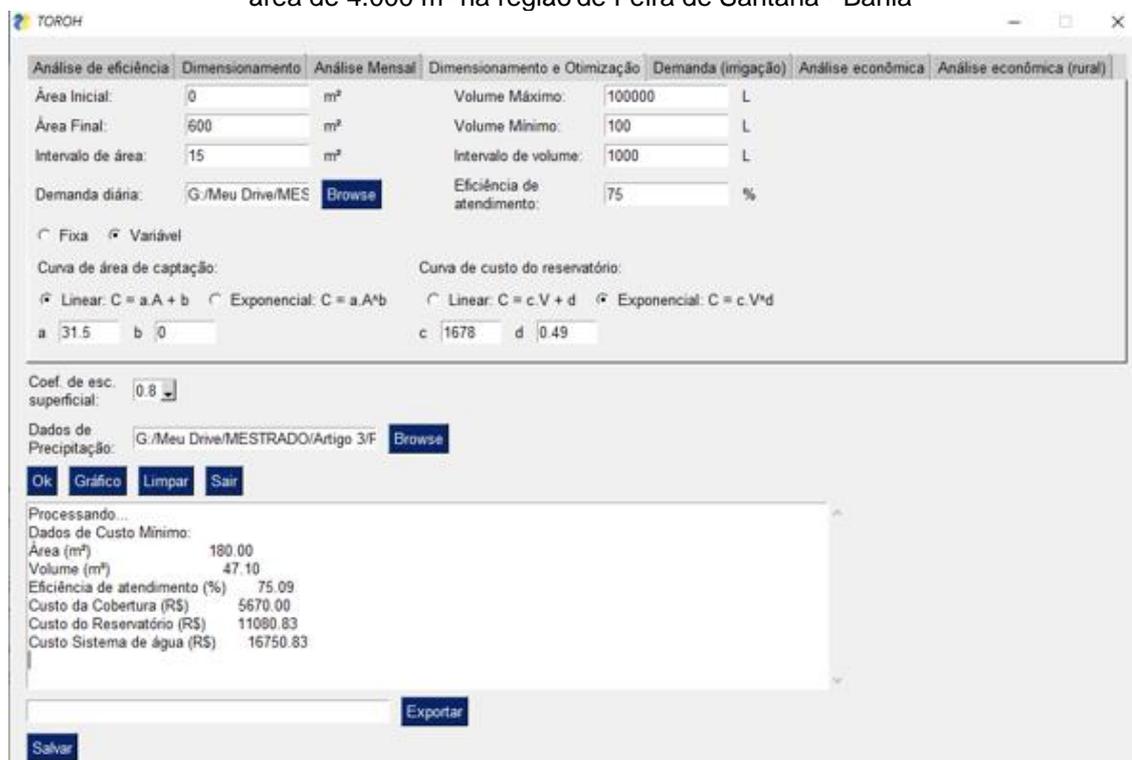


Tabela 3 - Custos de construção de cada combinação e o total do SAAC em Feira de Santana - BA

Área (m ²)	Volume (m ³)	EA (%)	Custo da captação (R\$)	Custo da cisterna (R\$)	Custo total (R\$)
150	66,1	75,1	4.725,0	13.082,5	17.807,5
165	52,1	75,0	5.197,5	11.642,4	16.839,9
180	47,1	75,1	5.670,0	11.080,83	16.750,8
195	44,1	75,3	6.142,5	10.729,19	16.871,7
210	41,1	75,0	6.615,0	10.365,12	16.980,1
225	39,1	75,3	7.087,5	10.114,83	17.202,3
240	37,1	75,4	7.560,0	9.857,92	17.418,0
255	35,1	75,5	8.032,5	9.593,84	17.626,3
270	33,1	75,3	8.505,0	9.321,97	17.827,0
285	31,1	75,0	8.977,5	9.041,58	18.019,1

Verifica-se que à medida que a área de captação aumenta, o custo associado à sua construção também cresce. Porém, o referente à cisterna descrece, o que mostra que existe um ponto de menor custo total, que é constituída por uma área de

180 m² e por um volume de cisterna de 47,1 m³, sendo necessário um investimento de R\$16.750,8.

Na literatura, estão disponíveis outras alternativas para realizar a otimização dos SAACs, sendo o custo a variável mais utilizada nesse processo. A abordagem mais recorrente é a que avalia o custo de água do tratamento centralizado que seria poupado por conta do uso da água de chuva (SEMAAN *et al.*, 2020). No entanto, esse enfoque não seria adequado para este estudo nem para 25,1% da população do nordeste brasileiro que não são atendidas pela concessionária (SNIS, 2020).

No estudo da viabilidade financeira, os investimentos iniciais são constituídos pela implementação do SAAC e do sistema de irrigação por gotejamento (Tabela 4). Já as despesas anuais envolvidas na aquisição dos insumos somam R\$137,9 (Tabela 5) e as receitas anuais são de R\$2.377 obtidas com a venda dos 2.014,6 quilos de milho.

Tabela 4 - Investimentos para implantar o SAAC e o sistema de irrigação na região de Feira de Santana

Descrição	Quant.	Unid.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)	Referência
Caixa d'água em polietileno, 500 L	1	un.	240	240	SINAPI (2021)
Kit Netafim	1	un.	1500	1.500	Terwal Máquinas (2021)
Motobomba a gasolina	1	un.	2167	2.167	SINAPI (2021)
SAAC	1	un.	16.750,8	16.750,8	ORSE (2021); SINAPI (2021)

Tabela 5 - Despesas anuais com os insumos para a produção do milho na região de Feira de Santana

Descrição	Quant.	Unid.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)	Referência
Calcário	74	kg	0,15	11,1	MFRURAL (2021)
Herbicida	1	L	16	15,7	CONAB (2021b)
Inseticida	0,5	L	35	16,8	CONAB (2021b)
Semente de milho	10.000	un.	0,01	94,3	CONAB (2021b)

A partir disso, obteve-se VPL positivo de R\$ 12.843,3 e quociente entre receitas e custos de 1,57 (Figura 2). Assim, é viável a implementação do SAAC otimizado e do sistema de irrigação para atender à demanda do milho, mesmo essa cultura apresentando um baixo preço de venda em comparação com outras que podem ser

cultivadas no semiárido com o uso do sistema de irrigação viabilizado pelo SAAC. Nesse mesmo sentido, a viabilidade do SAAC também foi verificada para produção de laticínios, com demanda de 750 L.dia⁻¹, na Uganda (MUHIRIRWE *et al.*, 2022).

Figura 2 - Representação do módulo de análise financeira em áreas rurais no TOROH

The screenshot shows the TOROH financial analysis module interface. It features several tabs: 'Análise de eficiência', 'Dimensionamento', 'Análise Mensal', 'Dimensionamento e Otimização', 'Demanda (irrigação)', 'Análise econômica', and 'Análise econômica (rural)'. The 'Análise econômica' tab is active, displaying the following data:

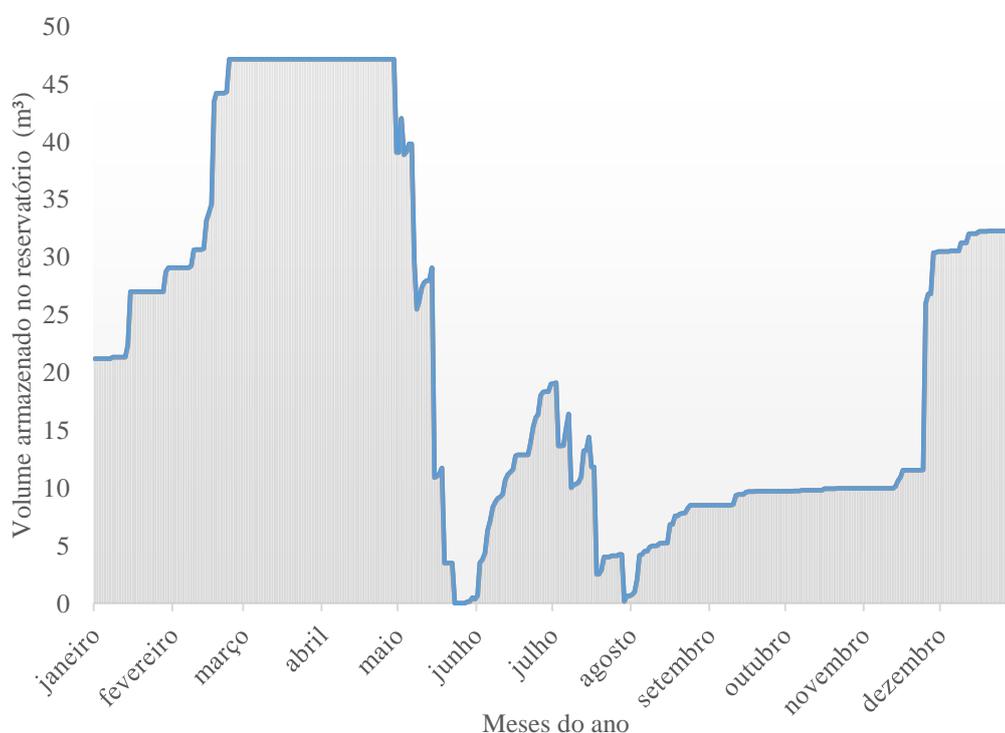
Custos Principais		Outros Custos (R\$)	
Investimentos iniciais	16750.8 (R\$)	Sistema de Irrigação:	3907
Cultura		Sementes/mudas:	94.3
Produção:	2014.6 (kg)	Preparação do Terreno:	0
Preço de venda:	1.18 (R\$)	Controle de plantas daninhas:	16.8
Há criação de animais? <input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não		Calagem:	11.1
Custo com animais:	0 (R\$)	Aducação:	0
Quantidade de Animais:	0	Mão de Obra:	0
Preço de venda - Animais:	0 (R\$)	Outros:	15.7

Additional parameters on the right include: Taxa mín. de atratividade: 2.94 (%), Tempo de análise: 20 anos.

Below the cost sections, the 'Coef. de esc. superficial' is set to 0.8, and the 'Dados de Precipitação' field contains the path 'G:/Meu Drive/MESTRADO/Artigo 3/F' with a 'Browse' button. At the bottom, a summary box displays: 'Custo de Implementação: R\$ 20657.80', 'Valor Presente Líquido: R\$ 12843.31', and 'B/C: 1.57'. Buttons for 'Ok', 'Gráfico', 'Limpar', 'Sair', 'Exportar', and 'Salvar' are also present.

Por fim, ressalta-se que há demanda da água armazenada no SAAC dimensionado apenas durante o cultivo agrícola do milho (maio a agosto), ficando o sistema ocioso nos outros meses (Gráfico 2). Desse modo, recomenda-se a criação de pequenos animais ou a plantação de culturas que apresentam ciclo curto (por exemplo: milho, feijão, soja e algodão) ao longo dos outros meses, com o intuito de aproveitar melhor a água captada e possibilitar aumentar ainda mais os retornos financeiros dos pequenos produtos.

Gráfico 2 - Volume de água simulado disponível na cisterna, considerando a demanda do milho na região de Feira de Santana (1998-2017)



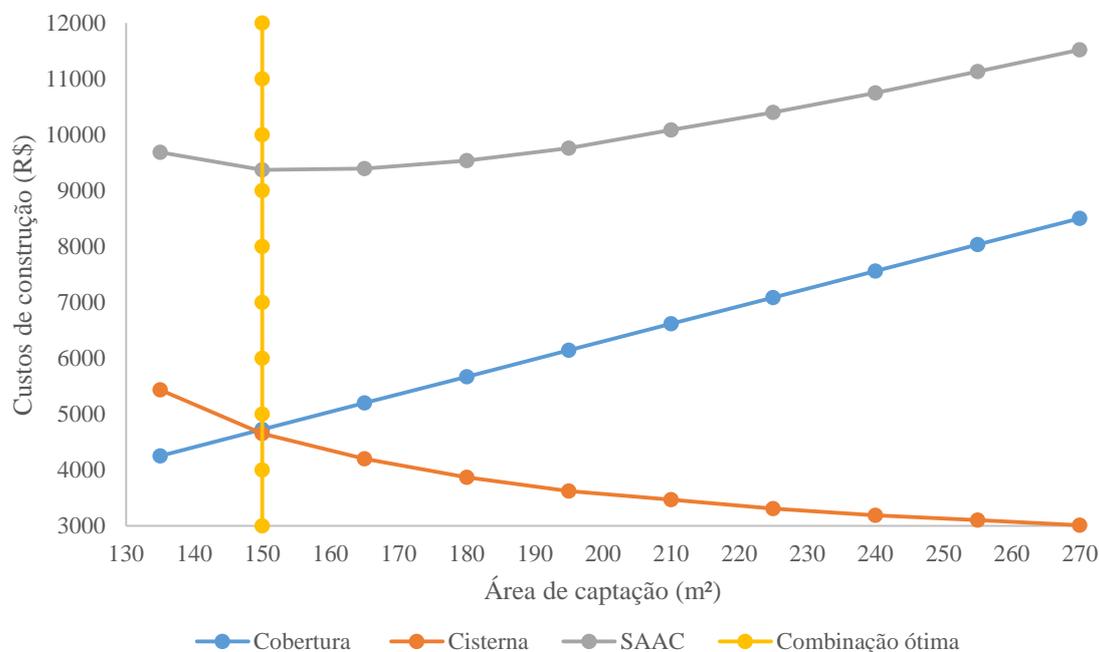
Estudo de caso 2: atendimento da demanda da pecuária

Nas simulações realizadas no TOROH, foram obtidos os custos de construção da área de captação e do volume da cisterna e o total de cada combinação, os quais são exibidos no Gráfico 3. Nota-se que não foi indicada uma dimensão de cisterna que atendesse à demanda hídrica das cabras com áreas inferiores a 130 m², pois, mesmo que se aumentasse muito o volume, não haveria captação de água necessária para enchê-la. Ademais, percebe-se que, à medida que a área de captação aumenta, o custo associado à sua construção também cresce. Porém, o referente à cisterna descesse, o que mostra que existe de fato um ponto de menor custo total, que consiste na área de captação de 150 m² e na cisterna de 8 m³, sendo necessário um investimento de R\$9.373,4.

Essas dimensões são inferiores ao padrão estabelecido pelo Programa Uma Terra e Duas Águas, a saber: cisterna com 52 m³ e área de captação do tipo calçadão com 200 m² (ASA, 2021b). Desse modo, o dimensionamento contribui para a redução dos investimentos necessários para a construção do SAAC, principalmente quando realizado juntamente com a etapa de otimização. Isso foi evidenciado por Imteaz e Shadeed (2022), quando constataram que a capacidade das cisternas encontrada por

um dimensionamento otimizado é metade do indicado pelo método de Rippl em um estudo na Palestina.

Gráfico 3 – Custos envolvidos na construção dos componentes do sistema e o total para demanda de 50 cabras na região de Feira de Santana (BA)



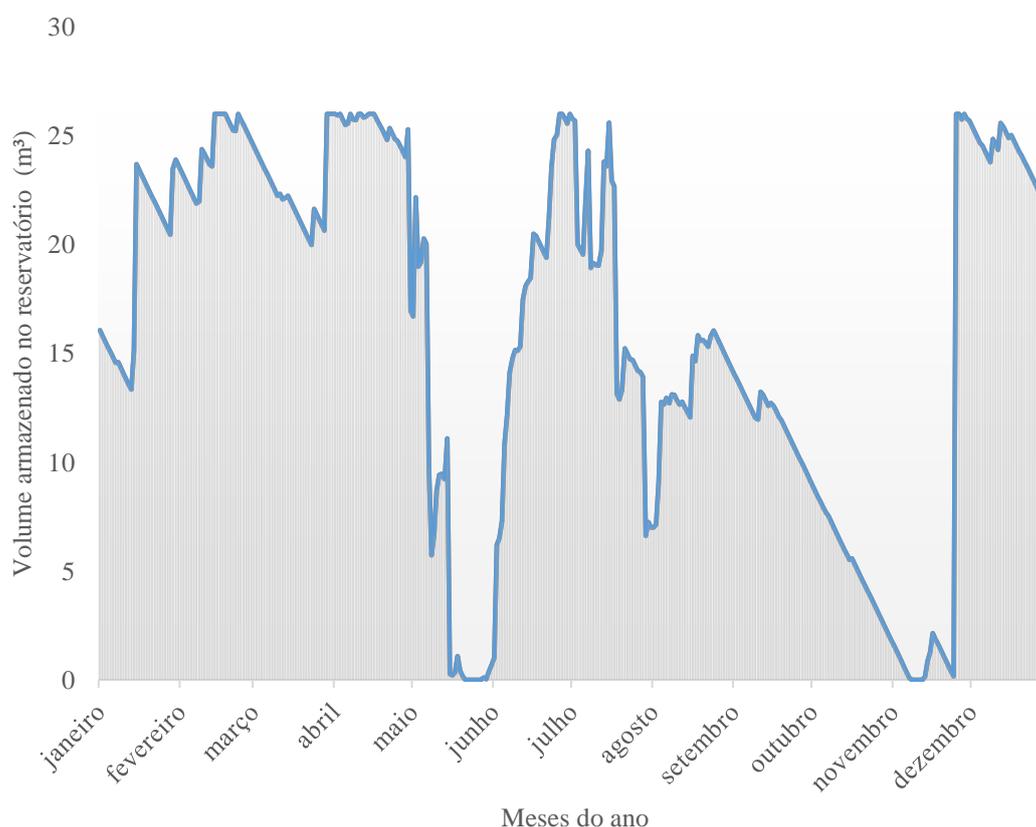
O dimensionamento possibilita o abastecimento mais seguro. Isso interfere no bem-estar das cabras e na melhoria da saúde delas, pois diminui o estresse causado pela falta de água e os casos de verminoses, que está relacionada com a inadequação da qualidade hídrica. Desse modo, permite-se ampliar a produção e melhorar a sua qualidade, contribuindo para reduzir a insegurança alimentar, que alcança 50,3% dos lares localizados no nordeste brasileiro, onde o clima predominante é o semiárido (IBGE, 2020; MAD-ALI; MASNIYOM; BENJAKUL, 2018; MENGISTU *et al.*, 2016).

Estudo de caso 3: atendimento da demanda da pecuária e a da agricultura

O SAAC ótimo indicado, no TOROH, para atender à demanda da dessedentação das cabras e a da irrigação suplementar utilizada no cultivo milho é constituído por uma área de captação de 345 m², por uma cisterna de 26,1 m³, sendo necessário um investimento inicial de R\$19.165. Esse custo é apenas 14% superior ao indicado para a demanda apenas da agricultura (estudo de caso 1) e possibilita a geração de mais renda para os pequenos produtores e o melhor uso da água

armazenada nos SAACs, proporcionando a redução do pico de água armazenada nos meses do cultivo do milho e a não ociosidade nos demais meses (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Volume de água simulado disponível na cisterna, considerando a demanda do milho e das cabras na região de Feira de Santana (1998-2017)



Por fim, ressalta-se que a determinação das dimensões ótimas colabora com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2022), pois é apontada a necessidade de realização de pesquisas sobre o uso de técnicas de SAACs, objetivando o desenvolvimento de metodologias para auxiliar na escolha mais adequada para aplicação em uma região. Também se permite reduzir o uso de fontes secundárias de água que comprometem a qualidade dos recursos hídricos armazenados na cisterna. Isso foi evidenciado por Moraes (2016), quando verificaram inclusive a presença de coliformes totais na mistura de água de chuva com água de carros-pipas em cisternas localizadas no estado de Sergipe no Brasil.

Ademais, colabora com o fortalecimento das técnicas de descentralização de abastecimento de água, reduzindo a exploração das fontes superficiais e subterrâneas. Isso é importante, pois houve a diminuição da superfície de água da

Caatinga (bioma predominante no semiárido brasileiro) em 8,3%, ou seja, cerca de 800 km², nos anos de 1985 a 2020 (MAPBIOMAS, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram apresentadas algumas das funcionalidades da ferramenta computacional TOROH. Além disso, foram realizados três estudos de caso com objetivo de realizar o dimensionamento e a otimização do sistema de captação e armazenamento de água de chuva no atendimento de três demandas na área rural de Feira de Santana – Bahia – Brasil, a saber: sistema de irrigação suplementar com déficit hídrico utilizado no cultivo de milho em uma área de 4.000 m²; dessedentação de dois rebanhos de 50 cabras; demanda da irrigação e das cabras conjuntamente.

Essa ferramenta apresentou um bom desempenho nessas análises, possibilitando obter que SAAC ótimo para atender à irrigação por gotejamento necessita de um investimento de R\$16.750,8 para construir uma área de captação de 180 m² e uma cisterna de 47,1 m³. A implementação desse sistema apresentou viabilidade financeira, sendo obtido Valor Presente Líquido positivo de R\$12.843,3 e quociente entre receitas e custos de 1,57.

Também foi indicado que o SAAC ótimo para atender à demanda de dois rebanhos de 50 cabras no ano necessita de um investimento de R\$9.373,4 e que o custo inicial para implementar o SAAC ótimo para atender à demanda conjunta da agricultura e da pecuária é apenas 14% ao indicado para apenas a irrigação, proporcionando o melhor aproveitamento da água armazenada e possibilitando gerar mais renda para o pequeno agricultor.

Nessas situações, foram utilizadas apenas as funcionalidades do TOROH referente às áreas rurais, em que a função objetivo corresponde à minimização do investimento inicial para implementar o SAAC, considerando os custos com a construção da área de captação e a cisternas. Porém, essa ferramenta também possibilita analisar áreas urbanas, em que há o abastecimento hídrico decorrente da água advinda das concessionárias e a de chuva armazenada nos SAACs. Desse modo, recomenda-se para etapas futuras a simulação de estudos em localidades urbanas e também a análise de áreas que não apresentam clima de semiárido, a fim de avaliar outras condições climáticas.

FINANCIAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa contou com o incentivo da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), a qual concedeu bolsa de Mestrado e de Iniciação Científica (IC) ao autor 1 e ao 3, respectivamente. Ao CNPQ por disponibilizar bolsa de IC ao autor 4.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527. **Água de chuva** - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos, 2019.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 301p. Irrigation and Drainage Paper 56.

ALMEIDA, C.; BEBÉ, F.; LIMA, P.; SILVA, M.; FREITAS, P. Cenário da agricultura familiar em comunidades quilombolas do Território Sertão Produtivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 10, 2017, Brasília. **Anais** ... Brasília: ABA, p. 1-7.

ALMEIDA, L. M. F.de; ARAUJO, J. F.; ORRICO, S. R. M.; COHIM, E. VOLUME DE CISTERNAS RURAIS: uma contribuição para abastecimento regular de água. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, Desarrollo y Práctica**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 639, 6 ago. 2021. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2021.14.2.72265>

ALVES, A. da S. *et al.* Necessidades hídricas da cultura do milho sob irrigação suplementar nas condições edafoclimáticas da chapada do Apodi. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2. 2014, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Inovagri, 2014. p. 1-7.

ANDRADE, E. M. de; AQUINO, D. do N.; CHAVES, L. C. G.; LOPES, F. B. Water as Capital and Its Uses in the Caatinga. In: SILVA, J. M. C. da; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (ed.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. [S. L.]: Spring, 2017. p. 281-301.

ASA - ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Semiárido - é no semiárido que a vida pulsa!** Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/semiariado>. Acesso em: 09 jun. 2021a.

ASA - ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Ações - P1+2**. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/acoes/p1-2>. Acesso em: 11 out. 2021b.

BAPTISTA, N.; CAMPOS, C. H. **Caracterização do Semiárido brasileiro**. 2014. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/artigos/2014/caracterizacao-do-semiarido-brasileiro>. Acesso em: 09 jun. 2021.

BCB - BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Meta para a taxa Selic. 2021**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estatisticas/grafico/graficoestatistica/metaselic>. Acesso em: 01 out. 2021.

BRANDÃO, J. L. B.; MARCON, P. SIMCAP: ferramenta computacional para auxiliar a tomada de decisão sobre a implantação de sistemas de captação de águas pluviais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 6, p. 1027-1030, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018129229>

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: 2022-2040**. Brasília, 2022. 204 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Preços agrícolas, da sociobio e da pesca**. Disponível em: <http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>. Acesso em: 13 maio 2021.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. Irrigation and Drainage Paper, 33.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de Produção de Melancia**. 2009. Disponível em: <https://shortest.link/Prw>. Acesso em: 20 abr. 2021.

FARRICK, K. K.; BRANFIREUN, B. A. Flowpaths, source water contributions and water residence times in a Mexican tropical dry forest catchment. **Journal Of Hydrology**, [S.L.], v. 529, p. 854-865, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.08.059>

FEWKES, A. Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach. **Urban Water**. Nottingham, v. 1, n. 4, p. 323-333, 2000.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. **Netuno 4 - Manual do Usuário**. Santa Catarina, 2014.

GIFFONI, V. V. **Otimização do sistema de captação e armazenamento de água de chuva no semiárido baiano**. 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019.

IABS - INSTITUTO AMBIENTAL BRASIL SUSTENTÁVEL. **Manual de criação de caprinos e ovinos**. Brasília: CODEVASF, 2011. 142 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2017 - 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Semiárido Brasileiro**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15974-semiarido-brasileiro.html?t=sobre>. Acesso em: 09 nov. 2021.

IMTEAZ, M. A.; SHADEED, S. Superiority of water balance modelling for rainwater harvesting analysis and its application in deriving generalised equation for optimum tank size. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 342, p. 130991, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130991>.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2018. Dados climatológicos de Feira de Santana. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em 11 Out., 2021.

LEDRU, M.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; BREMOND, L.; DEVELLE, A.; SABATIER, P.; MARTINS, E. S. P. R.; FREITAS FILHO, M. R. de; FONTENELE, D. P.; ARNAUD, F.; FAVIER, C. When archives are missing, deciphering the effects of public policies and climate variability on the Brazilian semi-arid region using sediment core studies. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 723, p. 137989, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137989>

LIRA, M. A. *et al* (org.). **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. Natal: EMPARN, 2010.

MAD-ALI, S.; MASNIYOM, P.; BENJAKUL, S. Characteristics and properties of goat meat gels as affected by setting temperatures. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 268, p. 257-263, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.084>.

MAPBIOMAS - PROJETO DE MAPEAMENTO ANUAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO BRASIL. **Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil (1985 - 2020)**: destaques caatinga. [S. L]: Mapbiomas, 2021. 35 p.

MARCONI, P.; BRANDÃO, L. B. SIMCAP: ferramenta computacional para auxiliar a tomada de decisão sobre a implantação de sistemas de captação de águas pluviais. **Eng Sanitaria e Ambiental**, [S. L.], p. 1–4, 2018.

MASSAD, M. D. *et al*. Produtividade do milho em sistema agroecológico na caatinga mineira, **Revista Verde**, Mossoró, v. 9, n.2, p. 218-229, 2014.

MENGISTU, U. L.; PUCHALA, R.; SAHLU, T.; GIPSON, T. A.; DAWSON, L. J.; GOETSCH, A. L. Comparison of different levels and lengths of restricted drinking water availability and measurement times with Katahdin sheep and Boer and Spanish goat wethers. **Small Ruminant Research**, [S.L.], v. 144, p. 320-333, nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.007>

MORAIS, G. F. O. **Cisternas domiciliares**: qualidade da água para consumo humano em comunidades rurais do semiárido Sergipano. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MUHIRIRWE, S. C.; KISAKYE, V.; BRUGGEN, B. V. D. Reliability and economic assessment of rainwater harvesting systems for dairy production. **Resources, Conservation & Recycling Advances**, [S.L.], v. 14, p. 200079, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200079>

NETAFIM. **KiFNet**: kit de irrigação familiar por gotejamento. S.L: Netafim, 2019. 12 p.

OLIVEIRA, I. J. de *et al.* (ed.). **Recomendação técnicas para o cultivo de milho no Amazonas**, Manaus: Embrapa, 2018.

ORSE - SISTEMA DE ORÇAMENTO DE OBRAS DE SERGIPE. **Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe**. Disponível em: <https://www.cehop.se.gov.br/orse/>. Acesso em: 07 out. 2021.

RAES, D. **AquaCrop training handbooks I**: understanding Aquacrop. Roma: FAO, 2017. 59 p.

SÁNCHEZ, A. S.; COHIM, E; KALID, R. A. A Review on Physicochemical and Microbiological Contamination of Roof-Harvested Rainwater in Urban Areas. **Sustainability of Water Quality and Ecology**, v. 6, p. 119-137, 2015.

SCHÜTZE, N.; MIALYK, O. **Deficit irrigation toolbox (DIT)**: user guide. Dresden: 2019. 15 p.

SCHÜTZE, N.; PALY, M. de; SHAMIR, U. Novel simulation-based algorithms for optimal open-loop and closed-loop scheduling of deficit irrigation systems. **Journal Of Hydroinformatics**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 136-151, 2011.

SEMAAN, M.; DAY, S. D.; GARVIN, M.; RAMAKRISHNAN, N.; PEARCE, A. Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: a systematic literature review. **Resources, Conservation & Recycling: X**, [S.L.], v. 6, p. 100033-100055, 2020.

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PREÇOS E ÍNDICES PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL. **Índices da Construção Civil**. Disponível em: <http://goo.gl/ttgltv>. Acesso em: 07 out. 2021.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Mapa de Indicadores de Água**. 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-abastecimento-agua>. Acesso em: 28 fev. 2022.

VALENTINI, L. *et al.* **Milho**: recomendações técnicas. **Recomendações técnicas**. Disponível em: <http://www.pesagro.rj.gov.br/milho.html#:~:text=Profundidade%20de%20semeadura%3A%20Em%20solos,resultados%20da%20an%C3%A1lise%20de%20solo>. Acesso em: 30 set. 2021.

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, p. 2644-2659, 2016.

ZHU, Q.; GOULD, J., LI, Y.; MA, C. **Rainwater harvesting for agriculture and water supply**. Londres: Spring, 2015.

Capítulo 2
CONTROLE BIOLÓGICO DO FUNGO *Rhizopus* sp. EM MORANGOS
PÓS-COLHEITA

Hiêda da Silva Melo

Sabrina Ribeiro da Silva

Juliana Paggiaro

Anny Caroline Oliveira de Oliveira

Caio Renderson Brito

Helayne da Silva Melo

Talita Pereira de Souza Ferreira

Aloisio Freitas Chagas Junior

CONTROLE BIOLÓGICO DO FUNGO *Rhizopus* sp. EM MORANGOS PÓS-COLHEITA

Hiêda da Silva Melo

Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Mestranda em Biotecnologia na UFT. Técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal do Tocantins. hiedamelo@hotmail.com

Sabrina Ribeiro da Silva

Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins. sabinariibeiro281@gmail.com

Juliana Paggiaro

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia pela UFT. jupaggiaro22@gmail.com

Anny Caroline Oliveira de Oliveira

Bacharel em Biomedicina com ênfase em Análises Clínicas pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Mestranda em Biotecnologia do PPGBiotec pela Universidade Federal do Tocantins. annycarolineoliveira7@gmail.com

Caio Renderson Brito

Graduado em Tecnologia em Segurança Alimentar pelo Centro de Ensino Superior de Maringá - CESUMAR e Técnico em Agropecuária pela Casa Familiar Rural de Açailândia - CFR. caiofariasbrito@gmail.com

Helayne da Silva Melo

Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Araguatins. Pós-graduada em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Maranhão. helaynemelosilva@hotmail.com

Talita Pereira de Souza Ferreira

*Docente da Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi.
Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela UFT e doutorado
em Biotecnologia-UFT pela Universidade Federal do Tocantins. cupufer@gmail.com*

Aloisio Freitas Chagas Junior

*Graduado em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia e doutorado
em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas. Docente da Fundação
Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi. chagasjraf@uft.edu.br*

Resumo: A levedura *Saccharomyces cerevisiae* e Kombucha foram utilizados em dois métodos alternativos no controle biológico do fungo *Rhizopus* sp., sendo esse um agente etiológico de doenças pós-colheita. Avaliou-se a atividade antagônica da levedura *S. cerevisiae* e Kombucha contra o fungo *Rhizopus* sp., através de testes *in vitro*, análise de incidência aplicando *S. cerevisiae* e Kombucha, em ambas as concentrações 100, 75, 50, 25 mg L⁻¹. A determinação da capacidade antagônica da levedura *S. cerevisiae* e Kombucha sobre o *Rhizopus* sp. foi caracterizada pela redução do crescimento fúngico em placas, formação de um halo de inibição. Nos testes de confronto direto os resultados encontrados diferem dos esperados mostrando que tanto a *S. cerevisiae* e Kombucha não inibiram o crescimento do fungo patogênico. Para análise de incidência observamos que *S. cerevisiae* demonstrou uma diferença significativa entre as amostras para os tratamentos controle, 50, 25, 75 e 100% para a temperatura 25 °C, já o tratamento com 25% em 17 °C não houve diferença significativa na segunda e terceira amostra. Com isso, pode-se perceber que o tratamento com 100% de levedura foi o que se destacou, pois os fungos tiveram um desenvolvimento parcial na presença da levedura, quanto a Kombucha os tratamentos 50 e 100% realizados a 25 °C apresentaram diferenças significativas entre as amostras. Já para a temperatura 17 °C os tratamentos 25, 50 e 75% foram os que apresentaram diferença significativa entre as amostras.

Palavras-chave: Inibição. Atividade fúngica. Antagonismo. *Fragaria ananassa*. Levedura.

Abstract: The yeast *Saccharomyces cerevisiae* and Kombucha were used in two alternative methods for the biological control of the fungus *Rhizopus* sp., which is an etiological agent of post-harvest diseases. The antagonistic activity of the yeast *S. cerevisiae* and Kombucha against the fungus *Rhizopus* sp. was evaluated through *in vitro* tests, analysis of incidence applying *S. cerevisiae* and Kombucha, in both concentrations 100, 75, 50, 25 mg L⁻¹. The determination of the antagonistic capacity of the yeast *S. cerevisiae* and Kombucha on *Rhizopus* sp. was characterized by reduced fungal growth on plaques, formation of an inhibition halo. In direct confrontation tests, the results found differ from those expected, showing that both *S. cerevisiae* and Kombucha did not inhibit the growth of the pathogenic fungus. For the analysis of incidence, we observed that *S. cerevisiae* showed a significant difference between the samples for the control treatments, 50, 25, 75 and 100% for the temperature 25 °C,

while the treatment with 25% at 17 °C did not there was a significant difference in the second and third samples. With this, the treatment with 100% yeast was the one that stood out, as the fungi had a partial development in the presence of yeast, as for Kombucha, the 50 and 100% treatments performed at 25 °C showed differences. significant among the samples. For the temperature 17 °C, the treatments 25, 50 and 75% were the ones that showed a significant difference between the samples.

Keywords: Inhibition. Fungal activity. Antagonism. *Fragaria ananassa*. Yeast.

INTRODUÇÃO

Os morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) são ricos em muitos nutrientes, como fibra alimentar, minerais, vitamina C, caroteno, ácido tânico, antocianina, flavona, entre outros compostos, fazendo desta fruta a preferida dos consumidores em todo o mundo (SIMARELLI, 2006; CHAVES et al., 2017; SUN et al, 2021). Sendo uma das frutas mais consumidas devido às suas extraordinárias características organolépticas (sabor, cor e aroma) e por seu valor nutricional (CHU et al., 2020). Porém a deterioração dos frutos causada por vários patógenos pós-colheita são os maiores responsáveis pelas perdas (TIAN et al., 2016). Portanto, inibir e controlar a podridão e contaminação por microrganismo pós-colheita são as principais formas de reduzir as perdas pós safra (TEMIZ & ÖZDEMİR, 2021; SUN et al., 2021). Os morangos são vulneráveis a danos mecânicos durante a colheita e transporte, devido ao seu pericarpo frágil e seu alto teor de água, deixando vulnerável a contaminações, que muitas vezes levam ao apodrecimento dos frutos e, por consequência, deteriorando a sua qualidade e depreciando seu valor de mercado (TEMIZ & ÖZDEMİR., 2021; XIE et al., 2021).

Espécies do gênero *Fragaria* se desenvolveram de forma congruente com outras plantas da família Rosaceae (DICKINSON et al., 2007), sendo uma família de grande importância mundial e socioeconômica, exibe elevado valor comercial, devido sua produção estar em constante desenvolvimento, ou seja, com um crescimento de 17% nos últimos cinco anos, com ganhos em produtividade, pesquisa no melhoramento da eficiência das plantas e dos sistemas inovadores de produção (OSHITA et al., 2012). Com isso, há uma busca por novas tecnologias que visam proporcionar a qualidade em relação às resistências de doenças e a qualidade na pós-colheita, como armazenagens e conservação dos frutos, visto que o morango possui alta perecibilidade (ANTUNES et al., 2016; ANTUNES et al., 2020; WANG et al., 2021).

Considerado uma fruta altamente vulnerável ao aparecimento de doenças, principalmente no período pós-colheita, como a podridão mole, sendo seu principal agente o fungo *Rhizopus* sp., portanto, as abordagens atuais para o controle das doenças fúngicas são utilizados fungicidas químicos, que trouxe uma série de efeitos negativos, como poluição ambiental, resistência a drogas de patógenos e preocupações dos consumidores sobre o uso desse pesticidas (JANISIEWICZ & KORSTEN, 2002 ; DROBY et al., 2009; SUN et al., 2021). Sendo assim torna-se necessário explorar alternativas seguras de antimicrobianos em substituição aos fungicidas químicos, que possam controlar os patógenos de forma segura (TIAN, 2006; NUNES, 2012; SUN et al., 2021; WANG et al., 2021).

Para que haja a conservação dos sistemas biológicos, destacam-se o controle biológico e a indução de resistência em plantas. Em ambas, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que tem grande potencial antagônico sobre alguns fungos, torna-se um importante agente de biocontrole e devido à presença de proteínas na sua parede celular tem capacidade de romper as barreiras das membranas plasmáticas dos seus alvos, tornando-se mais eficientes na competição de espaços e nutrientes em relação a outros microrganismos (PLATANIA et al., 2012; NUNES, 2012).

Outro método alternativo de controle é a Kombucha, que é uma bebida produzida por meio de técnicas de fermentação tradicional, envolvendo a fermentação de chá adoçado por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras, com capacidade de inibir o crescimento de microrganismos patogênicos (JAYABALAN et al., 2014; CHAKRAVORTY et al., 2016).

OBJETIVO

A partir dessa premissa este artigo objetivou investigar diferentes organismos que possuam atividades antagônicas, tendo em vista um método de controle, que seja eficiente a ação de doenças fúngicas em frutas, por meio da levedura *S. cerevisiae* e da bebida fermentada Kombucha no controle de doenças provocadas por *Rhizopus* sp., no morango em pós-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no laboratório de Biotecnologia de Alimentos e Bebidas na Universidade Federal do Tocantins (UFT), localizado no município de Gurupi - TO.

Isolamento e identificação dos fungos

Os frutos do morango (*Fragaria ananassa*) foram coletados no comércio local do município de Gurupi - TO e transferidos para o laboratório Biotecnologia de Alimentos e Bebidas na Universidade Federal do Tocantins, onde apresentavam sinais de infecção fúngica natural. Após 5 dias de armazenamento, o fungo foi isolado, e cultivado em placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), onde foi preparado com 400 mL de batata, 20 g L⁻¹ de dextrose e 20 g L⁻¹ de ágar e água destilada autoclavada q.s.p. e mantidos em câmara de crescimento por 72 horas a 17 e 25 °C.

Para identificação morfológica dos fungos isolados, foram preparadas lâminas contendo estrutura de cada um é observado em microscópio óptico, com um aumento de 40x, observando-se suas particularidades estruturais, principalmente, as estruturas de reprodução, assim como outras características tais como: hifas e conídios.

Testes de patogenicidade nos frutos

Foram coletadas quinze amostras de frutos sadios de morango (Figura 1), que foram adquiridos no comércio local. Passaram por um procedimento de assepsia, lavadas com uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1% e em seguida enxaguadas com água corrente. Após esse procedimento, os frutos foram secos, colocados em bandejas e pesados. Posteriormente, foram tratados com água destilada (testemunha), suspensão de levedura de panificação (*S. cerevisiae*), produto comercial Fermento Biológico Fresco Fleischmann, com água a 100, 75, 50, 25 mL L⁻¹, sendo mantidos a temperatura de 17 e 25 °C e Kombucha 100, 75, 50, 25 ml L⁻¹, a 25 °C durante 14 dias para fermentação.

Figura 1. Frutos do morango sadios.



Fonte: Autores (2022).

Análise da incidência

A avaliação da incidência foi realizada diariamente após a inoculação do patógeno, verificando-se o número de morangos que apresentaram os sintomas de doenças, como sinais do patógeno por um período de cinco dias. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Avaliação do potencial antagônico *in vitro*

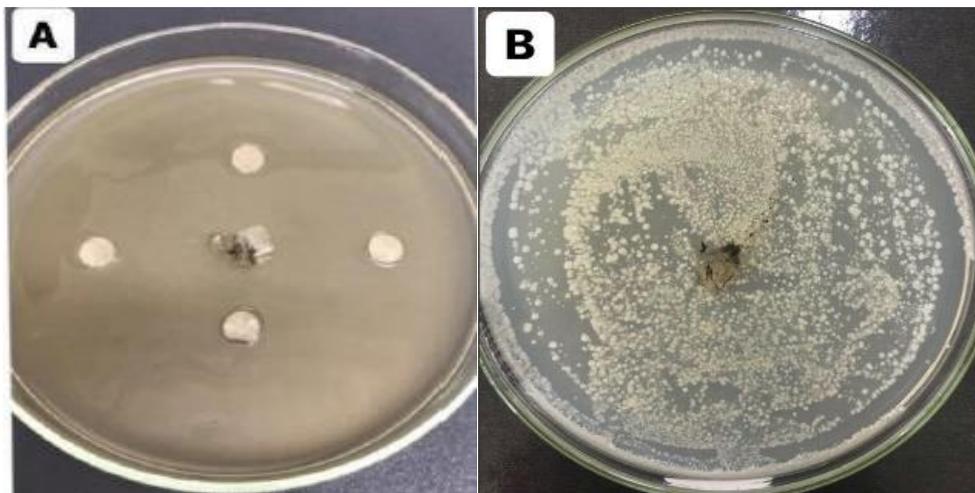
Para avaliação do potencial antagônico para ambos os tratamentos foram realizados três ensaios *in vitro* por meio de testes de confronto por pareamento direto, testes com meio sólido em placas e teste em meio líquido, verificando-se o crescimento micelial do fitopatógeno na presença da levedura.

A capacidade antagônica da levedura (Figura 2 A) fez-se o uso de 4 discos de papel previamente esterilizados em autoclave, contendo em cada disco 50 µL de levedura sobre placa de Petri com meio BDA, e adição em seguida de um disco de micélio do fungo no centro da placa a fim de verificar o crescimento do patógeno na presença da levedura. As placas foram em seguida incubadas em B.O.D a uma temperatura de 25 ± 2 °C, e avaliadas durante 3 dias.

Foram também feitos testes em placas de Petri contendo meio BDA e adicionado sobre as mesmas 100 µL nas concentrações 100, 75, 50, 25% de levedura (Figura 2 B) onde a solução foi espalhada com o auxílio de uma alça de Drigalski. Em seguida, as placas foram incubadas em B.O.D a uma temperatura de 25 ± 2 °C por dois dias, de forma a promover o crescimento da levedura. Após o crescimento da levedura, foi adicionado um disco de aproximadamente 3 mm de diâmetro do fungo no centro da placa, e avaliado o crescimento fúngico durante 3 dias.

A segunda avaliação para Kombucha foi realizada utilizando meio chá verde (dois sachês de chás, 10% de açúcar p/v, e 2% de ágar p/v, as mesmas avaliações em placa Petri se deu com as mesmas condições da *S. cerevisiae*.

Figura 2. Testes de antagonismos. A) 4 discos de levedura e 1 disco de fungo no centro, B) um disco do fungo *Rhizopus* sp., no centro com levedura crescida na placa.



Fonte: Autores (2021).

Para o teste em meio líquido com *S. cerevisiae*, foram utilizados quatro Erlenmeyers de 100 mL, contendo meio BD em cada um. Em seguida foram adicionados três discos de micélio-ágar (3 mm de diâmetro) do fungo *Rhizopus* sp. no primeiro dos frascos, no segundo Erlenmeyer foram adicionados 90 mL de meio de cultura, juntamente com 10 mL de levedura, no terceiro foi adicionada a levedura juntamente com 3 discos de fungo nas mesmas condições e o quarto contendo apenas meio de cultura utilizado como branco. Depois desse procedimento, os erlenmeyers foram dispostos em uma mesa agitadora e submetidos a uma rotação de 120 rpm durante 3 dias a uma temperatura de 25 ± 2 °C, as leituras espectrofotométricas das amostras foram realizadas de quatro em quatro horas após a inoculação do fungo a 540 nm das absorvâncias.

O segundo teste em meio líquido com Kombucha, preparado nas mesmas condições. Diferente da levedura foi adicionado Kombucha com 14 dias de fermentação em temperatura ambiente no meio BD. Após decorrido tempo, foram feitas leituras em espectrofotômetro a 540 nm das absorvâncias de cada amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

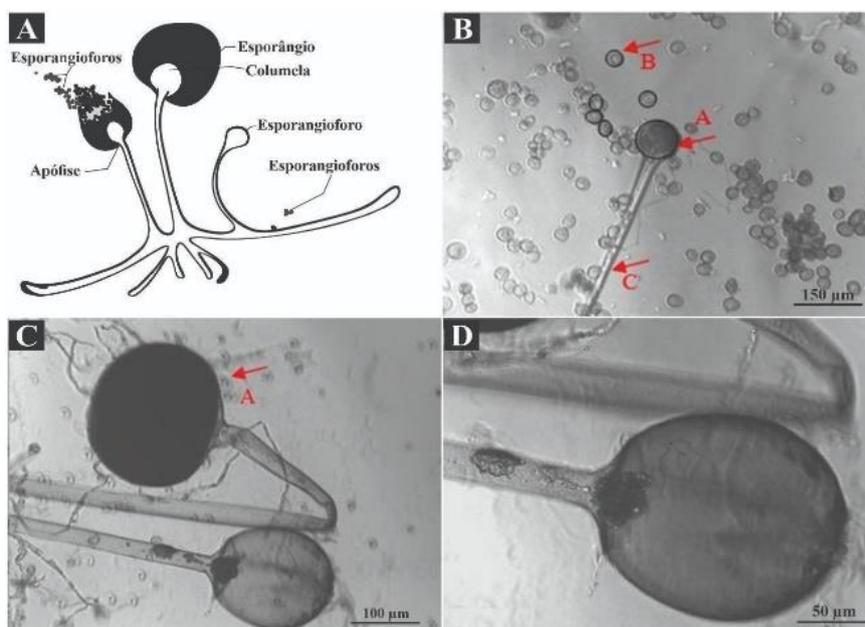
Isolamento e identificação dos fungos

A identificação morfológica foi realizada através de microscopia óptica, modelo Leica DM2500 no Software Leica application vs 4.0 (Figura 3). A identificação do fungo *Rhizopus* sp. foi feito com base nas características macroscópicas e microscópicas

mais relevantes, como a coloração das colônias e suas particularidades estruturais tais como: conjuntos e formas das hifas, e os tipos de conídios (SINGH & DAS, 2021).

Segundo Gryganskyi (2018) as características de identificação do fungo *Rhizopus* sp., estão de acordo que micromorfológicas dos esporângios, esporangiósporos e esporangióforos, bem como a presença ou ausência de zigosporos, rizomas e estolões, foram levadas em consideração (SINGH & DAS, 2021).

Figura 3. Imagens obtidas de microscópicas ópticas do fungo *Rhizopus* sp. A) esquema ilustrativo das partes constituintes do fungo; B) Partes constituindo do fungo, regiões (a) Esporângio, (b) Esporangióforos, (c) Aplanósporos; C) Esporângio; D) Ampliação do esporângio.



Fonte: Autores (2022).

Rhizopus sp. é um importante agente etiológico de doenças pós-colheita de frutos e vegetais, e raramente observada no campo, devido os frutos adquirirem o inóculo para posterior manifestação dos sintomas durante o transporte e armazenamento, causando o apodrecimento do mesmo (ALVES et al., 2018). O desenvolvimento desse fungo é favorecido por temperatura acima de 21 °C com condições encontradas em várias cidades, principalmente no período chuvoso (VITHIYA, 2021).

Teste de patogenicidade nos frutos

Baseado nos dois testes dos frutos isolados de patógeno, foi possível verificar que ambos foram patogênicos para os frutos do morango que apresentavam lesões no tecido. Apesar disso, a levedura *S. cerevisiae* apresenta maior eficiência no controle do fungo *Rhizopus* sp., sendo assim escolhida para os testes de controle biológico (Figura 4).

Figura 4. Teste de patogenicidade nos frutos, contendo em: A) *Saccharomyces Cerevisiae*
B) Kombucha.



Fonte do Autores (2022).

Análise da incidência

Os resultados obtidos no teste de incidência para *S. cerevisiae* a 17 e 25 °C são apresentados na Tabela 1. Houve diferença significativa entre as amostras para os tratamentos controle, 50, 25, 75 e 100% para a temperatura 25 °C, já o tratamento com 25% em 17 °C não houve diferença significativa na segunda e terceira amostra. Com isso, nota-se que o tratamento com 100% de levedura foi o que se destacou, pois os fungos apresentaram dificuldade no seu desenvolvimento na presença da levedura *S. cerevisiae* (Figura 1), para ambas as temperaturas, ou seja, estavam aptos para o consumo. Segundo Bendo (2009) para este mesmo teste utilizando o leite *in natura* como forma de tratamento não obteve tanto sucesso, pois no último dia de avaliação os frutos encontravam-se impróprios para consumo e com a presença do fungo nos frutos.

O alto nível de infestação possivelmente ocorre pelas condições favoráveis para o desenvolvimento do fungo, sendo sua temperatura ideal de crescimento acima de 21 °C (DORTA, 2020). Esses dados sugerem os tratamentos mantidos à temperatura de 25 °C, alta umidade e baixa taxa de respiração no interior das embalagens, assim como alta umidade na superfície dos frutos emergidos nos tratamentos por 5 minutos. Diante disso os frutos mantidos a 17 °C apresentaram baixa proliferação do fungo, preservando sua qualidade do fruto pós-colheita.

De acordo com a tabela 2, os tratamentos 50 e 100% realizados a 25 °C apresentaram diferenças significativas entre as amostras. Já para a temperatura 17 °C os tratamentos 25, 50 e 75% foram os que apresentaram diferença significativa entre as amostras. Mesmo os tratamentos apresentando diferença entre as amostras, visivelmente a Kombucha não foi eficiente no tratamento quanto à inibição do fungo (Figura 5). Devido a isso não foi possível determinar qual o melhor tratamento para este teste.

Tabela 1: Teste de incidência para levedura *S. cerevisiae*.

Levedura <i>Saccharomyces</i> 17 °C					
Amostras	Controle	25	50	75	100
1	13,40±0,17 ^a	17,54±2,99 ^a	15,42±0,15 ^a	17,26±0,26 ^a	17,24±0,50 ^a
2	12,79±0,12 ^b	12,72±0,14 ^b	14,88±0,67 ^b	11,87±0,68 ^b	14,69±0,28 ^b
3	11,48±0,24 ^c	11,04±0,39 ^b	11,20±0,14 ^c	10,52±0,15 ^c	12,48±0,08 ^c
Levedura <i>Saccharomyces</i> 25 °C					
Amostras	Controle	25	50	75	100
1	25,19±0,53 ^a	26,40±0,40 ^a	28,20±0,85 ^a	22,45±0,05 ^a	26,57±0,88 ^a
2	14,45±0,24 ^b	12,83±0,03 ^b	15,98±0,028 ^b	16,23±1,04 ^b	15,88±0,22 ^b
3	7,06±0,46 ^c	7,89±0,075 ^c	9,01±0,67 ^c	9,43±0,86 ^c	10,36±0,48 ^c

^{a,b,c} Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey (P<0,05); ^{a,a} Letras iguais não diferem entre si significativamente. Fonte: Autor (2021).

Tabela 2: Teste de incidência utilizando a Kombucha 17 e 25 °C.

		Kombucha 17 °C				
Amostras	Controle	25	50	75	100	
1	13,49±0,29 ^a	16,697±0,385 ^a	17,02±0,46 ^a	14,81±0,46 ^a	17,67±0,31 ^a	
2	10,40±0,33 ^b	10,38±0,22 ^b	11,14±0,21 ^b	14,07±0,28 ^b	12,01±0,77 ^b	
3	10,20±0,19 ^b	9,17±0,26 ^c	10,09±0,28 ^c	11,62±0,49 ^c	12,49±0,96 ^b	
		Kombucha 25 °C				
Amostras	Controle	25	50	75	100	
1	12,53±0,25 ^a	11,72±0,31 ^a	17,19±0,28 ^a	13,38±0,51 ^a	21,14±0,33 ^a	
2	9,64±0,40 ^b	12,11±0,58 ^a	13,53±0,35 ^b	12,74±0,81 ^a	12,20±0,40 ^b	
3	9,68±0,26 ^b	10,11±0,32 ^b	11,24±0,20 ^c	13,29±0,95 ^a	10,61±0,50 ^c	

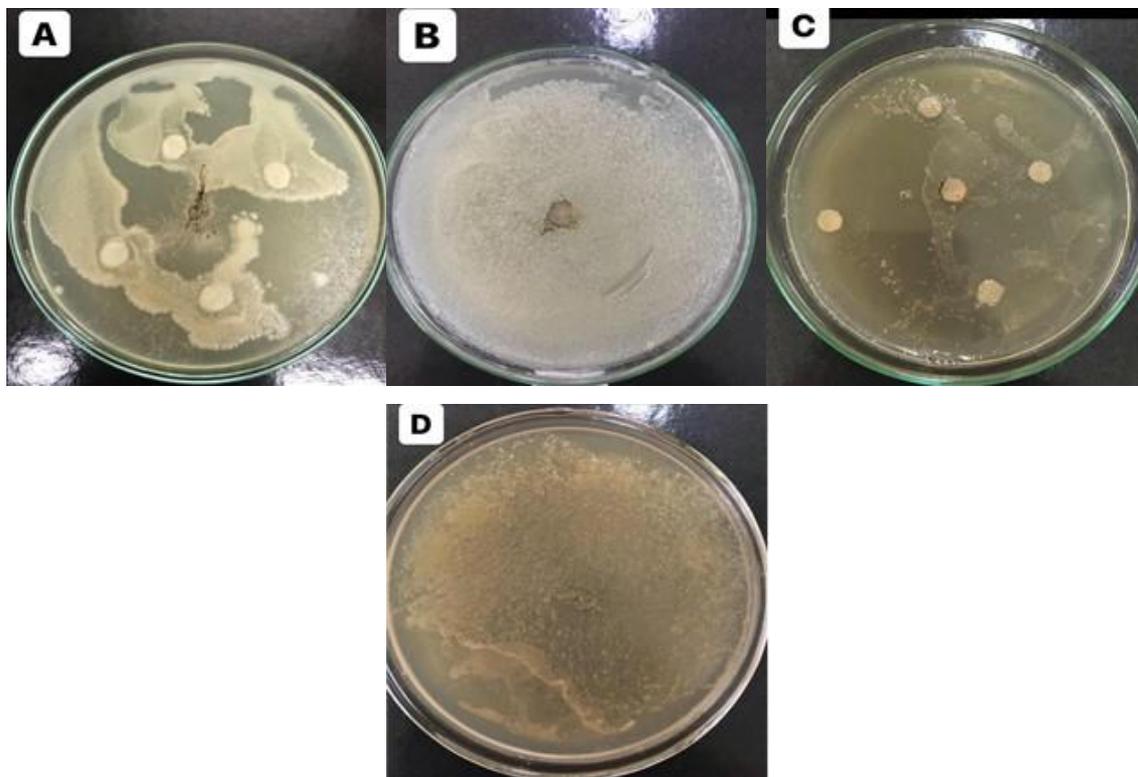
^{a,b,c} Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Tukey (P<0,05);^{a,a} Letras iguais não diferem entre si significativamente. Fonte: Autor (2021).

Segundo Juping et al. (2019), o efeito da Kombucha na preservação pós-colheita da pêra se mostrou eficiente, pois a qualidade do fruto tratado foi 1,5 vezes maior do que a pêra controle, quando armazenadas em temperatura ambiente por 18 dias. Os autores indicam que a Kombucha pode inibir a transformação de polissacarídeos, amido e pectina, e retarda a degradação de nutrientes na fruta. Portanto, observou diferenças de metodologias com o deste trabalho, onde o autor utilizou o chá preto, com imersão por 15 min, o que pode ser considerado um aspecto que a Kombucha não seja eficiente no teste realizado.

Avaliação do potencial antagônico *in vitro*

Um método muito utilizado em estudos de antagonismo *in vitro*, é a cultura pareada em disco de ágar, com inúmeros relatos de sucesso na seleção de microrganismos, que busca o controle biológico de fitopatógenos onde permite medir o crescimento micelial (RODRIGUES et al., 2018). O resultado mais eficaz de inibição foi quando a inoculação foi quando a inoculação da levedura foi incubada por 48 horas a uma temperatura 25 ± 2 °C, de forma que promove o crescimento da levedura, indicando que o modo de ação refere a inibição pode estar relacionada com a competição existente por nutrientes.

Figura 5: (A)(B) para *S. cerevisiae*; (C) (D) para Kombucha. (A, C) 4 discos de levedura e 1 disco de fungo no centro, teste de confronto direto. (B, D) um disco do fungo *Rhizopus* sp. no centro com levedura crescida na placa.



Fonte: Autores (2022).

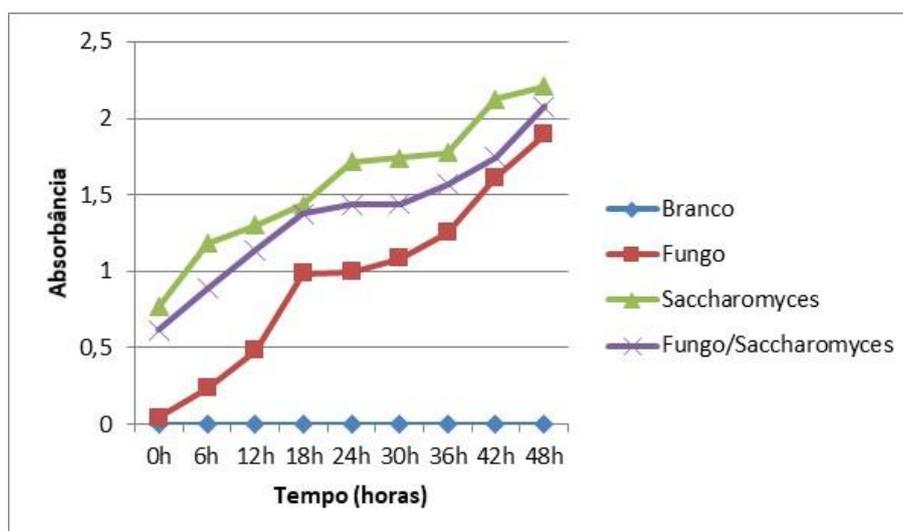
Analisando o teste *in vitro* com Kombucha observou uma redução do crescimento fúngico, na figura 5 E, demonstra que o antagonista possui potencial de inibição sobre o patógeno, diferente do teste *in vivo* que não obteve resultado tão significativo. O resultado mais eficaz de inibição foi na presença da levedura *S. cerevisiae*, quando a inoculação da levedura *S. cerevisiae* e Kombucha foi incubada por 48 horas a uma temperatura de 25 ± 2 °C, de forma a promover o crescimento da levedura (Figura 5 C), indicando que o modo de ação referente à inibição pode estar relacionado com a competição por nutrientes e, os testes anteriores obtidos tenham sido considerados ineficientes na inibição do crescimento micelial testado.

Avaliando os testes de antagonismo, realizados em meio líquido, não apresentaram resultados tão significativos quando comparados aos testes de antagonismo em placas. No estudo de Amaral (2020) constatou que esse fenômeno pode ser entendido devido ao fato de que nos testes em placas, a levedura e o fungo, possuem uma certa distância entre si até entrar em confronto, portanto, no tempo de multiplicação e produção de substâncias de inibição pela levedura, o fungo tem

espaço e tempo para se desenvolver rapidamente antes de entrar em contato com os compostos inibitórios. Diferentemente destes, em meio líquido que o antagonista está em contato direto com o patógeno, mediante a inoculação.

Como observado na Figura 6, durante o teste de antagonismo em meio líquido a levedura contribuiu para o desenvolvimento do fungo, ou seja, não houve inibição como era o esperado, uma vez que o fungo sozinho obteve um crescimento exponencial durante as 48 horas, o que também foi observado só a levedura. Sugere-se que haja um estudo mais detalhado das características do fungo, em diferentes concentrações de levedura, para que possa obter resultados satisfatórios com relação à inibição do fungo.

Figura 6. Teste de antagonismo em meio líquido. Absorbância do fungo (ABS F), absorbância levedura (ABS LEV), absorbância fungo e levedura (ABS LEV+F).

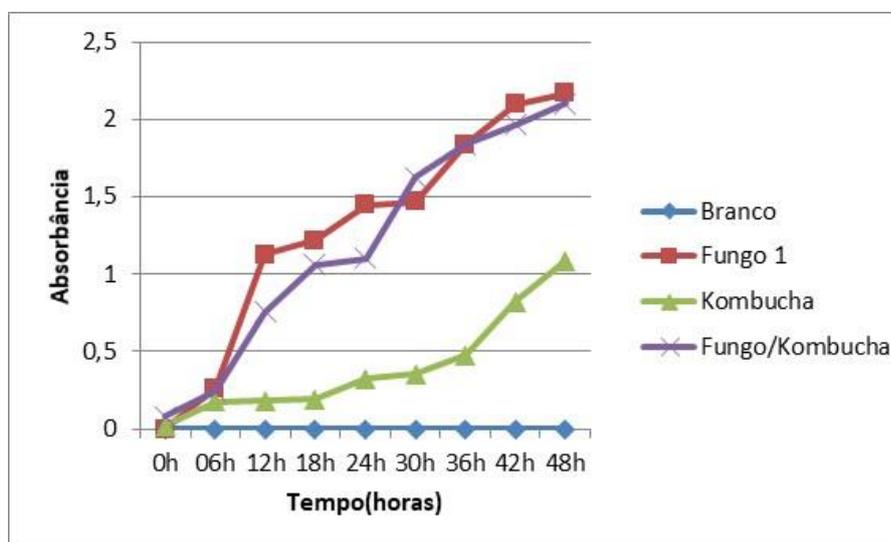


Fonte: Autores (2022).

O resultado do segundo teste em meio líquido exibido na figura 7, os dados mostram crescimento do Fungo e Fungo/Kombucha cresceram simultaneamente, onde iniciaram o seu crescimento nas primeiras 6 horas de cultivo, o que difere do crescimento só da Kombucha, onde a mesma permaneceu estável durante as primeiras 18 horas, sendo que ocorreu uma elevação no seu crescimento a partir das 36 horas. Com isso observa-se que a Kombucha não apresentou inibição significativa sobre o fungo, pois o seu comportamento foi semelhante. Não foram encontrados na literatura dados relacionados ao resultado do presente estudo, o que torna o estudo de caráter inovador, necessitando de pesquisas e testes mais aprofundados em

relação a esse experimento.

Figura 7. Teste de antagonismo em meio líquido. Absorbância do fungo (ABS F), absorbância Kombucha (ABS LEV), absorbância fungo e Kombucha (ABS LEV+F).



Fonte: Autores (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtiveram no presente estudo se mostram satisfatórios, pois nos testes conduzidos com o fungo isolado foi possível determinar o seu potencial patogênico nos frutos do morango, além disso, foi possível realizar a caracterização morfológica do fungo *Rhizopus* sp. em nível de gênero através de microscopia óptica.

O presente estudo também conseguiu determinar da capacidade antagônica da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e Kombucha como um possível biofungicida no controle do fungo *Rhizopus* sp., onde foi caracterizado e avaliado a redução do crescimento fúngico em placas, formação de um halo de inibição. Nos testes de confronto direto, não foi possível obter resultados conclusivos, sendo que é necessária uma investigação mais robusta para entender os resultados aqui observados, pois as avaliações dos resultados demonstram que a levedura *S. cerevisiae* e kombucha não inibiram o crescimento do fungo. Diante disso o estudo mostrou que o fungo e os meios de tratamento de inibição, necessitam de pesquisas mais aprofundadas para compreender o comportamento do fungo e outras formas de tratamento, para melhorar a capacidade de inibição no confronto direto.

REFERÊNCIAS

ALVES, K.S.; ROCHA, M.R.; ALVES, C.H.A.; POLASTRELI, J.L.; CAMARA, G.R.; SILVA, W.B.; MORAES, W.B. Modelagem da eficiência do roguing sob diferentes frequências de vistorias e taxas de infecção em epidemias virais do mamoeiro. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 180-185, 2018.

AMARAL, S.S.; SILVA, A.C.R.S.; SALES, L.A.T.; ALVES, C.S.; MIRANDA, R.C.M.; NASCIMENTO, L.C.S.; ALVES, M.S. Potencial da atividade biológica de actinomicetos contra o fungo *Cryptococcus gattii*. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 95-104, 2020. doi:10.17564/2316-3798.2020v8n2p95-104.

ANTUNES, L.E.C.; BONOW, S.; REISSER JÚNIOR, C. Morango: crescimento constante em área e produção. **Anuário Campo & Negócio HF**, v. 37, p. 88-92, 2020.

ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J.E. **Morangueiro**. Embrapa, Brasília, 2016. 589 p.

BENDO, M.I.; VIECELLI, C.A. Controle biológico de *Rhizopus nigricans* em pós-colheita de morango pela utilização da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e leite in natura. **Revista Faculdade Assis Gurgacz**, v. 2, n. 3, p. 23-35, 2009.

CHAKRAVORTY, S.; BHATTACHARYA, S.; CHATZINOTAS, A.; CHAKRABORTY, W.; BHATTACHARYA, D.; GACHHUI, R. Fermentação do chá de Kombuchá: dinâmica microbiana e bioquímica. **Int. J. Food Microbiol.** v. 220, p. 63 - 72, 2016.

CHAVES, V.C; CALVETE, E.; REGINATTO, F.H. Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 293-298, 2017.

CHU, Y.; GAO, C.; LIU, X.; ZHANG, N.; XU, T.; FENG, X.; YANG, Y.; SHEN, X.; TANG, X. Improvement of storage quality of strawberries by pullulan coatings incorporated with cinnamon essential oil nanoemulsion. **LWT**, v. 122, 109054, 2020.

DICKINSON, T.; LO, E.; TALENT, N. Polyploidy, reproductive biology, and Rosaceae: understanding evolution and making classifications. **Plant Syst.** v. 266, p. 59-78, 2007.

DORTA, C. Avaliação das leveduras *Torulaspora globosa* e *Trichosporon asahii* no controle da podridão negra em frutos de tomate. 54f. Monografia (Bacharel em Agroecologia), Universidade Federal de São Carlos, Araras-SP, 2020.

DROBY S.; WISNIEWSKI, M.; MACARISINB, D.; WILSON, C. Twenty years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm. **Postharvest Biology and Technology**, v. 52, n. 2, p. 137-145. 2009.

GRYGANSKYI, A.P.; GOLAN, J.; DOLATABADI, S.; MONDO, S.; ROBB, S.; IDNURM, A.; MUSZEWSKA, A.; STECZKIEWICZ, K.; MASONJONES, S.; LIAO, H.; GAJDECZKA, M.T.; ANIKE, F.; VUEK, A.; ANISHCHENKO, I.M.; VOIGT, K.; HOOG,

G.S.; SMITH, M.E.; HEITMAN, J.; VILGALYS, R.; STAJICH, J.E. Phylogenetic and phylogenomic definition of *Rhizopus* species. **G3: Genes, Genomes, Genetics**. v. 8, n. 6, p. 2007-2018, 2018.

JANISIEWICZ, W.J.; KORSTEN, L. Biological control of postharvest diseases of fruit. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v. 40, p. 411-441, 2002. doi:10.1007/s10658-011-9919-7.

JAYABALAN, R.; MALBASA, R.V.; LONCAR, E.S.; VITAS, J.S.; SATHISHKUUMAR, M. A review on kombucha tea-Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 4, p. 538-550, 2014.

JUNPING, T.; ZHOU, X.; CHENG, S.; CHEN, Z.; GOU, Y.; YE, J.; XU, F. Biocontrol of pear postharvest decay by Kombucha. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 47, n. 3, p. 668-675, 2019.

NUNES, C.A. Biological control of postharvest diseases of fruit. **Eur J Plant Pathol.**, v. 133, p. 181-196, 2012.

OSHITA, D.; JARDIM, I.C.S.F. Morango: uma preocupação alimentar, ambiental e sanitária, monitorado por cromatografia líquida moderna. **Scientia Chromatographica**, v. 4, n. 1, p. 52-76, 2012.

PLATANIA, C.; RESTUCCIA, C.; MUCCILLI, S.; CIRVILLERI, G. Efficacy of killer yeasts in the biological control of *Penicillium digitatum* on Tarocco orange fruits (*Citrus sinensis*). **Food Microbiology**, v. 30, n. 1, p. 219- 225, 2012.

RODRIGUES, G.S.; MAGALHÃES, D.M.A.; COSTA, A.M.; LUZ, E.D.M.N. Antagonismo de *Trichoderma* spp. ao agente etiológico da Murcha de Ceratocystis em cacauero. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 1, p. 72-78, 2018.

SIMARELLI, M. Fruto na mesa: tempo de morango. **Revista Frutas e Derivados**. IBRAF, ano 1, ed. 02, 2006.

SINGH, R; DAS, S. Identification of *Rhizopus* spp. causing Mucormycosis by MALDI-TOF MS. **Indian Journal of Medical Microbiology**, v. 30, p S99, 2021.

SUN, Y.; WANG, Y.; XU, Y.; CHEN, T.; LI, B.; ZHANG, Z.; TIAN, Z. Application and mechanism of benzyl-isothiocyanate, a natural antimicrobial agent from cruciferous vegetables, in controlling postharvest decay of strawberry, **Postharvest Biology and Technology**, v. 180, 111604, 2021.

TEMIZ, N. N.; ÖZDEMİR, K.S. Microbiological and physicochemical quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) coated with *Lactobacillus rhamnosus* and inulin enriched gelatin films. **Postharvest Biology and Technology**, v. 173, 111433, 2021.

TIAN, S.P. Microbial control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Current concepts and future outlook. **Microbial Biotechnology in Horticulture**, v. 1, p. 163-202, 2006.

VITHIYA, G. Rising *Rhizopus homothallicus*. **Indian Journal of Medical Microbiology**, v. 40, n. 1, 175, 2021.

WANG, F.; XIAO, J.; ZHANG, Y.; LI, R.; LIU, L.; DENG, J. Biocontrol ability and action mechanism of *Bacillus halotolerans* against *Botrytis cinerea* causing grey mould in postharvest strawberry fruit, **Postharvest Biology and Technology**, v. 174, 111456, 2021.

XIE, D.; LIU, D.; GUO, W. Relationship of the optical properties with soluble solids content and moisture content of strawberry during ripening, **Postharvest Biology and Technology**, v. 179, 111569, 2021.

Capítulo 3
EVOLUÇÃO TEMPORAL DA DINÂMICA FENOLÓGICA DE CULTIVOS E
TECIDOS VERDES NO SEMIÁRIDO: UMA INTERPRETAÇÃO DE
ASSINATURAS ESPECTRAIS DE NDVI

Jack Endrick Pastrana Mojica

Jader de Oliveira Santos

Lídia Gomes de Castro

Alana Pereira Inácio

EVOLUÇÃO TEMPORAL DA DINÂMICA FENOLÓGICA DE CULTIVOS E TECIDOS VERDES NO SEMIÁRIDO: UMA INTERPRETAÇÃO DE ASSINATURAS ESPECTRAIS DE NDVI

Jack Endrick Pastrana Mojica

Possui graduação em Geografia - Universidade de Nariño - Colômbia (2015), mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC. Atua principalmente no manejo de Sensores Remotos e Tecnologias Geoespaciais, e gerencia Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com ênfase em questões de planejamento do uso do solo, geografia física e problemas ambientais. Universidade Federal do Ceará/UFC, Departamento de Geografia, Fortaleza, Ceará (CE), pastrana070410@gail.com.

Jader de Oliveira Santos

Professor Associado do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, onde é docente permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia e do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFC). Doutor em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Geografia pela UECE e Graduado pela UFC. Integrante da Household Water Insecurity (HWISE) Research Coordination Network (RCN), desenvolvendo pesquisas sobre insegurança hídrica domiciliar e acesso à água. Integra o núcleo Fortaleza do Observatório das Metrôpoles promovendo pesquisas relacionadas à fragilidade ambiental urbana e aos riscos socioambientais. Representante titular da UFC no Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA). Têm experiência em análise da fragilidade ambiental, planejamento ambiental e ordenamento territorial com o uso de tecnologias da geoinformação, atuando principalmente nos seguintes temas: análise ambiental integrada, fragilidade ambiental urbana, riscos socioambientais, zoneamento ecológico-econômico, geoprocessamento na análise ambiental.

jadersantos@gmail.com.

Lídia Gomes de Castro

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEOGRAFIA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui graduação em Geografia (Licenciatura) pela UFC. Vinculada ao Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH/UFC). Experiência na área de Geociências, com ênfase em Climatologia Geográfica, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, Análise ambiental e Ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: climatologia urbana, clima e saúde, análise de dados e geotecnologias aplicadas à análise socioambiental. lidiagomes291@gmail.com.

Alana Pereira Inácio

Possui graduação em Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), licenciada pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi). Atualmente é mestranda pelo programa de Pós-graduação em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atuante nas pesquisas de planejamento ambiental com foco no processo geossistêmico em geossistemas ferruginosa com experiência em geoprocessamento. alanapereira.198@gmail.com.

Resumo: Este artigo apresenta uma adaptação de metodologias para determinação do comportamento espectral das principais coberturas da terra, tais como coberturas naturais e algumas culturas econômicas e principais cultivos existentes no Nordeste do Brasil, com intuito de analisar o comportamento dos tecidos verdes nos diferentes estágios de plantio e colheita, bem como o estado de saúde da vegetação em face da variabilidade climática e características ambientais, tendo como área de estudo o município de Acaraú - CE. Foram utilizados compostos temporais do índice normalizado de vegetação (NDVI), calculando-se o valor máximo em cada uma das séries temporais mensais. Foram coletados dados de temperatura da Superfície (LST) através do sensor MODIS, para análise da correlação com o índice vegetativo. Para a criação de algoritmos utilizou-se o Google Earth Engine (GEE) como ferramenta para o processamento da informação. Os resultados obtidos permitem determinar as diferentes mudanças nos valores de NDVI em função da variabilidade climática para o ano de 2020, no que se refere a evolução ou fenologia de cultivos que dependem da sua relação com variáveis externas, a exemplo da temperatura superficial. As coberturas naturais como os manguezais e a vegetação herbácea, apresentaram maior estabilidade ao longo do ano, em contraste, no bioma Caatinga se evidencia uma mudança abrupta em seus valores devido a sua relação direta com o clima.

Palavras-chave: Índice vegetativo. Variabilidade climática. Sensoriamento remoto

Abstract: This article presents an adaptation of methodologies for determining the spectral behavior of the main land covers, such as natural covers and some economic

crops and main existing crops in the Northeast of Brazil in order to analyze the behavior of green tissues in different stages of planting and harvesting as well as the state of health of the vegetation in the face of climatic variability and environmental characteristics, having as study area the municipality of Acaraú - CE. Temporal composites of vegetation greenness index (NDVI) were used, calculating the maximum value in each of the monthly time series. Surface temperature (LST) data were collected through the MODIS sensor, to analyze the correlation with the vegetation index. For the creation of algorithms Google Earth Engine was used as a tool for processing the information. The results obtained allow us to determine the different changes in NDVI values as a function of climate variability for the year 2020, regarding the evolution or phenology of cultures that depend on their relationship with external variables, such as surface temperature. The natural covers such as mangroves and herbaceous vegetation, are those that showed greater stability over the year, in contrast, in the Caatinga biome there is evidence of an abrupt change in their values due to its direct relationship with climate.

Keywords: Vegetative index. Climate variability. Remote sensing.

1.Introdução

A quantificação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em escala regional tem sido conduzida empregando técnicas de Sensoriamento Remoto com auxílio de diversos modelos que possibilitam análises precisas do comportamento da vegetação em diferentes estações do ano.

De acordo com Paruelo (2008), o NDVI é realizado através de operações algébricas com bandas satélites correspondentes de diferentes tipos de porções do espectro eletromagnético que resultam em índices ou variáveis sintéticas capazes de estimar o comportamento espectral da saúde da vegetação.

O comportamento espectral dos alvos na superfície da terra, é medida a partir da reflectância, o que permite quantificar a diferença entre o fluxo de energia que incide na superfície de um alvo em relação à energia que sai da superfície, este parâmetro é considerado como uma medida quantitativa que possibilita monitorar os alvos na superfície da terra.

Diante dos aspetos anteriormente mencionados, a proposta teórica da pesquisa fundamenta-se primeiramente na análise do modelo Rouse *et al*, (1974) e Tucker (1979) o qual propicia as bases teóricas do *Índice de Vegetação por Diferença Normalizada* (NDVI) como descritor dos tecidos fotossinteticamente ativos.

Trabalhos como o de TUCKER (1979) descreve aspectos importantes enquanto as repostas espectrais dos tecidos fotossinteticamente ativos, a partir desta

abordagem é possível analisar a saúde da vegetação utilizando os índices espectrais (LEAO de MORAES, 2001; PARUELO, 2008; CHUVIECO, 2010).

A adaptação da medição das variáveis de NDVI foi realizado aplicando o método *Maximum Value Compositing* (MVC) proposto por HOLBEN (1986) para diminuir os erros que dificultam a interpretação das informações contextuais das trajetórias de tempo de NDVI. Segundo Flood (2013), este método permite atribuir o valor máximo de NDVI naquelas áreas cujo valor do pixel não tem informação devido a influência de fatores como contaminação por aerossol e efeitos de ângulo de visão nos compostos de imagens de satélite, o que possibilita gerar uma imagem individual sem considerar as atenuações atmosféricas a partir da disponibilidade espacial dos pixels nas outras imagens da série de tempo (WHITE *et al.* 2014).

O foco desta pesquisa é interpretar as assinaturas espectrais para monitorar o comportamento da vegetação nas temporadas de crescimento de culturas (período curto), mesmo que os processos de desenvolvimento de biomassa verde, que requerem uma análise longa na trajetória de tempo de NDVI, para caracterizar as condições ambientais das coberturas naturais na área de estudo.

Visando o aprofundamento desses processos, a variabilidade climática do Nordeste do Brasil caracteriza-se por um ciclo anual de período de chuvas e uma época estiagem, que define a dinâmica da vegetação, como um fator que influencia nos modos de ocupação da terra.

Desta maneira, o estudo sugere a elaboração de séries mensais de NDVI, para a análise da evolução temporal de diferentes classes da cobertura da terra captadas pelo satélite Sentinel 2A, tendo em vista a dinâmica temporal anual da vegetação e sua relação com a variabilidade climática e características ambientais do município de Acaraú-CE no ano de 2020.

2.Fundamentação Teórica

O grande número de métodos para a detecção de mudanças no sensoriamento remoto (LU, 2014; TEWKESBURY, 2015) fomenta a necessidade de se definir o método mais apropriado a partir dos objetivos temáticos de cada pesquisa.

Alguns autores (LU *et al.* 2004; CHEN *et al.* 2012) trabalham os métodos do tipo pixel e objeto para a detecção de mudanças. A abordagem de tipo pixel considera as variações espectrais da superfície terrestre, fazendo uma medição direta do valor

do pixel, sendo as técnicas mais utilizadas: álgebra de bandas e Change Vector Analysis (CVA)

Paruelo, Di Bella e Milkovic (2014) consideram que as técnicas de objeto não representam as informações contextuais do terreno, devido ao fato de que agrupa as características da superfície terrestre de acordo com o seu cálculo estatístico.

De acordo com HUSSAIM *et al* (2013), o desvio padrão ou média ponderada das amostragens é comparada com a similaridade espectral dos pixels vizinhos o que gera a segmentação da imagem em objetos (HUSSAIM *et al*, 2013). No entanto, para verificar sua precisão, é necessário um levantamento de campo, diferentemente dos métodos de pixel, onde as medidas representam as informações contextuais *in situ* dos fenômenos que estão sendo estudados.

Para Tewkesbury *et al* (2015) o enfoque baseado no pixel gera resultados eficazes, quando utilizado em escalas médias baseadas em imagens de média resolução. Segundo Hussaim *et al* (2013), o enfoque de pixel pode gerar melhor desempenho, quando são aplicados procedimentos de correções geométricas nas imagens que estão sendo comparadas, a fim de que as trajetórias de NDVI não apresentem erros no deslocamento das séries contínuas.

Como é ratificado por Fedorov (2002) o co-registro de imagens, diminui erros geométricos em uma série de imagens contínuas, além de garantirem que a informação que está sendo medida no pixel, represente espacialmente as informações contextuais no terreno.

Da mesma forma que a utilização do método do NDVI considera as correções geométricas, a conversão dos valores numéricos ou digitais das imagens a valores com significado físico como a refletância devem ser consideradas, a fim de ter certeza de que um valor do pixel representa o parâmetro biofísico da variável que está sendo estudada. Este procedimento é conhecido como correção radiométrica nas imagens (CHUVIECO,2010).

Nesse sentido, os métodos de álgebra de bandas propostos por Rouse *et al* (1974) e TUCKER (1979) propiciam as bases teóricas do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) o permite medir as características dos tecidos fotossinteticamente ativos.

Ao abordar o modelo de TUCKER (1979), são descritos dois aspectos importantes: o primeiro refere-se à atividade dos tecidos fotossinteticamente ativos, a absorção que ocorre nos comprimentos de onda do espectro visível (azul e vermelho)

devido à alta absorção que acontece na epiderme (estrutura foliar) pelos pigmentos como a clorofila e xantofilas; o segundo aspecto é a alta resposta que obtém o infravermelho próximo, que,

Se deve à estrutura celular do mesófilo e ao conteúdo de parênquima lacunosa o que gera uma mudança no ambiente onde se espalha a onda (ar, água) gerando uma maior resposta na região do infravermelho próximo.” Esta porção do espectro não é absorvida pelas plantas para o seu processo metabólico, a partir deste comportamento pode analisar a saúde da vegetação. (Leão de Moraes 2001, p.55)

Desta maneira o cálculo de NDVI estima as diferenças entre as bandas vermelho e do Infravermelho próximo, e obtém-se um índice de 0 a 1, onde 1, corresponde ao maior desenvolvimento dos tecidos verdes e 0 a áreas relacionadas à senescência.

A noção de imagens compostas de NDVI foi empregada por Holben (1986), através do método Maximum Value Compositing (MVC) para obter o valor máximo do pixel de uma série contínua de imagens para o monitoramento interanual da vegetação.

Os fatores como contaminação por aerossol e efeitos de ângulo de visão afetam os níveis de NDVI (HOLBEN, 1986), sendo que o MVC substitui os valores anômalos da imagem, no qual não tem associada a informação que representa as características dos alvos no terreno, pelo valor máximo do pixel do composto temporal de imagens, a fim de atribuir a medida real do comportamento da vegetação sem considerar as atenuações atmosféricas.

Na atualidade o método também é utilizado para criar compostos temporais de refletância de superfície (FLOOD,2013) diferentemente da proposta de Holben (1986), a qual é baseava-se em compostos temporais de NDVI.

Por outro lado, os intervalos de comprimentos de onda que registra um sensor se manifestam de acordo com a quantidade de energia ou irradiância solar que incide sobre um alvo ou superfície; desta forma a distribuição da energia pode ser explicada através do espectro de emissão e espectro de absorção, que está associado a quantidade de energia que representa essa faixa do espectro (Paruelo et al., 2014)

Os comprimentos de onda TIR (*Thermal Infrared*) constituem a radiação emitida da superfície em função de sua temperatura (onda longa), por isso; nestas faixas espectrais é possível estudar as características térmicas da terra (JENSEN,2011; CHUVIECO,2010).

Wan & Liang (1997), calcularam a temperatura da superfície (LST) através do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) Para estudar as características térmicas na superfície da terra.

De acordo com Xing et al. (2021) o método da LST do sensor MODIS é utilizado globalmente é considerado uma variável para a analisar o crescimento da vegetação, uso e cobertura dos solos, monitoramento das sequias, humidade do solo, além disso é uma variável para fornecer dados atuais das alterações climáticas.

Na atualidade, ferramentas de computação na nuvem como Google Earth Engine (GEE) (GOOGLE DEVELOPERS, 2018) facilita o processamento digital de imagens (PDI), como também auxilia na criação de longas séries temporais de imagens de satélite e adaptação de algoritmos para o cálculo de LST proposto por Wan & Liang (1997).

Para a criação destes algoritmos, o GEE disponibiliza o “Code Editor” onde é permitido integrar as funções como o desenvolvimento dos Scripts, para processar e visualizar de maneira virtual com os servidores da Google (GORELICK et al. 2017).

3. Metodologia da Pesquisa

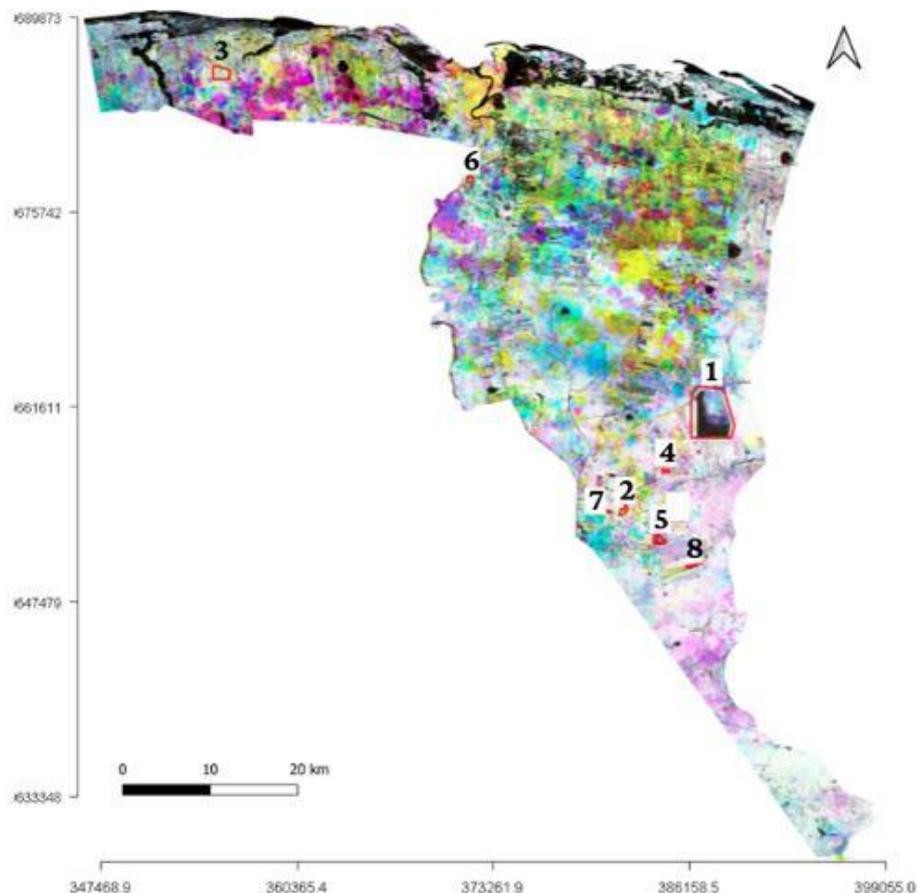
3.1. Definição e amostras da análise

O município de Acaraú está localizado na porção Norte do estado do Ceará, próximo a foz do Rio Acaraú, o mesmo está distante aproximadamente 230 quilômetros de Fortaleza (PESSOA *et al*, 2019). Atualmente, este município é um importante polo pesqueiro e produtor de camarão de cativeiro, além da fruticultura, pecuária, agricultura e geração de energia eólica (NASCIMENTO, 2006).

Acaraú dispõe de uma paisagem marcada por maciços residuais úmidos com altitudes superiores a 1000 metros e relevos rebaixados, com altitudes de até 400 m, além da zona litorânea que é a área próxima ao Oceano Atlântico. Pelo fato de os maciços deterem um maior grau de umidade e um melhor perfil do solo, tais áreas são mais propícias à agricultura, o que leva os agricultores a fazerem suas plantações nessas áreas. A produção de alimentos por meio da prática da agricultura de subsistência ocorre no período chuvoso que compreende, no máximo, os seis primeiros meses do ano (SOBRINHO, 2020, p.29).

Para a análise da evolução temporal da vegetação, foram selecionadas, oito amostras aleatórias na área de estudo (Figura 1), a fim de encontrar maior separabilidade espectral entre as coberturas de terra na área de estudo.

Figura 1: Seleção de amostragem para a análise de assinaturas espectrais, imagem Sentinel 2A, composição colorida do NDVI para o município de Acaraú.



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

3.2. Dados. MODIS-Aqua Land Temperatura da superfície

A fim de analisar a variação climática para o ano 2020 no município de Acaraú, se utilizou a plataforma *Google Earth Engine* (GEE), através de funções específicas de processamento. Com o *Dataset MYD11A1* disponibilizado no *Google Earth Engine* (GORELICK et al. 2017) foi criado o algoritmo mediante código aberto Java Script para extrair a temperatura diária da superfície (LST) que corresponde as observações diurnas, através da camada selecionada *LST_Day_1km* (*Day Land Surface Temperature*), multiplicando pelo fator de escala 0.02 e restando 273, foi possível obter 228 registros de temperatura superficial em graus celsius para o ano de 2020 na área de estudo.

Também foram utilizadas imagens do sensor MODIS, pois este fornece imagens globais da terra a uma resolução espacial de 1km em uma resolução

temporal diária, desde julho de 2002 até a atualidade. Os dados obtidos serviram para calcular a média diária anual e os ciclos mensais da temperatura e a relação que pode ser estabelecida nos estágios de chuva e seca.

3.3. Seleção de Imagens Sentinel-2

Para a construção inicial das séries temporais utilizou-se o *Dataset-Level-2A* do sensor *Sentinel 2A*, a partir da função *ee.ImageCollection* (“*COPERNICUS/S2*”) do GEE, foram processadas 144 imagens o que indica que as medições feitas a nível do pixel registraram 144 observações ao longo da escala temporal definida no estudo, correspondentes aos 12 meses do ano de 2021 no período de 1 de janeiro de 2021 a 31 de dezembro do mesmo ano.

As medições radiométricas feitas pelo sensor vêm em níveis de refletância da superfície também corrigidas geometricamente (FEDOROV, 2002; CHUVIECO, 2010; ESA, 2021), sendo selecionada a banda B4 que contém a informação espectral (664.5nm 665nm) no vermelho e B8 (835.1nm 833nm) correspondente ao infravermelho próximo, conformam os compostos temporais para a criação do *Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)*.

3.4 Séries Temporais de NDVI

Com a finalidade de realizar os compostos temporais de NDVI, foi calculado Segundo Holben (1986) o método *Maximum Value Compositing (MVC)* que consiste em atribuir o *valor máximo (Max)* de NDVI para cada uma das coleções de imagens da série temporal através da função “*Statistical max*” fornecido pela plataforma GEE, em que gera uma imagem individual que atribuí os valores máximos registrados na série mensal.

Foram construídos 12 compostos temporais de NDVI para os meses do ano 2021. Para a criação das series temporais de NDVI foi utilizado a álgebra de mapas e a fundamentação teórica proposta por Rouse *et al* (1974), onde:

$$NDVI = (IR - R) / (IR + R) \quad (1)$$

Onde: IR e R representa a refletância de infravermelho próximo e vermelho, respectivamente.

3.5 Análise das assinaturas espectrais

A interpretação das trajetórias de NDVI das distintas coberturas da terra foram interpretadas de acordo à evolução temporal que apresentaram as amostragens na análise. O crescimento ou desenvolvimento de biomassa verde foi interpretado a partir da ferramenta do software Qgis “*Value Tool*”, este comportamento permitiu definir o pico do ciclo vegetativo, onde se espera observar a história passado do pixel para interpretar os estados fenológicos desde o início e o fim das colheitas.

Neste trabalho, os valores numéricos de NDVI com igual tendência temporal se consideram aquelas coberturas naturais como: os manguezais, vegetação arbórea, vegetação herbácea, diferentemente das culturas onde as variações espectrais levam a interpretações relacionadas com as diferentes culturas no município de Acaraú.

4. Análise de dados

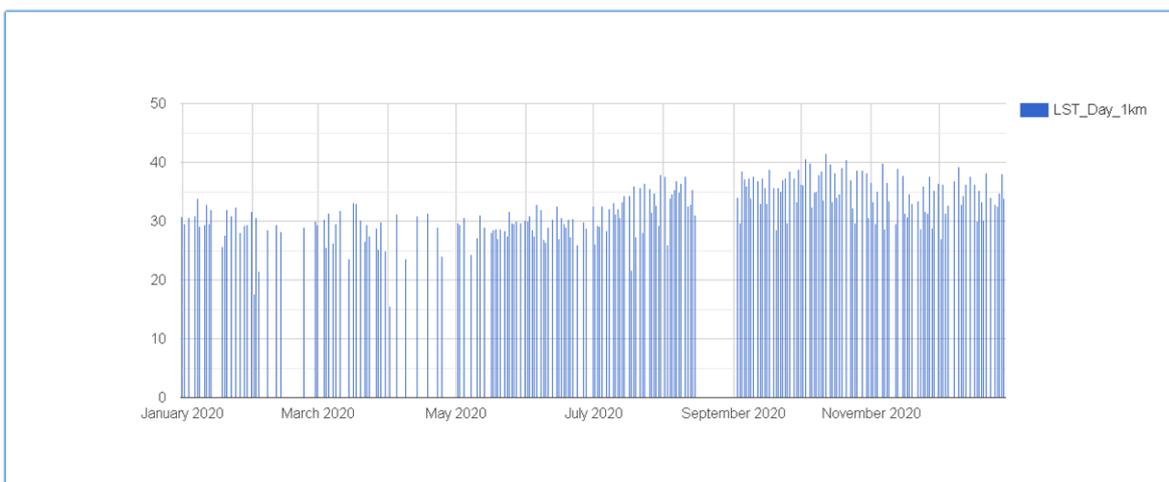
4.1. Dados de temperatura da Superfície (LST)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema atmosférico causador de chuvas na região (de fevereiro a maio) e a ela podem ser atrelados outros sistemas como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, Linhas de Instabilidade e Complexos Convectivos de Mesoescala, intensificando os totais pluviométricos anuais.

De agosto a dezembro pode ser verificada a diminuição dos índices vegetativos na área de estudo (Gráfico 1), período que está sob influência atmosférica do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, associado a Massa Tropical Atlântica e a Massa Equatorial Atlântica, que causam a estabilidade do tempo. (ZANELLA, 2014).

No Gráfico 1, se pode observar as flutuações de temperaturas diárias no ano 2020, os valores mais baixos se registraram ao princípio do ano (janeiro - maio) com temperaturas 30-33 e para o resto no ano (junho - dezembro) as temperaturas chegaram próximas a 36 – 39 °C.

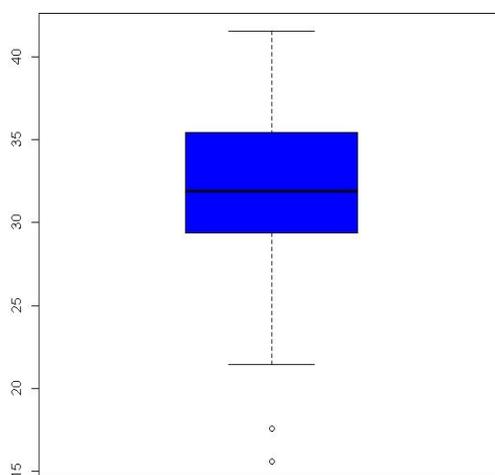
Gráfico 1: Evolução da LST diária para Município de Acaraú em 2020.



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

No gráfico 2, verifica-se que a média de temperatura superficial flutua entre 29 e 35°C ao longo do ano e que há dois dados atípicos, onde as LST atingem os 17°C em 2 de fevereiro e 15°C em 2 de abril de acordo com os dados fornecidos pelo sensor MODIS, ambos meses no período chuvoso da região.

Gráfico 2: Média anual da LST no município de Acaraú em 2020.



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

Pode-se inferir que os meses com maiores LST são os que possuem NDVI com valores mais altos para coberturas naturais, como manguezais e vegetação herbácea o que representam maior desenvolvimento da biomassa verde.

4.2. Series temporais de NDVI

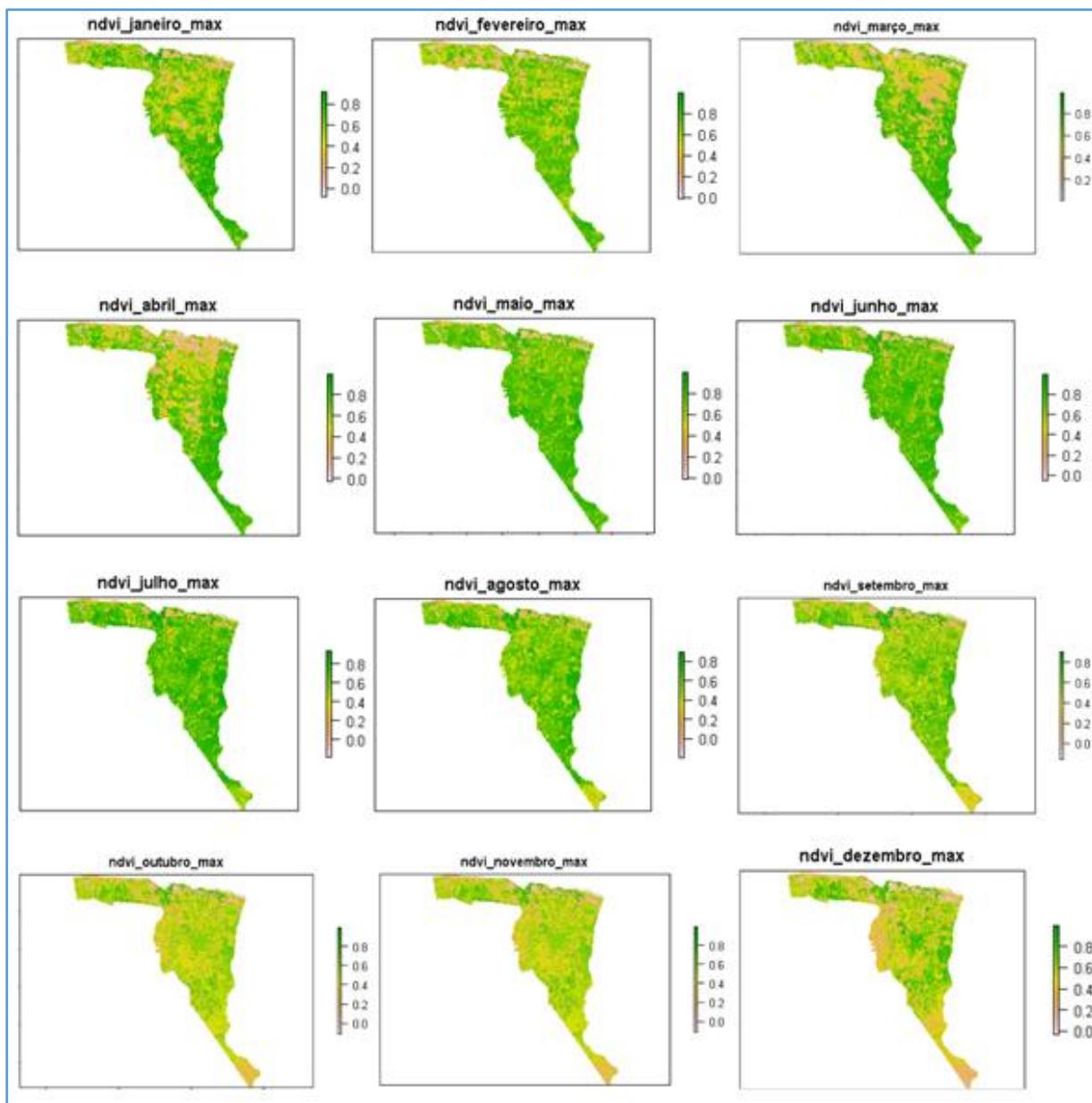
A relação entre o aumento de NDVI e o crescimento da vegetação mostra os valores no ponto mais alto do ciclo da vegetação que se apresentam como os de maior atividade fotossintética, o que representa uma alta absorção na região do espectro visível e uma alta resposta no infravermelho próximo.

Portanto, o NDVI é um estimador da absorção da radiação através dos tecidos verdes, o que ratifica que permite quantificar as principais variações dos estados fenológicos de senescência e verdor na vegetação (WANG et al, 2021).

Nesse sentido, como mostra a figura 2, as análises dos perfis temporais identificaram as etapas fenológicas e saúde da vegetação com o método MVC (Holben,1986) para cada uma das coleções de imagens da série temporal do NDVI: do dia 1 ao 181 (janeiro - julho) período com maior desenvolvimento e do dia 182 ao 365 (agosto - dezembro) período senescente

As respostas fenológicas identificadas podem estar relacionadas diretamente ao aporte hídrico interanual proveniente da pluviosidade demasiadamente alta de Acaraú quando comparada a de outros municípios do sertão do Ceará (SOBRINHO, J. F, 2020). O bioma da Caatinga existente em parte do município caracterizado pela vegetação caducifólia, é dependente do volume de precipitação ao longo do ano, bem como alguns tipos de cultivos agrícolas.

Figura 2: Compostos temporais do NDVI máximo com o método MVC - Acaraú, 2020.



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

4.3 Análise das classes de coberturas da terra

Podendo-se analisar o estado vegetativo a tabela 1 apresenta os cálculos das estatísticas das amostras selecionadas que correspondem aos cultivos e coberturas da terra no período das análises. Os cálculos dos valores de NDVI das amostras selecionadas, representam os polígonos onde se identificaram os diferentes tipos da coberturas e culturas, as coberturas da terra que registraram maior atividade são o manguezal e a vegetação arbustiva, as principais culturas dependem da

estacionalidade climática, no entanto no estágio mais desenvolvido, registraram valores superiores a 0.91.

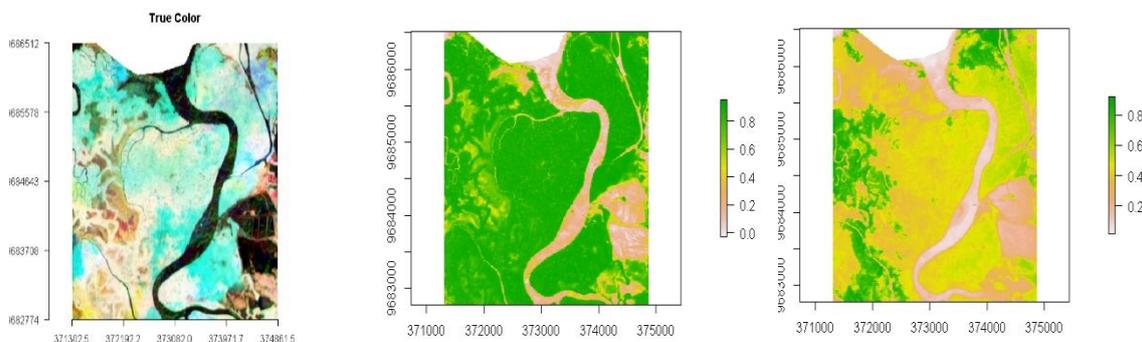
Tabela 1: Resultados dos valores de NDVI nas áreas de cultivo e cobertura da terra

Valores de NDVI para cada uma das amostras selecionadas				
Cobertura da terra	Mês do ano com maior desenvolvimento	Mês do ano com menor desenvolvimento	Valor numérico de Ndi-Max	Valor N dvi Minimo
Manguezais	outubro-novembro		0.95	0.73
Carcinicultura		julho - agosto	0.087	0.22
Vegetação Caatinga Arbórea (amostra 1)	fevereiro-abril		0.91	0.77
		agosto-outubro		0.43
Vegetação Caatinga Arbórea (amostra 2)	Maio		0.90	0.73
		agosto-outubro		0.33
Vegetação herbácea	junho-dezembro		0.90	0.55
Milho	janeiro-maio		0.93	0.85
Feijão	janeiro-abril		0.93	0.88
Maracujá	setembro-outubro		0.80	0.61
Melancia	março-abril		0.92	0.76
Banana	agosto-setembro		0.93	0.53
Coqueiral(amostra 1)	maio-julho		0.91	0.84
Coqueiral(amostra 2)	junho-setembro		0.91	0.88

Fonte: Organizado pelos autores (2022)

Em algumas coberturas da terra, a interpretação da evolução temporal do manguezal (figura 3), sugere que foi a cobertura natural com igual tendência temporal e com valores altos de NDVI.

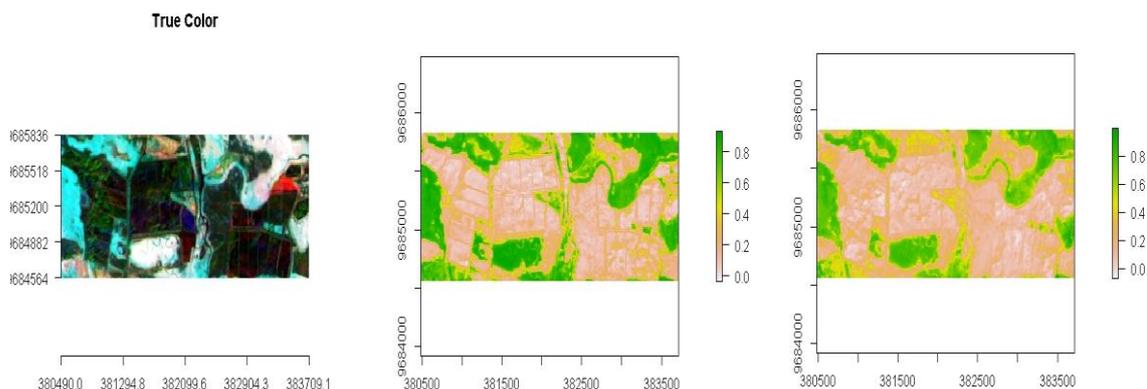
Figura 3: Cobertura da terra de manguezal com alto valor de NDVI - Acaraú, 2020.



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

Diferente da carcinicultura (Figura 4), onde foi possível interpretar que os resultados desta cobertura não representam a atividade fotossintética da vegetação, embora, pode-se inferir que os valores mais baixos de NDVI representam estabilidade de produção devido ao favorecimento da umidade.

Figura 4: Cobertura de Carcinicultura com baixos valores de NDVI - Acaraú, 2020



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

Na figura 5 é mostrada de maneira geral o comportamento funcional dos tecidos verdes em relação à época de maior desenvolvimento (maior NDVI) em comparação ao mês de menor NDVI, na qual pode-se observar como responde a vegetação de acordo com as flutuações das temperaturas, verificando-se que a diminuição dos índices vegetativos na área de estudo está relacionada com o aumento das flutuações da temperatura, portanto na época de estiagem acontece um menor desenvolvimento em comparação com os valores ao princípio do ano, onde se evidenciam maior desenvolvimento devido as chuvas, o qual é aproveitado pelos moradores locais para implementar práticas de culturas agrícolas.

Figura 5: Coberturas da terra com valores máx. e mín. de NDVI para Acaraú em 2020. (1) banana, (2) coco, (3) vegetação herbácea, (4) feijão, (5) melancia, (6) vegetação arbustiva (Caatinga), (7) maracujá, (8) milho



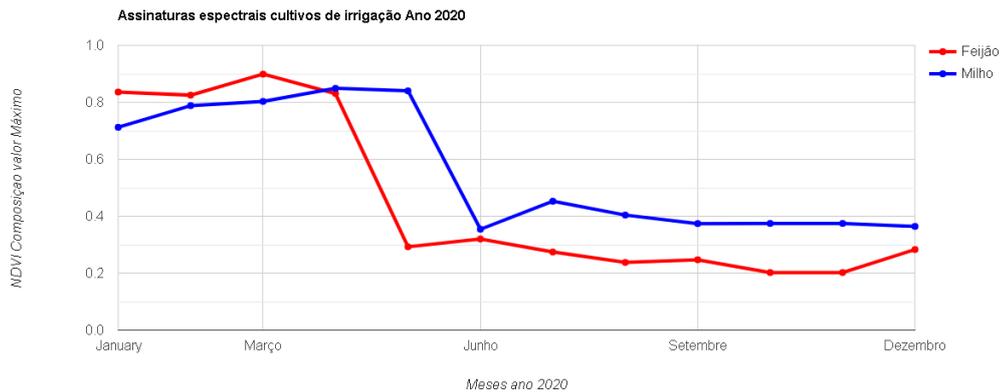
Fonte: Organizado pelos autores (2022)

4.4. Comportamento espectral das assinaturas espectrais

De acordo com a amostragem, se pode inferir que os cultivos agrícolas que possuem desenvolvimento dependente das condições climáticas interanuais, a exemplo do feijão e do milho que são cultivados nos primeiros meses do ano sob atuação do sistema atmosférico ZCIT, o qual proporciona os maiores volumes de chuva na região nos meses de fevereiro a maio. A dinâmica temporal expressa pelo

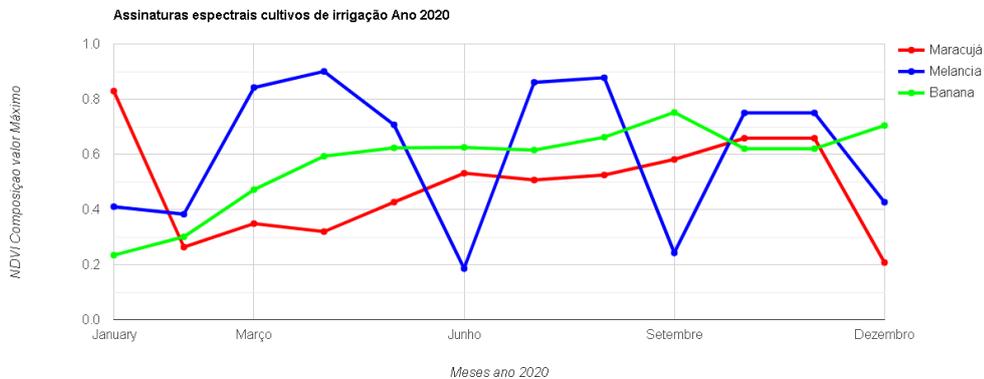
índice vegetativo nas assinaturas espectrais (Gráfico 3) infere que o pico do NDVI (0.8 - 0.9) ocorre justamente nos meses citados e a colheita acontece entre os meses de maio e junho, quando os ramos são recolhidos por completo e o solo permanece exposto no período de estabilidade atmosférica da região até possível replantio no ano subsequente.

Gráfico 3: Assinaturas espectrais das culturas de feijão e milho
Fonte: Organizado pelos autores (2022)



Em todo o município de Acaraú é possível identificar cultivos de irrigação que podem permanecer em campo ao longo de todo o ano sem controle direto do regime de chuvas da região, como por exemplo banana, melancia e maracujá. Nestas áreas, o comportamento do NDVI é variável entre 0.2 - 0.9 (Gráfico 4), tendo em vista que os ciclos estabelecidos pelos produtores podem estar relacionados ao sistema de rotação de culturas.

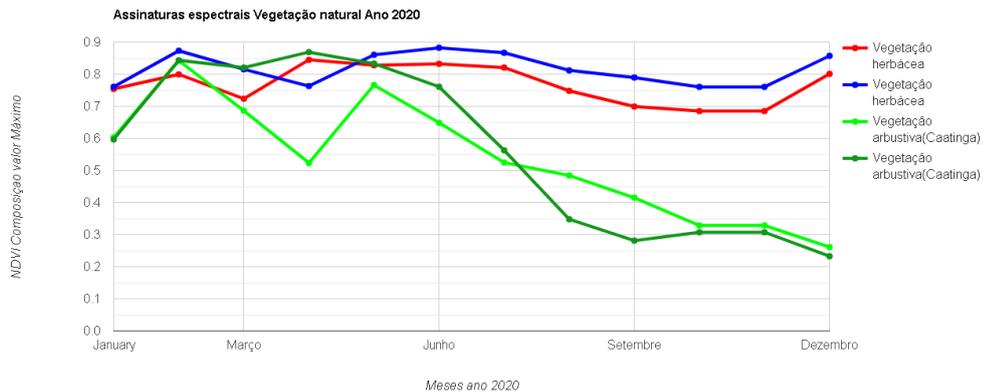
Gráfico 4: Assinaturas espectrais das culturas de maracujá, melancia e banana
Fonte: Organizado pelos autores (2022)



Coberturas vegetais como herbácea e vegetação arbustiva (Caatinga) sofrem efeitos dos períodos de estiagem e de precipitações interanuais, além do desmatamento e queimadas para cultivos e pastagens em torno dos recursos hídricos,

atividades que podem expor o solo à processos erosivos e de desertificação. A vegetação herbácea apresenta valores estáveis de NDVI ao longo do ano entre 0.8 e 0.9 –, enquanto a vegetação arbustiva apresenta um declínio no índice a partir do mês de junho até dezembro (0.8 - 0.2), fenômeno que ocorre devido ao caráter caducifólio da vegetação do bioma Caatinga (Gráfico 5).

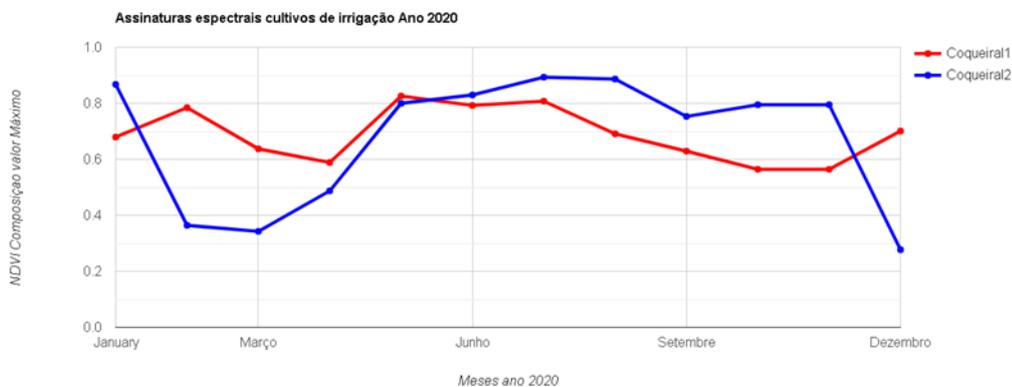
Gráfico 5: Assinaturas espectral de vegetação arbustiva e herbácea



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

O cultivo de coco é evidenciado por meio das análises aqui realizadas como o de maior abrangência no município. As assinaturas espectrais no Gráfico 6 revelam diferentes comportamentos do NDVI para determinadas áreas de coqueirais. Este fato se deve aos tipos de plantação e ao manejo dado às espécies produtoras do fruto. Supõe-se que o tipo de coqueiral 1 tem porte grande e encontra-se no ano de 2020 em estabilidade de produção (com NDVI entre 0.6 e 0.8 com folhagens maiores e mais adensadas que o tipo de coqueiral 2, o qual pode estar em processo de plantio recente ou poda devido a variação do NDVI entre o início e final do ano (0.3 - 0.9).

Gráfico 6: Assinaturas espectral do cultivo de coco



Fonte: Organizado pelos autores (2022)

5. Considerações Finais

A interpretação das séries temporais no município de Acaraú permitiu identificar a problemática ambiental devido à implementação dos cultivos de carcinicultura, que afetam principalmente as funções sistêmicas das áreas de manguezais que fornecem através de seus serviços ecossistêmicos um bem-estar dos moradores locais.

As coberturas naturais como os manguezais e a vegetação herbácea, são os que apresentaram maior estabilidade ao longo do ano, em contraste, pode-se deduzir que a vegetação arbórea (bioma Caatinga) evidenciou uma mudança abrupta em seus valores devido a sua relação direta com a variabilidade climática.

O estágio climático tem um impacto no desenvolvimento das culturas na região, no entanto, nos últimos anos a implementação das áreas irrigadas garantiram a segurança alimentar não só do município, mas também externamente, portanto o sensoriamento remoto auxilia no planejamento territorial das atividades agrícolas através da caracterização das fenologias das culturas e saúde da vegetação, visando a proposta de objetivos de desenvolvimento para tentar reduzir os efeitos negativos que aumentam a vulnerabilidade socioambiental.

Se pode afirmar que as novas geotecnologias fornecem o processamento de grandes conjuntos de dados, sendo Google Earth Engine (GEE) uma plataforma de acesso livre e gratuito com foco cientista, onde os diversos catálogos de imagens de satélites já processadas são disponibilizados para a gestão das análises de variáveis climáticas, agrometeorológicos e de mudanças na cobertura do solo. Sendo uma oportunidade para pesquisas desenvolvidas para o acompanhamento e monitoramento dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

CHEN, X; CHEN, J; YUSHENG, S; YAMAGUCHI, Y. **An automated approach for updating land cover maps based on integrated change detection and classification methods**, Elsevier, Beijing, v 71, p 86–95, 2012.

CHUVIECO, Emilio. **Teledetección Ambiental. La Observación De La Tierra Desde El espacio**. Barcelona: Ariel Ciencia – Editorial Plalíquida, S.A, 2010.

E.S.A. **European Space Agency Satellite Missions (2015)**. Sentinel 2. Disponível em: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2>. Acesso em: 28/02/2021.

FEDOROV, D. **Sistema semi-automático de registro e mosaico de imagens.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Dissertação (Mestrado) - Curso de Computação Aplicada, INPE, São José dos Campos.2002.

FLOOD, N. **Seasonal Composite Landsat TM/ETM+ Images Using the Medoid (a Multi-Dimensional Median),** Remote Sensing. Queensland, Australia, v 5, p 6481-6500, 2013.

JENSEN, J.R. **Sensoramento Remoto do Ambiente. Um Perspectiva em Recursos Terrestres.**Tradução autorizada da Segunda Edição. INPE.São Paulo, Parêntese Editora, 2011.

GOOGLE DEVELOPERS (2018). **Get Started with Earth Engine.** Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine/getstarted> Acesso em : 21 maio. 2021.

GORELICK, N; HANCHER, M; DIXON, M; ILYUSHCHENKO, S; THAU, D; MOORE, R. **Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment.** v 202, p.18-27, 2017.

HOLBEN, B. N. **Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data.** International Journal of Remote Sensing. Maryland, v 7:11, p. 1417-1434, 1986.

HUSSAIN, M; CHEN, D; CHENG, A; WEI, H; STANLEY, D. **Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches.** Elsevier, Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Kingston, p 91–106,2013.

JULIEN, Y; SOBRINO, J; MORALES, L. **Análisis Multitemporal de Imágenes PAL para el estudio de la vegetación en Suramérica.** Santiago de Chile: Revista de Teledetección v. 27, p. 17-26, 2007.

LOPES THIERS, P; MEIRELES, A; OLIVEIRA, J. **Manguezais na Costa Oeste Cearence.** Fortaleza: Imprensa Universitaria, 2017.

LU, D; MAUSEL, P; BRONDIZIOS, E; MORAN, E. **Change detection techniques,** Int. J. Remote Sensing, Indiana, v 25, p 2365–2407, 2004.

LEÃO MORAES NOVO,E.M; PONZONI, F.J. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** São José dos Campos, 2001.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro: O contexto da Bacia do Rio Acaraú – Ceará.** Tese de doutorado em Geografia. Universidade Federal Fluminense, 2006.

PARUELO, J. **La caracterización funcional de ecosistemas mediante sensores remotos.** Buenos Aires : Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente, 2008.

PARUELO, J; DI BELLA, C; MILKOVIC, M.**Percepción remota y sistemas de información geográfica:sus aplicaciones en agronomia y ciencias ambientales.Principios básicos de percepción remota. Clasificación de datos espectrales.** Capítulo 7. Buenos Aires: Ediciones. Hemisferio Sur, 2014.

PESSOA, P.R.S.; *et al.* **Uso da terra e evolução das paisagens associadas ao estuário do Rio Acaraú-Ce.** Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 1277-1288, Set. 2019.

ROUSE, J.W; HASS, R.H.; SCHELL, J.A; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite,** Washington, p.309-317.1974.

SOBRINHO, J. F. **A natureza do vale do Acaraú: um olhar das sinuosidades do relevo.** Sobral – CE: Sertão Cult, 2020.

TEWKESBURY, H; COMBER, A; TATE, N; LAMB, A. **Critical synthesis of remotely sensed optical image change detection techniques.** Remote Sensing of Environment. n. 160, p. 1–14,2015.

TUCKER, C. **Red And Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation.** Remote Sensing of Environment. Maryland, v. 8, p. 127-150, 1979.

XING, Z; LIANG, Z; SI-BO, D; XIANGYANG, L; XIAOPO, Z; LENG, P; GAO, M. **Estimation of daily mean land surface temperature at global scale using pairs of daytime and nighttime MODIS instantaneous observations.** Beijing, China. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v 178 p 51-67,2021.

WANG, Y; WANG, L; TIAN, J; SHI, C. **Object-based spectral-phenological features for mapping invasive. Spartina alterniflora.** Beijing, China. Science Direct, v. 101, p.12,2021.

WHITE, J. C; WULDER, M. A; HOBART, G. W; LUTHER, J. E; HERMOSILLA, T; GRIFFITHS, P; COOPS, N; HALL, R. J; HOSTERT, P; DYK, A. GUINDON, L. **Pixel-Based Image Compositing for Large-Area Dense Time Series Applications and Science,** Canadian Journal of Remote Sensing, v 40, p 192–212, 2014.

WAN, Z; LIANG, Z. **A physics based algorithm for retrieving land; surface emissivity and temperature from EOS/MODIS data.** IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing .v 35 p 980-996, 1997.

ZANELLA, M. E. **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino.** Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 36, p. 126-142, 2014.

Capítulo 4
MÉTODOS HIDROLÓGICOS USADOS NO DIMENSIONAMENTO DE
RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO – ESTUDO DE CASO
DA BARRAGEM CERAÍMA-BA
Welton Santos Simões de Oliveira
Fabianny Joanny Bezerra C. da Silva



MÉTODOS HIDROLÓGICOS USADOS NO DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO – ESTUDO DE CASO DA BARRAGEM CERAÍMA-BA

Welton Santos Simões de Oliveira

Recursos Hídricos, Engenheiro Civil, UFAL, weltonssdeo2005@yahoo.com.br

Fabianny Joanny Bezerra C. da Silva

Recursos Hídricos, Doutorado Engenheiro. Civil, UFPE, fjoanny@gmail.com

Resumo: A construção de reservatórios no semiárido Nordeste Brasileiro é uma ação corriqueira em virtude da necessidade de armazenamento de água por longos períodos, devido à baixa pluviosidade e irregularidade de chuvas anualmente; assim como, para a regularização de vazões. Para tanto, de modo a se obter o adequado dimensionamento da estrutura do reservatório se faz necessária a aplicação de métodos ou modelos hidráulicos. Assim, no presente estudo foram empregados os métodos diretos desenvolvidos por Francisco Aguiar e George Ribeiro; e os métodos indiretos criados por *Soil Conservation Service* (SCS) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), na barragem Ceraíma, localizada no município de Guanambi, no Estado da Bahia, na região Semiárida, do Nordeste Brasileiro. Tendo em vista que na época da construção do reservatório de Ceraíma não haviam muitos modelos disponíveis para a simulação, o presente estudo teve por objetivo analisar comparativamente alguns métodos diretos e indiretos, e aplicar juízo de valor com base em literatura especializada. Os resultados obtidos indicaram que a utilização do método indireto SCS é o mais adequado, na atualidade, para o dimensionamento de obras com as características da barragem de Ceraíma, por sua praticidade, podendo ser usado em larga escala para trabalhos semelhantes na região semiárida.

Palavras-chave: Hidrologia. Semiárido. Dimensionamento.

Abstract: The construction of reservoirs in the Brazilian Northeast semi-arid region is a common practice due to the need to store water for long periods, due to the low rainfall and irregular rainfall annually; as well as for the regularization of flows. Therefore, in order to obtain the adequate dimensioning of the reservoir structure, it is necessary to apply hydraulic methods or models. Thus, in the present study, the direct methods developed by Francisco Aguiar and George Ribeiro were used; and the indirect methods created by Soil Conservation Service (SCS) and Superintendence for the Development of the Northeast (SUDENE), at the Ceraíma dam, located in the municipality of Guanambi, in the State of Bahia, in the semi-arid region, in the Brazilian Northeast. Considering that at the time of the construction of the Ceraíma reservoir there were not many models available for the simulation, the present study aimed to

comparatively analyze some direct and indirect methods, and apply value judgments based on specialized literature. The results obtained indicated that the use of the indirect SCS method is currently the most appropriate for the design of projects with the characteristics of the Ceraíma dam, due to its practicality, and can be used on a large scale for similar works in the semi-arid region.

Keywords: Hydrology. Semiarid. Dimensioning.

INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades, associado às ações antrópicas das últimas décadas tem colaborado significativamente para a alteração do comportamento de alguns parâmetros que constituem o meio físico, sobretudo, o ciclo hidrológico.

Esse parâmetro sofre influência direta dos efeitos das mudanças climáticas, e quando analisado em conjunto com as características do semiárido Nordeste do Brasil (elevada insolação e evaporação, baixa precipitação e distribuição irregular de chuvas ao longo do ano), tem contribuído para a ocorrência reiterada de eventos hidrológicos extremos, principalmente, estiagens, secas e inundações, o que enfatiza a importância de estruturas hidráulicas de armazenamento e regularização, a exemplo, dos reservatórios.

Assim, a aplicação de diversos métodos ou modelos hidrológicos que respondam satisfatoriamente as peculiaridades da região semiárida para o adequado dimensionamento de reservatórios é de extrema relevância, pois quando construídos representam um incremento de oferta ou segurança hídrica, corroborando para que haja a gestão dos recursos hídricos numa dada bacia.

Aliado a isso, esses tipos de estruturas hidráulicas podem representar um alívio para a população em região semiárida, cujo sofre com anos consecutivos de déficit hídrico, o que penaliza consideravelmente o desenvolvimento socioeconômico local, em virtude de indisponibilidade de água para os principais usos, como o abastecimento humano, dessedentação animal e irrigação.

Desse modo, a aplicação de métodos diretos como os desenvolvidos por Francisco Aguiar e George Ribeiro; e métodos indiretos como os criados por *Soil Conservation Service* (SCS) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) são importantes e se tornam alternativas para a realização de dimensionamento de reservatórios, pois podem ser aplicáveis às estruturas localizadas no semiárido Nordeste Brasileiro, a exemplo da barragem Ceraíma, situada no município de Guanambi, no estado da Bahia, objeto do presente estudo.

Importante ressaltar que o reservatório de Ceraíma começou a ser construído na década de 1940, e nessa época os métodos ou modelos hidrológicos eram escassos, sendo destaque o método desenvolvido pelo Eng. Francisco Aguiar.

Nessa época, a maioria dos métodos hidrológicos disponíveis empregavam, na previsão de enchentes, os registros fluviais existentes, adotando-se para a vazão máxima, duas vezes o maior valor observado, independentemente do número de anos consignados. Já as metodologias mais modernas, ao invés de utilizarem os registros diretos de vazões, usavam dados pluviométricos para indiretamente, chegar ao valor da vazão máxima.

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo efetuar uma análise comparativa entre o método disponível na época da construção da Barragem Ceraíma, e outros métodos desenvolvidos posteriormente, aplicando um juízo de valor entre eles baseados no arcabouço técnico disponível.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Fernandes *et al.* (2017), a estimativa de vazão máxima de escoamento superficial é necessária para o projeto de obras hidráulicas e modelagem hidrológica das águas subterrâneas em bacias urbanas e rurais.

Nesse contexto, visando o dimensionamento de reservatórios e a determinação de vazões máximas de cheias são comumente empregados 02 (dois) tipos de métodos: 1) Diretos - empregam registros hidrometeorológicos para estimar o tempo de concentração a partir da análise da relação da precipitação com a variação da cota ou vazão no ponto de controle de interesse (Farias Júnior e Botelho, 2011); e 2) Indiretos - utilizam dados secundários oriundos de equações matemáticas estabelecidas para uma determinada região, com base em suas características hidrometeorológicas (intensidade de precipitação) ou fisiográficos (área de drenagem, declividade média, uso e a ocupação do solo).

Dentre os vários métodos diretos e indiretos existentes na literatura, os mais empregados e compatíveis com as características do semiárido brasileiro são o de Aguiar (1978), George Ribeiro (1961), *Soil Conservation Service - SCS* (1985) e SUDENE (Doherty *et al.*, 1994), conforme relatam diversos autores, a exemplo de: Cunha *et al.* (2015), Lima *et al.* (2018); Lima *et al.* (2019), Silva (2000), Penner (*et al.* (2021), etc.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Área de Estudo

A Barragem Ceraíma (Figura 1) encontra-se inserida na bacia hidrográfica do rio Carnaíba de Dentro, no Semiárido Baiano, porção sul-sudeste da bacia do rio São Francisco, no município de Guanambi, no Estado da Bahia, nas coordenadas UTM E 750098,71 m e UTM N 8419595,71 m, no Fuso 23S.

De acordo com ANA (2016), a área de drenagem total da bacia da barragem Ceraíma é de 396,90 km², e seu reservatório possui um volume máximo de 58 hm³.

Figura 1 - Localização da barragem Ceraíma no município de Guanambi - BA.



Fonte: Google Earth, 2022.

Dados Pluviométricos

Procurou-se utilizar os dados pluviométricos disponíveis antes do início da construção da barragem Ceraíma que se deu em 1940. Diante desse critério, apenas a estação pluviométrica Caetite (1442003) apresentou um período de dados significativo de registro (29 anos - 1911 a 1940) na época dos estudos do projeto executivo, e por isso, será usada no presente estudo.

Dados Fluviométricos

De acordo com os dados disponíveis no HIDROWEB (ANA, 2021), a bacia do rio Carnaíba de Dentro não apresenta posto fluviométrico com dados registrados no período anterior à construção da barragem Ceraíma. Assim, foi realizado um

levantamento de todos os postos, localizados no estado da Bahia, com dados anteriores à 1940, ano em que se iniciou a construção da barragem, onde detectou-se os seguintes postos: Juazeiro (4802002) com 21 anos (1911 a 1932) e Queimadas (50465001) com 29 anos (1911 a 1940).

ANÁLISE DE DADOS

Na escassez de dados pluviométricos e fluviométricos, a alternativa metodológica para o estabelecimento das vazões de projeto é a utilização de métodos empíricos desenvolvidos para a região em estudo, que possuam eficiência comprovada regionalmente, e/ou aqueles que levam em consideração as características físicas da bacia. Para tanto, no presente estudo foram empregados os métodos diretos desenvolvidos por Francisco Aguiar e George Ribeiro; e métodos indiretos criados por *Soil Conservation Service* (SCS) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), os quais serão descritos a seguir.

Método do Eng^o Francisco Aguiar

Na década de 1930, o engenheiro Francisco Aguiar desenvolveu um método para ser aplicado na região do semiárido brasileiro, baseado na hipótese de a capacidade requerida por um reservatório depender fundamentalmente da média e do desvio padrão dos deflúvios anuais (Aguiar, 1978), conforme definido pela Equação (1):

$$Q_{100} = \frac{1150 * S}{(120 + K * L * C) * \sqrt{L * C}} \quad (1)$$

Em que: Q_{100} - Descarga de pico do evento centenário em m^3/s ; S – Área da bacia hidrográfica em km^2 ; L – Comprimento da Linha de fundo em km ; K e C – São coeficientes que levam em consideração a morfologia e características do solo da bacia. Para a bacia do rio Carnaíba de Dentro foram estimados em 0,15 e 0,95 respectivamente (bacia tipo 2 da classificação de Aguiar).

Substituindo os valores de área ($436 km^2$), comprimento da linha de fundo (38 km) e dos coeficientes K e C , tem-se que $Q_{100} = 665,39 m^3/s$.

Método de George Ribeiro

Segundo Ribeiro (1961), o método leva em consideração a altura média anual das precipitações, sendo definido pela Equação (2):

$$Q_{100} = 17 * C * K * A * \sqrt{h} * \frac{F}{\sqrt{A + 10}} \quad (1)$$

Em que: Q_{100} - Descarga de pico do evento centenário em m^3/s ; A - Área da bacia hidrográfica em km^2 ; L - Comprimento da linha de fundo em km ; K e F - São coeficientes que levam em consideração a morfologia e características do solo da bacia. Para a bacia do rio Carnaíba de Dentro foram estimados em 0,75 e 0,50, respectivamente; C - Coeficiente de forma da bacia dado por: $C = 1,28 - 0,070 * L^2/A$; h - Altura média anual das precipitações em polegadas (900/25,4).

Substituindo os valores de área (436 km^2), comprimento da linha de fundo (38 km), altura de chuva (900 mm) e dos coeficientes K e F , tem-se que $Q_{100} = 821 m^3/s$.

Método do *Soil Conservation Service* (SCS)

Por esse método, o hidrograma de projeto é obtido por meio do hidrograma unitário e se baseia nas características físicas da bacia, sendo dividido em três partes: precipitação do projeto e sua distribuição, precipitação efetiva e hidrograma final (SCS, 1985).

A precipitação efetiva pode ser entendida como o escoamento superficial oriundo de um evento chuvoso, que depende da cobertura vegetal da área de interesse e dos valores de precipitação da área em estudo, dentre outros fatores. No cálculo da precipitação efetiva foram empregadas as Equações (3) e (4):

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P + 0,8 * S} \quad \rightarrow \quad \text{Para } P > I_a \quad (3)$$

$$Q = 0 \quad \rightarrow \quad \text{Para } P \leq I_a \quad (4)$$

Em que: Q - Precipitação efetiva, em mm ; S - Diferença máxima entre P e Q , portanto o máximo que a bacia pode perder durante a cheia; P - Precipitação acumulada, em mm ; I_a - Perdas iniciais da cheia, admitidas em $0,2 * S$, onde S é estimado a partir da Equação (5):

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (5)$$

CN corresponde ao número obtido com base no solo e na cobertura vegetal da área, cujos valores estão dispostos em tabelas específicas, sendo utilizado no projeto original o valor de 65.

O hidrograma final do projeto foi, então, obtido pela superposição dos efeitos da precipitação efetiva em intervalos de tempo definidos, em que cada intervalo de tempo gera um hidrograma unitário.

Como já mencionado, o único posto na região, relevante à área de projeto e com dados significativos é o de CAETITÉ (1442003). Por meio dele, foi desenvolvida a relação IDF (Intensidade x Duração x Frequência), conforme Equação (6), com fator $R^2 = 0,996$.

$$I = \frac{1850,24 * Tr^{0,101}}{(t+26,27)^{0,85}} \quad (6)$$

Assim, considerando os dados do referido posto, juntamente com o tempo de concentração da bacia ($t_c = 1,25$ h) e número de curva CN igual a 65, foi obtida a vazão de pico (Q_{100}) de 782,22 m³/s.

Método da SUDENE

Uma análise exaustiva dos resultados obtidos em bacias representativas no Brasil resultou no chamado método da SUDENE (Doherty *et al.*, 1994), que tem como base o uso dos dados pedológicos da bacia hidrográfica a que se deseja determinar a vazão de cheia.

De acordo com o mapeamento pedológico da própria SUDENE e com o relatório de síntese dos estudos básicos realizados na barragem Ceraíma, elaborado pela HIDROPAN (1991), a bacia hidráulica da barragem Ceraíma apresenta três associações de solos que são: **Lvd 23, Rd1 e Ce 22**.

Este método utiliza algoritmo que estima a vazão centenária da cheia através de um coeficiente S_c , denominado “área de contribuição para cheias”, calculado conforme Equação (7).

$$S_c = 0,1 * S_1 + 0,5 * S_2 + S_3 \quad (7)$$

Os parâmetros S_1 , S_2 e S_3 são as áreas de ocorrência de três categorias de solos de impermeabilidade e relevo crescentes, de acordo com a classificação geral desenvolvida para a aplicação do método.

Por meio da Equação (8), considerando a área de contribuição para cheias que é igual a 314 km².

$$Q_{100} = 25 * S_c^{0,58} * F \quad (8)$$

Admitindo-se o fator de correção (F) igual a 1,1, em função da geometria da rede hidrográfica, tem-se que $Q_{100} = 770$ m³/s.

A Tabela 1, apresenta o resumo das vazões obtidas em cada método e algumas vantagens e desvantagens de cada um deles.

Tabela 1 – Algumas vantagens e desvantagens dos métodos utilizados no estudo.

Método	Vazão Q ₁₀₀ em (m ³ /s)	Vantagens	Desvantagens
Eng ^o Francisco Aguiar	665,39	Primeiro método desenvolvido especificamente para região do semiárido nordestino (CAMPOS, 2015).	Segundo Sarmento (2007), o método de Aguiar caiu em desuso a partir da década de 1960, devido a inadequabilidade do “transporte” de formulas ajustadas em uma determinada região para outras bacias de características diferentes, atualmente, encontra restrições mesmo no DNOCS.
George Ribeiro	821,00	Leva em consideração características físicas da bacia hidrográfica em estudo como: Declividade e comprimento do talvegue principal (SILVEIRA, 2005), o que se mostra um avanço em relação ao método de Francisco Aguiar.	<ul style="list-style-type: none"> • Silveira (2005) relata que o método de George Ribeiro, mesmo sendo concebido para bacias rurais, apresenta melhores resultados para bacias urbanas. • Número reduzido de bacias utilizadas no desenvolvimento do método, apenas 08 (oito) (RIBEIRO,1955).
SUDENE	770,00	Leva em consideração o efeito da classe do solo sobre o escoamento da bacia, um avanço nos estudos de bacia hidrográficas (LEPRUN <i>et.al.</i> , 1983).	O método da SUDENE possui aplicação bastante complexa e requer, nos trabalhos de campo, especialistas em hidrologia e pedologia. Além do mais, a cobertura vegetal é um mero fator qualitativo de correção (SILVA, 2000).

Método	Vazão Q ₁₀₀ em (m ³ /s)	Vantagens	Desvantagens
<i>Soil Conservation Service</i> (SCS)	782,22	<ul style="list-style-type: none"> • Grande número de bacias estudadas para o desenvolvimento do modelo, sendo mais de 3 mil, segundo United States (2013). • Número muito superior ao usado no desenvolvimento do método de George Ribeiro. 	O posicionamento dos hidrogramas unitários com base na origem, tendem a reduzir o pico e as vazões de cheias (TUCCI, 1997).

Fonte: Os Autores (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das vantagens e desvantagens apresentadas para cada método (direto e indireto) é possível inferir que o método SCS, mesmo subestimando o pico de vazão, foi obtido levando em consideração um vasto número de bacias, garantindo boa confiabilidade, e por sua praticidade, vem sendo usado em larga escala para trabalhos semelhantes ao de Ceraíma, e é considerado atualmente o método mais utilizado no Brasil.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Portal HidroWeb**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb>. Acesso em: 07 set. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação - Relatório Final**. Brasília: ANA, 2016.
- AGUIAR, F. G. **Estudos Hidrométricos do Nordeste Brasileiro. Excertos. Boletim Técnico do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas**. Fortaleza: DNOCS, vol. 36. n. 2. 1978. p. 129-141.
- CAMPOS, N. **Dimensionamento de reservatórios: o método do diagrama triangular de regularização**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2005. 112 p.
- CUNHA, S. F.; SILVA, F. E. O.; MOTA, T. U.; PINHEIRO, M. C. Avaliação da acurácia dos métodos do SCS para cálculo da precipitação efetiva e hidrogramas de cheia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 20, n. 4, p. 837 – 848, 2015.
- DOHERTY, F. R.; ARAÚJO FILHO, P. F.; CADIER, E. **Modelização Hidrológica das Pequenas Bacias do Nordeste Brasileiro**. Recife: SUDENE, DPG. PRN. HME, 1994. 198p. (Hidrologia, 33).
- FARIAS JÚNIOR, J. E. F.; BOTELHO, R. G. M. Análise comparativa do tempo de concentração: um estudo de caso na bacia do rio Cônego, município de Nova Friburgo/RJ. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Maceió – AL, 2011. 20p. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/153/0b4c20f7e82170db2ceff1aa8a6a52ac_5a57d8c9a287545a525d05397b7d1450.pdf. Acesso em: 07 set. 2021.
- FERNANDES, R. O.; COSTA, C. T. F.; STUDART, T. M. C. Análise de sensibilidade em hidrogramas de cheias máximas obtidos pelo método do SCS em uma bacia urbana. **Águas Subterrâneas**, vol. 31, n. 3, p. 243-254, 2017.
- HIDROPAN SERVIÇOS E ASSESSORIA EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Síntese dos Estudos Básicos para a Barragem Ceraíma**. 1991. 116 p.

LEPRUN, J. C.; ASSUNÇÃO, M. S.; CADIER, E. **Avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias do Nordeste Semi-Árido: características físico-climáticas**. Recife: SUDENE-DRN, 1983. 70 p. Convênio SUDENE/ORSTOM (SUDENE-DRN. Série Hidrologia,15).

LIMA, J. J. S.; MARTINS, L. M. M.; MEDEIROS, L. R. A. Estudo do potencial hidrológico do rio Pirari para a construção da barragem do Vale localizada em Jacaraú-PB. **30° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)**, 2019. 5p. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletoPDF/IV-193.pdf>. Acesso em: 07 set. 2021.

LIMA, J. J. S.; VASCONCELOS, G. C.; CAVALCANTE, M. H.; PEDROSA FILHO, L. A.; MELO, M. A. R. Um estudo de caso de dimensionamento da barragem Benício do Amaral – PB pelo método Aguiar. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTEC)**, Maceió – AL, 2018. 5p. Disponível em: https://www.confrea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/180_uedcdddbda%E2%80%93ppma.pdf. Acesso em: 07 set. 2021.

PENNER, G. C.; MATOS, T. R.; ALMEIDA, H. S.; GONÇALVES, J. C. S. I.; GONÇALVES, M. M. Experimental determination of the time of concentration, Sapucajuba creek small watershed study. **Research, Society and Development Journal**, v. 10, n. 6, e35210612757, 2021. 14p.

RIBEIRO, G. Acerca do cálculo da vazão de obras d'arte: tempo de concentração, **Revista do Clube de Engenharia**, n. 294, p. 16-19, 1961.

SARMENTO, F. J. Dimensionamento Hidrológico de Reservatórios sob Incertezas: Avaliação estocástica e reflexos financeiros. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2007. 11 p.

SILVA, F. H. B. B. **Método de determinação do escoamento superficial de bacias hidrográficas a partir de levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2000. 79p.

SILVA, F. H. B. **Método de Determinação do Escoamento Superficial de Bacias Hidrográficas a partir de Levantamento Pedológicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

SILVEIRA, A. L. L. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 10, n. 1, p. 5-23, 2005.

SOIL CONSERVATION SERVICE – SCS. **National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology**. U.S. Department of Agriculture: EUA, 1985.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 1997. 195p.

UNITED STATES FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Hydraulic engineering circular n° 22**, Third Edition. Washington, DC, 2013.

Capítulo 5
USO POTENCIAL DAS ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS PARA A
PRODUÇÃO DE GRÃOS COMO ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DO
DESMATAMENTO

Vinícius da Silva Santos
Sérgio Rodrigues de Souza



USO POTENCIAL DAS ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS PARA A PRODUÇÃO DE GRÃOS COMO ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DO DESMATAMENTO

Vinícius da Silva Santos

Biólogo. Mestre em Educação e Tecnologias pela Faculdade Vale do Cricaré.

Professor da Rede Estadual de Educação do Espírito Santo. E-mail:

viniciusbiologo33@gmail.com.

Sérgio Rodrigues de Souza

Estudante de Agronomia. Pós-Doutor. E-mail: Sergiorodrigues52@hotmail.com.

RESUMO

Este ensaio aborda uma temática de extrema relevância social, científica, agrônômica e ecológica. Versa sobre o uso potencial das áreas de pastagens degradadas para a produção de grãos como estratégia de redução do desmatamento. Dentro de preceitos sociais, esta condição, uma vez aplicada à realidade das propriedades rurais proporcionaria um tipo de produção sustentável, aliado a um manejo adequado a cada categoria de exploração. Em termos científicos, ter-se-ia meios de propagação de resultados técnicos, modelos de comportamento ambiental, resultados e discussões mais amplas sobre mecanismos de enfrentamento das intempéries climáticas. No quesito agrônômico, geraria inovações técnicas em todos os campos da diversidade agrícola e pecuária, com potencialidade de estudos e referências, oriundos da própria práxis técnica agrônômica. Na vertente ecológica, poder-se-ia ter um ambiente equilibrado, mantendo os níveis de produção comercial, até com potenciais elevações e proporcionais investidas econômicas, sem que se incorresse no risco iminente de desastres ambientais. Com isto, está-se falando em um crescimento exponencial na produtividade de carne bovina no Brasil, agregando a ela um valor comercial inquestionável que é o de precocidade, qualidade da carcaça, respeito ao Meio Ambiente e lucratividade real. Entretanto, isto sugere aprendizagem intelectual sobre o assunto, assessoria técnica especializada e suporte estatal. Este último ente se torna essencial, para que os agricultores de pequeno porte possam ter acesso ao conhecimento disponível e às técnicas que garantirão avanços em seus empreendimentos. Já se comprovou que o potencial das forrageiras tropicais está muito além do que se experimenta, na atualidade, no Brasil. A fertilidade dos solos representa um elemento que pode ser alterado, bastando que se aplique, para este fim, técnicas eficientes de recuperação e manutenção da mesma. Os resultados seriam um bioma mais rico, uma produção pecuária mais elevada, fazendas com exploração sustentável diversificada e com rentabilidade.

Palavras-chave: Pastagens. Recuperação de pastagens degradadas. Pecuária de corte. Manejo agrônômico de solos. Sistema de produção pecuária a pasto.

ABSTRACT

This essay addresses a topic of extreme social, scientific, agronomic and ecological relevance. It deals with the potential use of degraded pasture areas for grain production as a strategy to reduce deforestation. Within social precepts, this condition, once applied to the reality of rural properties, would provide a type of sustainable production, combined with adequate management for each category of exploitation. In scientific terms, there would be means of propagating technical results, models of environmental behavior, results and broader discussions on mechanisms for coping with the weather. In the agronomic aspect, it would generate technical innovations in all fields of agricultural and livestock diversity, with the potential for studies and references, arising from the agronomic technical praxis itself. In the ecological aspect, a balanced environment could be achieved, maintaining levels of commercial production, even with potential increases and proportional economic investments, without incurring the imminent risk of environmental disasters. With this, we are talking about an exponential growth in beef productivity in Brazil, adding to it an unquestionable commercial value that is precocity, carcass quality, respect for the environment and real profitability. However, this suggests intellectual learning on the subject, specialized technical advice and state support. This last entity becomes essential, so that small farmers can have access to the available knowledge and techniques that will guarantee advances in their enterprises. It has already been proven that the potential of tropical forages is far beyond what is currently experienced in Brazil. Soil fertility represents an element that can be changed, just by applying, for this purpose, efficient recovery and maintenance techniques. The results would be a richer biome, higher livestock production, farms with diversified and profitable sustainable exploitation.

Keywords: Pastures. Recovery of degraded pastures. Beef cattle. Agronomic management of soils. Pasture livestock production system.

INTRODUÇÃO

O Brasil se posiciona no *ranking* internacional de produção de proteína animal como um amálgama que, a cada dia, vai se tornando mais complexo e quase impossível de ser compreendido quanto à evolução tecnológica e de produção animal de bovinos em regime de pastagem. Esta afirmação vem no encontro de que, os bovinos brasileiros, cada dia mais precoces e com melhor rendimento de carcaça, qualidade final do produto, marmoreio, textura, teor de gordura e segurança sanitária tem sido alcançado em um regime de produção que desafia a lógica das investigações realizadas pelos grandes centros europeus e norte-americanos de nutrição animal.

Enquanto o resto do mundo aposta na busca e na melhoria de produtos que revolucionem a capacidade de transformação dos alimentos industrializados

concentrados em proteína, a sua maioria de origem animal, a fim de elevar as potencialidades de conversão alimentar e assim ganhar em termos de produção e precocidade, os pecuaristas brasileiros, em conjunto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), geneticistas, pesquisadores, técnicos de vários campos e empresas particulares vinculadas aos campos de nutrição animal, produção de sementes e melhoramento genético, tem chegado, ao final de décadas de estudo, à conclusão de que o segredo para o sucesso na produção pecuária de corte se concentra, também, no manejo adequado das pastagens.

Isto, de forma alguma, pode ser compreendida como uma sentença de que não há mais espaço para o desenvolvimento tecnológico e melhoramento animal; apenas que com o que já foi alcançado até este exato momento se mostra suficiente para provar que o Brasil é único em seu sistema de produção de carne e que, para se atingir números muito maiores, os investimentos a serem executados são de ordem do conhecimento e da Aplicação prática de manejos sobre as pastagens que proporcionem os retornos econômicos e zootécnicos esperados.

O sistema brasileiro de produção pecuária de corte não pode ser classificado como *o mais sustentável*, porque não existe nenhum outro sistema que sequer se aproxime do modelo adotado aqui, em que um bovino apresenta ganho de peso formidável, com elevada conversão alimentar, consumindo unicamente, capim, água e sal, de onde toda a proteína e energia necessária à sua manutenção e crescimento é oriundo de pastagens tropicais, em sua maior parte, gramíneas forrageiras. Isto é algo que tanto encanta quanto espanta, a começar que durante décadas foram produzidos inúmeros trabalhos científicos (sic) em que se menosprezava o potencial das gramíneas forrageiras tropicais por uma série de fatores fenológicos.

A superação de todos estes entraves, uma vez que não havia a possibilidade de soluções mágicas, por causa do tipo de clima que possui o país, foi investir em pesquisas sobre como melhor aproveitar o potencial destas forrageiras, chegando ao ponto de que um manejo específico deveria ser desenvolvido, de acordo com as condições edafoclimáticas de cada região e alinhado com as características fenológicas das cultivares-variedades (CV) exploradas agrônomicamente e zootecnicamente.

Junto com a questão da esplêndida produção brasileira de carne bovina, os concorrentes internacionais, impossibilitados de, pelo menos, compreender o feito dos pecuaristas brasileiros, criaram um jargão de que a pecuária de corte brasileira era

uma das principais causas do desmatamento, sendo responsável, de modo direto, pela causa do efeito-estufa. No entanto, este argumento sem fundamento lógico e científico, encontrou respaldo junto a indivíduos que conhecem muito pouco ou nada de produção animal; mas, tem se mostrado suficiente para denegrir a imagem do agronegócio junto aos principais parceiros comerciais do Brasil no exterior.

O que se pretende esclarecer, com este artigo, é que além de o Brasil já se constituir como uma potência inalcançável no quesito produção de carne bovina, contando, na atualidade, com o maior rebanho bovino comercial do mundo, pode superar seus próprios números, duplicando-os [*ou mais*] sem ter que provocar o desmatamento de 1 (um) hectare (ha) sequer a mais e o que mais surpreende aos técnicos, pesquisadores e cientistas é que este feito pode ser alcançado em curtíssimo período de tempo, utilizando metade [*ou menos*] da área de pastagem, até agora explorada.

Não pretendemos tratar aqui, neste trabalho, de integração lavoura-pecuária, até pelo fato de que acreditamos em sistemas de produção eficientes e que respondam a manejos próprios de ação e intervenção, deixando bem claro que com o avanço tecnológico em máquinas para semeadura e colheita, esta ideia de consorciação das duas atividades não se mostra como uma equação que possa ser solucionada e nem que faça sentido.

Investimentos em formação de pastagens, seguindo os padrões zootécnicos, necessitam de técnicas agrônômicas específicas, respeitadas as exigências biológicas dos animais e as condições empresariais de inversão econômica sobre o capital investido, diretamente. A isto, referimo-nos a escolha de variedades de forragens tropicais que respondam, de maneira objetiva, a exploração intensiva, que seja produtiva em termos de massa foliar, resistência a pragas e doenças.

Na esteira disto, há a necessidade de arborização das áreas destinadas à produção pecuária, respeitando o aspecto bioclimatológico animal, o que já dificulta [*e/ou inviabiliza*] operações mecanizadas destinadas à produção agrícola. E, ainda que não o faça, o tempo gasto em manobras eleva os custos de produção de modo considerável.

Portanto, a proposta que ousamos discutir neste artigo é a de tecnificação da produção pecuária de corte, de tal forma que a exploração das áreas de pastagens, através de lotação animal (UA/ha) seja elevada, de modo exponencial e com isto, áreas que encontrem-se em estado de degradação possam ser recuperadas e

destinadas à produção agrícola exclusiva e, por extensão, se possa preservar as áreas determinadas por lei a tal fim, como as matas ciliares, áreas de topo, locais com declividade acentuada.

SISTEMA DE PRODUÇÃO PECUÁRIA A PASTO

No Brasil, cerca de 90% da carne bovina é produzida em regime de pastagens. Em 2020, a área de pastagens utilizada atingiu 165,2 milhões de hectares, com uma produtividade média de 4,2 @/ha/ano ou 65,5 kg de carcaça/ha/ano. Esta produção, que deve situar em torno de pouco mais de uma UA/ha pode ser elevada tanto em termos de lotação quanto de rendimento de carcaça bruta, o que responderia por melhoras na rentabilidade do produtor e na conservação direta do Meio Ambiente, sem que isto afetasse a exploração agrícola e econômica da propriedade rural.

Em um evento agropecuário, em Governador Valadares (MG), no ano de 1996, o professor Moacir Corsi (ESALQ-USP) argumentou que é, potencialmente, mais fácil elevar a taxa de ocupação animal (UA/ha) em até 10 (dez) vezes nas pastagens, chegando a 5 UA/ha, através de manejos adequados, como correção de solo, adubação, divisão dos pastos, controle de ervas daninhas do que, simplesmente, dobrar o ganho de peso dos animais, passando de 0,5kg para 1,0kg de peso vivo/dia.

Adotando técnicas inovadoras e avançadas na produção de bovinos a pasto e, conseguindo fazer com que a exploração zootécnica apenas dobrasse a lotação animal, agregando uma produtividade, também, em dobro, algo em torno de 8,4@/ha/ano, equivalente a, aproximadamente, 700g de ganho diário de peso vivo, algo não impensável, dado que, ao gerenciar as áreas de pastagens, respeitando os aspectos agrônomicos e zootécnicos da produção, com a utilização adequada de insumos, o que restaria de maior impacto estaria na condição genética do rebanho, fator de extrema relevância, mas que, nas últimas décadas vem recebendo atenção devida por parte dos produtores brasileiros.

Está-se falando em um crescimento exponencial na produtividade de carne bovina no Brasil, agregando a ela um valor comercial inquestionável que é o de precocidade, qualidade da carcaça, respeito ao Meio Ambiente e lucratividade real. Entretanto, isto sugere aprendizagem intelectual sobre o assunto, assessoria técnica especializada e suporte estatal. Este último ente se torna essencial, para que os

agricultores de pequeno porte possam ter acesso ao conhecimento disponível e às técnicas que garantirão avanços em seus empreendimentos.

Nunca é somente destacar que, produção de bovinos a pasto é um sistema onde os animais estão livres para colherem seu próprio alimento, estando este à livre disposição, em qualidade e quantidade. Parece muito simples; no entanto, inúmeras variáveis, umas mais fáceis de serem controladas, outras carregadas por um pouco mais de dificuldades e, existem aquelas que são impossíveis de se aplicar qualquer interferência humana. No grupo que compõe as condições fáceis de sofrer intervenções técnicas está a escolha da área de produção (topografia, solo, fertilidade, variedade de forrageiras, tipo de manejo, mecanização). A *equação quantidade-qualidade do volumoso disponível* é sempre a mais complexa de se equilibrar, por uma infinita série de fatores, dado que a maior parte do território brasileiro está em uma faixa determinada por clima tropical – um período abundante em chuvas e outro escasso.

Estas variáveis interferem na dinâmica de exploração, porque existem variedades de forrageiras que são mais produtivas em termos de volume de matéria seca, teor protéico, outras são mais tolerantes a *stress* hídrico (seja por excesso de água, seja por falta). No quesito topografia, nas áreas murradas, o manejo se torna mais complexo, exigindo curvas em nível para evitar erosão e assoreamento das áreas de várzeas, apresentam dificuldade ou inapetência para uso de mecanização, tornando o controle de ervas daninhas mais oneroso, além de que a lotação animal não pode se equiparar às áreas planas.

No grupo das variáveis que são de difícil controle humano, está a fase cíclica das gramíneas tropicais forrageiras, em que seu ciclo vegetativo é, relativamente curto, demandando conhecimentos técnicos [*de caráter agrônomo e biológico*] profundos por parte dos produtores para que possam usufruir do máximo de benefícios propiciados pelas culturas, resultando em alta conversão alimentar por parte dos animais em exploração comercial.

Em fazendas de pequeno e médio portes, a divisão das mangas em piquetes que permitam o pastejo rotacionado no período das águas, tem-se possibilidades de ganhos dinâmicos em termos de qualidade e resposta efetiva com animais de genética elevada. No entanto, mesmo nestes sistemas, existem períodos de escassez de chuvas e de fotoperíodo curto [*dias com menor intensidade luminosa*], o que impede o pleno desenvolvimento das variedades de gramíneas tropicais forrageiras, o que

leva aos produtores a realizarem vedações de pastos no final do período chuvoso, a fim de que possam ter massa volumosa para consumo animal, no período do inverno.

Entretanto, mesmo que este volumoso possa apresentar elevado teor de proteína bruta, a fibra existente nele influencia no consumo voluntário de alimentos [IVA – *Ingestão voluntária de alimentos*] reduzindo, de modo drástico a quantidade de matéria seca ingerida. Para minimizar esta problemática, pode-se recorrer aos suplementos protéico-minerais que ajudam a manter os níveis de proteína do rúmem nos níveis ideais e também a quebrar as cadeias de lignina que se formam a partir do processo de maturação vegetal.

Em propriedades de grande porte, tudo isto pode ser aplicado, com grandes possibilidades de sucesso, porém, em um volume restrito, visando mais a atender ao rebanho em fase de desenvolvimento mais pleno e nos processos de terminação. Mas, a atividade agrícola deve ser assim entendida, como um contingente *sempre* ativo, dinâmico e a cada investidura se tenha na conta de expectativas de retorno a curto, médio e longo prazos.

Já no quesito de variáveis as quais o anseio humano termina por aí, está o que se refere ao foto período, determinado pelo movimento de rotação e translação deixando, nos trópicos dois momentos distintos: o período chuvoso, com fotoperíodo longo, desenvolvimento pleno das culturas tropicais forrageiras, o que determina grandes ganhos em produtividade e o período do inverno [ou *período da seca*], com fotoperíodo curto, apresentando baixo desempenho das culturas tropicais forrageiras [ou *mesmo desempenho nulo*], com escassez de chuvas e maiores exigências dos rebanhos para manterem suas performances estáveis, em termos de ganho de peso, entendendo por esta expressão, a manutenção do que foi conquistado na invernada.

Salvo tudo o que foi exposto acima, com as melhorias nas condições de fertilidade dos solos e manejo das pastagens, tem-se condições viáveis de dobrar a lotação animal, em um período, relativamente, curto de tempo, o que garantiria redução imediata de 50% na área de pastagem explorada para fins de produção pecuária, permitindo que as matas ciliares, matas de topo, reservas legais, áreas em estágio avançado de degradação pudessem ser preservadas e tratadas com o devida aplicação de conhecimentos agrônômicos, biológicos e zootécnicos que se mostrassem necessários, após análises criteriosas realizadas por técnicos especializados nos respectivos assuntos.

Este volume de áreas ociosas poderia ser invertido para a produção de grãos, o que possibilitaria a viabilização de intervenções mais intermitentes no desmate ilegal e mesmo orientações quanto a não necessidade de se realizar qualquer tipo de desmatamento, porque haveria disponibilidade de terras agricultáveis nas quais se poderia fazer pleno uso de mecanização agrícola, reduzindo custos e juros sobre o capital imobilizado.

Tudo isto deve ser atravessado por uma excepcional assistência técnica agrícola, em que se pudesse contar com formação de pessoal em nível de fazenda, com demonstração de áreas piloto, criadas e monitoradas com a finalidade de apresentar resultados agrônômicos, biológicos, zootécnicos e econômicos.

Tudo o que se apresentou até aqui, em termos técnicos, é perfeitamente viável e passível de ser implementado em qualquer empreendimento agrícola, sem que para isto se tenha que fazer investimentos financeiros pesados e sem perspectiva de retorno, no curto prazo. Corrigir a fertilidade dos solos utilizando, em primeira mão, corretivos de acidez, está entre os insumos mais baratos da planilha de custos e a resposta a estas intervenções é imediata, porque as gramíneas tropicais forrageiras possuem sistema radicular bastante superficial e um poder de perfilhamento surpreendente.

Em um sistema bem organizado e com assessoramento adequado, realizado por técnicos competentes, já no primeiro ano de trabalho, já se tem retornos em ganhos financeiros que cobrem os investimentos realizados. Já com relação à recuperação das áreas de preservação permanentes e outras que necessitam de intervenção, estas podem ser trabalhadas de modo equitativo, sob um projeto bem elaborado e estratégico, visando a não onerar a planilha de custos das propriedades rurais.

PASTAGEM DEGRADADA: CONCEITO E COMPREENSÃO

Uma dificuldade que se assoma sobre a população em geral é no que se refere à Semântica, campo de estudo que se debruça sobre a relação entre os significantes e o que eles representam, de fato. Neste sentido, quando se utiliza a expressão *pastagem degradada* ou *em estado de degradação*, o significado que vislumbra ao pensamento é a visão de uma área desnuda, com as forrageiras quase inertes e muitas plantas invasoras.

No entanto, eis a questão-problema: o que caracteriza, dentro de preceitos agronômicos, uma pastagem degradada? A resposta a esta pergunta pretende esclarecer que a cultura sobre a qual é atribuída um estado de decadência é, nada além de, um sintoma de um mal muito maior, complexo e que exige intervenções fundamentadas em critérios técnicos.

A questão de explicitar as características de uma pastagem em estado de degradação não esclarece as suas causas, que podem ser várias, em sua maioria de caráter secundário, dado que super lotação pode gerar pisoteio intensivo e, como consequência, a destruição dos perfilhos basais das forrageiras e ainda a destruição da capacidade de rebrota das culturas, fatores que a levam a perder vigor até que se torne tão exaurida que não possa mais revigorar.

Nada disto revela o que seja, de fato, uma pastagem degradada; apenas caracteriza um em tais condições. Mas, eis que se faz necessário apresentar um conceito sobre a expressão, a fim de tornar transparente o entendimento sobre a situação em si e até mesmo se propor ações de intervenção que se mostrem eficientes e eficazes.

Assim que, uma pastagem degradada é aquela onde a cultura forrageira implementada já não consegue mais dar conta de revigorar por suas próprias reservas organo-minerais, isto provocado por manejos errôneos [*como sobrelotação animal, uso de fogo, etc*]; a pastagem está com seu potencial de perfilhamento basal comprometido, capacidade de rebrota deficiente, sem poder alelopático, capacidade de uso reduzido, infestação elevada de plantas invasoras; ataque intensivo de pragas, produção de biomassa e de matéria seca inferior à necessidade dos animais.

No entanto, toda esta definição apenas permite compreender, sob critérios agronômicos, o que seja uma pastagem em condições de degradação, continuando sem apresentar a causa em si, deixando a ideia de que as plantas são autóctones por si só, independentes de quaisquer outros elementos que se apresentam como determinantes para sua plena produção orgânico-vegetal. Dentre estes, destaca-se o solo onde estejam implementadas. Caso este não seja de boa a elevada fertilidade, com excelente teor de matéria orgânica, o desenvolvimento das culturas será comprometido e sua produção vegetal, ainda mais, comprometendo todo o desempenho produtivo dos animais.

Muito comum ouvir produtores e até mesmo técnicos, quando observam uma pastagem degradada orientarem para a implantação de uma nova cultivar de

forageira, como se o problema estivesse localizado aí, na variedade do capim antes escolhido e, há aqueles que expressam que este ou aquele capim não aguenta (sic) ou não se adapta a tal e qual região. Ora, não existe capim milagroso e, muito menos, qualquer forragem que produza na ausência de condições especiais de nutrição organo-mineral.

O segredo para se ter uma boa pastagem e que atenda aos requisitos de produção agrônômica é ter um solo fértil, rico em minerais e matéria orgânica e, a partir disto, o proprietário executar a sua exploração dentro de preceitos técnicos, utilizando estratégias de conservação, lotação animal adequada à época do ano, adubações, fertilizações minerais e orgânicas e outros cuidados que se façam necessários.

USO POTENCIAL DAS ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS PARA A PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Um grande erro de interpretação lógica e de entendimento sobre as culturas é o de crer que seja possível recuperar uma pastagem degradada a partir dela mesma, como se fosse possível ignorar todo o contexto onde ela se situa. A expressão corriqueira *recuperação de pastagens* é um eufemismo, porque aquele que deve ser recuperado e que é passível de ser feito é o solo; ou seja, quando uma forrageira começa a perder sua capacidade de regeneração biológica, não sendo capaz de processar seu próprio alimento e assim entra em processo de decadência, isto é pelo fato de que a fertilidade dos solos onde estejam implantadas está exaurida.

Manejo inadequado das culturas forrageiras podem conduzi-las à degradação e mesmo à extinção, sem que isto afete sobremaneira a condição mineral do solo, o que requer ações de intervenções no sentido de corrigir erros de exploração quanto à lotação animal, relação de tempo de uso/tempo de descanso da área. Não são raras estas situações e aí, tem-se condições de planejar um manejo racional, em que não sendo a área tão afetada ao ponto de exigir uma reforma [*parcial ou total*], um pousio se mostra adequado para que se recupere, necessitando, por vezes, de aplicações de cálcio e magnésio, sem a necessidade de incorporação.

O que se pretende esclarecer é que, ao se decidir utilizar as áreas de pastagens para a produção de grãos, este manejo agrícola não pode ser pensado e executado como um meio para se atingir um, que seja recuperar o solo utilizando uma cultura comercial e depois voltar ao sistema de exploração pecuária, como dantes. Daí a

necessidade de uma assistência técnica integrada, a fim de elaborar os projetos agronômicos estratégicos, pensados para uso contínuo, porque os investimentos a serem realizados demandam custos elevados e tempo elástico para auferir retornos financeiros viáveis.

Nisto, o pecuarista deverá escolher áreas de grande potencial produtivo para a intervenção em suas pastagens, que sejam mecanizáveis, bem drenadas, de fácil manejo, arborizadas e com histórico de elevada produção. Não se trata de escolher entre uma e outra atividade para sua propriedade, em que as áreas agricultáveis são destinadas à produção de grãos e as áreas menos propensas ao trabalho mecanizado são deixadas para a criação de gado. Mais uma vez se faz necessária uma consultoria agronômica de qualidade, em que este técnico poderá orientar a dinamização das glebas para cada fim específico, a fim de que não se tenha que gastar recursos financeiros de maneira desnecessária.

Aliado a isto, há que destacar que, à medida que vá se intervindo na melhoria das condições físico-químicas do solo as culturas tendem a apresentar melhores respostas biológicas e, com isto, a taxa de lotação pode ser elevada, de modo proporcional ao manejo aplicado, até que se atinja o ideal que a forrageira possa suportar. Com isto, outras áreas vão sendo tratadas como potencialmente viáveis para outros fins que não a pecuária e, as glebas de terra que serão destinadas à preservação devem ser as mais vulneráveis ecologicamente, exatamente porque assim o são, geograficamente.

Preservação ambiental não pode ser tratado como modismo ou como forma de se apresentar, de forma elegante, perante a opinião pública. Trata-se de um compromisso do homem com a Natureza e o Meio Ambiente e, é por este motivo que as primeiras áreas a serem beneficiadas com a conservação total e a retomada de seu bioma natural são as áreas de topo de morro, áreas íngremes, com acentuada declividade, proximidade de lagos, nascentes e rios. Nas áreas planas, exige-se a intervenção com criação de terraços, barreiras verdes, quebra-ventos e outras ações agronômicas que visem à máxima conservação dos potenciais de preservação das condições físico-químicas do solo.

No que se refere, exatamente, ao processo de redução do desmatamento que, para muitos é tratado como *abertura de novas áreas de produção*, porque as já existentes não comportam a quantidade de animais que a fazenda possui ou, exatamente, a produtividade não satisfaz aos anseios dos produtores, a condição

técnica é de ao se posicionar diante dos resultados obtidos a partir de manejos agrícolas adequados, esta necessidade deixa de existir, como forma imperiosa de sobrevivência do negócio.

A lei ambiental brasileira estipula um limite [*mínimo*] de matas a serem preservadas nas propriedades agrícolas e, não se pode interpretar tal coisa como sendo um ordenamento final do qual não se pode exceder. O ideal é que se mantivesse uma área muito maior que a determinada por lei e, ressalvadas as condições de tamanho das propriedades agrícolas, se adotado condições ideais de exploração agrícola, respeitando as normas e técnicas agrônômicas, tem-se condições de o produtor obter ganhos elevados de produtividade e produção [*pecuária e agrícola*] e rentabilidade com suas terras.

CONCLUSÃO

Pensar formas de proteção ao Meio Ambiente, através de estratégias que revertam em produção e benefícios aos envolvidos tem se mostrado como um desafio muito amplo para os técnicos e ambientalistas e, em meio a este embate estão os produtores rurais, mais destacadamente, aqueles que atuam na produção de proteína animal de origem bovina [*produção comercial de gado de corte*], por causa da extensão de área de terras férteis necessárias ao empreendimento.

Há que esclarecer que o problema não pode ser resolvido com discussões acaloradas ou com sanções legais, mostrando-se como o caminho mais propenso para minimizar os impactos ambientais a produção e aplicação de técnicas agrônômicas que favoreçam à elevação da fertilidade dos solos agregando manejos adequados às variedades de forragens exploradas e aos sistemas de produção animal.

Com o aumento da capacidade de suporte animal nas pastagens, as áreas que vão se tornando ociosas podem ser utilizadas para fins agrícolas específicos e as áreas de preservação permanente, como aquelas que são orientadas a estes fins podem assim o ser, sem prejuízos de quaisquer naturezas para os produtores. Para tanto, faz-se *mister* a integração de assistência técnica agrônômica de qualidade, orientando todo o processo, planejando desde o início para que os resultados estejam dentro de padrões técnicos e ambientais.

Já se comprovou que o potencial das forrageiras tropicais está muito além do que se experiência, na atualidade, no Brasil. A fertilidade dos solos representa um

elemento que pode ser alterado, bastando que se aplique, para este fim, técnicas eficientes de recuperação e manutenção da mesma. Os resultados seriam um bioma mais rico, uma produção pecuária mais elevada, fazendas com exploração sustentável diversificada e com rentabilidade.

Capítulo 6
GEOPARK ARARIPE E REPRESENTATIVIDADE DO CAPITAL NATURAL

George Emerson Pereira Farias
Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral
Adeildo Cabral da Silva
Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça



GEOPARK ARARIPE E REPRESENTATIVIDADE DO CAPITAL NATURAL

George Émerson Pereira Farias

*Engenheiro Civil, Professor M.Sc. Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza,
emerson.farias@ifce.edu.br*

Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral

*Arquiteta/Urbanista, Professora Titular Instituto Federal do Ceará – Campus
Fortaleza, najila@ifce.edu.br*

Adeildo Cabral da Silva

*Geógrafo, Professor Titular Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza,
cabral@ifce.edu.br*

Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça

*Design/Dra Engenheira de Produção, Profa. da URCA, CCT, Juazeiro do Norte,
jeanne.sidrim@urca.br*

RESUMO

Espaços territoriais especialmente protegidos representam importante estratégia de desenvolvimento sustentável. O objetivo deste trabalho foi identificar o capital natural salvaguardado no Geopark Araripe. A pesquisa é exploratória e qualitativa. Os resultados apontam diferentes tipos de áreas protegidas presentes no território analisado, que viabilizam a defesa dos recursos ambientais, minimizando vulnerabilidades. Foram identificadas 14 diferentes unidades de conservação que permitem as atividades inerentes ao Geopark Araripe como geoconservação, geoturismo e geoeducação.

Palavras-chave: UNESCO, Unidades de Conservação, Recursos Ambientais

ABSTRACT

Protected areas are an important sustainable development strategy. The purpose of this paper was identify safeguarded natural capital from Araripe Geopark. This research is qualitative and exploratory. Results show there are much different kind of protected areas inside the territory, which allow environmental attributes defense, minimizing vulnerabilities. We identify 14 different Units of Conservation, which

empower Araripe Geopark activities such as geoconservation, geoeeducation and geotourism.

Keywords: UNESCO Programme, protected areas, Environmental Resources

INTRODUÇÃO

Espaços territoriais especialmente protegidos se constituem em um dos instrumentos de gestão ambiental, preconizados pela Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981); são importantes estratégias de desenvolvimento sustentável (COAD et al, 2019; ADAMS et al, 2019) e atendem ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável - ODS 15 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2017, IPEA, 2018).

Integram os espaços territoriais especialmente protegidos, na acepção da legislação brasileira, todas as áreas que possuem diploma legal que conferem a elas determinado tipo de proteção dos recursos ambientais. Assim, as áreas protegidas sob a égide da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO também fazem parte deste rol, a saber Reservas da Biosfera, Geoparks e Patrimônios Mundiais da Humanidade. No Brasil, primeiro das Américas, está o Geopark Araripe constituído pela totalidade de seis municípios: Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, situados ao sul do Estado do Ceará, que integram o semiárido cearense (GUIMARÃES et al, 2018).

Existe relação entre o capital natural e os serviços ambientais (ou serviços ecossistêmicos), considerando a produção e consumo de *commodities* utilizadas por meio da gestão do capital natural necessário para o bem-estar humano em longo prazo (GUERRY et al, 2015; CARBONE et al, 2017). A exploração dos estoques de capital natural pode alterar a provisão de serviços ecossistêmicos, bem como influenciar no atendimento de metas de biodiversidade (SHEPHERD et al, 2016; MASEYK et al, 2017). O capital natural fornece a sustentabilidade de atividades no território do Geopark Araripe (CASTRO et al, 2015; DUARTE et al, 2021). Sua geodiversidade é também estudada considerando a influência da hidrologia, da geomorfologia e da geologia (MOURA-FÉ, 2016; BÉTARD et al, 2018; CARVALHO NETA et al, 2019).

Conhecer o capital natural protegido presente no território do Geopark Araripe auxilia na promoção do desenvolvimento territorial local e permite a manutenção da

cobertura vegetal de predominância caatinga com consequente efeito positivo na conservação dos solos e na minimização da vulnerabilidade a processos de degradação. Portanto, justifica-se o desenvolvimento desta pesquisa pelos motivos expostos e ainda para favorecer a geoconservação, geoturismo e geoducção.

O objetivo deste trabalho foi identificar a extensão do capital natural salvaguardado por diferentes tipos de áreas protegidas dentro do território do Geopark Araripe.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa é qualitativa de caráter exploratório. Para viabilizar o levantamento das informações sobre o capital natural foram utilizados dados de origem secundária, tanto de ordem técnica quanto de ordem jurídico-institucional (leis, decretos, dentre outros). Para análise dos dados qualitativos seguiu-se o método de Silva e Fossá (2015).

O Geopark Araripe tem área de 3.441 km² (ver Figura 1). Os seis municípios que o integram também são parte da Região Metropolitana do Cariri (RMC), com totalidade de 529.129 habitantes residentes (SCIDADES, 2018).

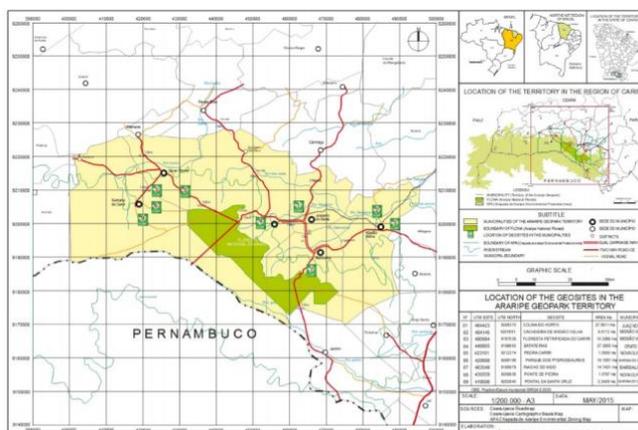


Figura 1. Localização do Geopark Araripe (Fonte: Guimarães et al, 2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 14 diferentes tipos de áreas protegidas, especificamente categorias de Unidades de Conservação, no território do Geopark Araripe, conforme quadro 1.

Quadro 1. Unidades de Conservação no Geopark Araripe e extensão de capital natural protegido

Unidade de conservação	Diploma legal	Área Total (ha) no Geopark Araripe	Município (s) dentro do Geopark Araripe	Administração
Floresta Nacional do Araripe-Apodi	Decreto-Lei nº 9.226, de 02.05.46 e Decreto s/nº de 05/06/2012	38.662,40	Santana do Cariri, Crato, Missão Velha, Nova Olinda e Barbalha	ICMBio (federal)
Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe	Decreto s/nº de 04/08/1997	214.511,66	Santana do Cariri, Crato, Missão Velha, Nova Olinda e Barbalha	ICMBio (federal)
Monumento Natural Pontal da Santa Cruz	Decreto nº 28.506 de 01/12/2006	20	Santana do Cariri	URCA (estadual)
Monumento Natural Sítio Canabrava	Decreto nº 28.506 de 01/12/2006	18,15	Santana do Cariri	SEMA (estadual)
Monumento Natural Sítio Riacho do Meio	Decreto nº 28.506 de 01/12/2006	17,32	Barbalha	SEMA (estadual)
Monumento Natural Cachoeira do Rio Batateira	Decreto nº 28.506 de 01/12/2006	7,53	Missão velha	URCA (estadual)
Parque Estadual do Sítio Fundão	Decreto nº 29.307 de 05/06/2008 (criação)	94,98	Crato	SEMA (estadual)
Parque Municipal Ecológico do Riacho do Meio	Decreto nº 048/2009 de 28/09/2009	15,81	Barbalha	Municipal
Parque Natural Municipal das Timbaúbas	Decreto nº 352, de 23/10/2017	23,40	Juazeiro do Norte	Municipal
Refúgio de Vida Silvestre Soldadinho do Araripe	Decreto nº 2207001, de 22/07/2019	3.889,33	Crato	Municipal
Reserva Particular do Patrimônio Natural Arajara Park	Portaria IBAMA nº 24-N, de 23/02/1999	27,81	Barbalha	Privado
Reserva Particular do Patrimônio Natural Araçá	Portaria ICMBio nº 113, de 21/10/2014.	11,73	Crato	Privado
Reserva Particular do Patrimônio Natural Oásis Araripe	Portaria ICMBio nº 32, de 26/04/2016.	50,00	Crato	Privado
Reserva Particular do Patrimônio Natural Oásis Araripe II	Portaria ICMBio nº 555, de 01/10/2019.	52,70	Crato	Privado

Fonte: Autores (2021) com base em diplomas legais e em Cabral (2021)

Conforme Quadro 1 foram identificadas seis diferentes categorias de Unidades de Conservação (UC), sendo 3 categorias do grupo de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental – APA, Floresta Nacional – FLONA e Reserva Particular do

Patrimônio Natural – RPPN) e 3 categorias do Grupo de Proteção Integral (Monumento Natural, Parque e Refúgio de Vida Silvestre – RVS). A extensão de capital natural salvaguardado é de 257.402, 82 hectares (ou 2.574 km²) dentro do Geopark Araripe, o que equivale a 74,80%. Esse percentual protegido é bastante interessante, considerando que reconhecidamente a proteção dos atributos ambientais promovem a conservação do solo, minimizando as vulnerabilidades ambientais e a perda de biodiversidade.

Cada categoria de UC possui objetivo de manejo específico que permite uso dos recursos naturais com maior ou menor restrições. Considerando o objetivo maior do Geopark Araripe que é viabilizar o desenvolvimento territorial local sustentável, com incremento de bem-estar para a população residentes, pode-se afirmar que as categorias de áreas protegidas identificadas em seu território vão ao encontro desta meta. A APA Chapada do Araripe tem 2.145 km² de salvaguarda, abrangendo 5 dos 6 municípios, o que equivale a 62,33% do território do Geopark Araripe, viabilizando desenvolvimento econômico em consonância com a manutenção da qualidade ambiental, conforme preconiza BRASIL (2000).

Não há como afirmar que realmente toda a proteção designada por essas áreas protegidas realmente, estão sendo efetivadas no território, pois não foi este o objetivo da presente investigação. No entanto, é possível afirmar que a existência dos diplomas legais, representam importante compromisso do poder público em conferir proteção ao capital natural, representado por quase $\frac{3}{4}$ de todo o território do Geopark Araripe, que também tem salvaguarda sob os auspícios da UNESCO.

CONCLUSÕES

Infere-se que o capital natural das áreas protegidas, que abrangem $\frac{3}{4}$ do território do Geopark Araripe, viabiliza a proteção dos serviços ecossistêmicos, com vistas à promoção do desenvolvimento local sustentável, por meio das atividades permitidas como geoeducação, geoturismo e geoconservação.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental (LERCA), do Instituto Federal do Ceará (IFCE), *campus* Fortaleza, bem como ao Comitê Científico do Geopark Araripe Mundial da UNESCO.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, V. M.; IACONA, G. D.; POSSINGHAM, H. P. Weighing the benefits of expanding protected areas versus managing existing ones. **Nature Sustainability**. V. 2, p. 404-411, 2019.
- BÉTARD, F. PEULVAST, J-P; MAGALHÃES, A. O; CARVALHO-NETA, M. L.; FREITAS, F.I. Araripe Basin: A Major Geodiversity Hotspot in Brazil. **Geoheritage**. V. 10. P. 543-558, 2018.
- BRASIL. **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981**. Dispõe sobre as Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Brasília: Brasília: DOU, 1981.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 17 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: DOU, 2000.
- CABRAL, N. R. A. J. **Unidades de Conservação no Geopark Araripe**. Fortaleza: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2021.
- CARBONE, A. S.; LIMONT, M.; FERNANDES, V.; PHILLIPI JÚNIOR, A. A relação entre capital natural e serviços ecossistêmicos: uma revisão sistematizada. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2017, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: IBEAS, p.1-6.
- CARVALHO NETA, M. L.; CORRÊA, A. C. B.; BÉTARD, F. Quantificação da geodiversidade do Geopark UNESCO Araripe. **Regne**. V.5, n. 2, p. 81-97, 2019.
- CASTRO, A. R. S. F.; MANSUR, K. L.; CARVALHO, I. S. Diagnóstico da relação da comunidade com o patrimônio geológico por meio de instrumento de coleta de dados. **Terrae Didática**. V. 11, n. 3. p. 162-172, 2015.
- COAD, L.; WATSON, J. E. M.; GELDMANN, J.; BURGESS, N. D.; LEVERINGTON, F.; HOCKINGS, M.; KNIGHTS, K.; DI MARCO, M. Widespread shortfalls in protected area resourcing undermine efforts to conserve biodiversity. **Front Ecol Environ**. V. 17, n. 5, p. 259–264, 2019.
- DUARTE, A. K. G.; MENDONÇA, F. J. S. F.; CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, B. S. C. Diagnóstico do nível de sustentabilidade em comunidade do Geopark Araripe UNESCO. **Revista Produção Online**. v. 21, n. 3, p. 913-939, 2021.
- GUERRY, A. D.; POLASKY, S.; LUBCHENCO, J.; CHAPLIN-KRAMER, R.; DAYLY, G. C.; GRIFFIN, R.; RUCKELSHAUS, M.; BATEMAN, I. J.; DURAIAPPAH, A.; ELMQVIST, T.; et al. Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. **PNAS**. V.112. n. 24, p. 7348-7355, 2015.
- GUIMARÃES, E. S.; SÁ, A.; GABRIEL, R.; MOREIRA, H.; GUIMARÃES, J. R. S.; BANDEIRA, P. F. R.; SILVA, J. M. F. L.; SOARES, R. C.; MELO, J. P. P. Matrix of

priorities for the management of visitation impacts on the geosites of Araripe UNESCO Global Geopark (NE Brazil). **Geosciences**. V. 8, n. 199, p. 1-21, 2018.

GUIMARÃES, E. S.; GABRIEL, R. C. D.; SÁ, A. A.; SOARES, R. C.; BANDEIRA, P. F. R.; TORQUATO, I. H. S.; et al. Network Perspective of the Ecosystem's Health Provision Spectrum in the Tourist Trails of UNESCO Global Geoparks: Santo Sepulcro and Riacho do Meio Trails, Araripe UGG (NE of Brazil). **Geosciences**. V. 11, n. 61, p. 1-29, 2021.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Agenda 2030 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: proposta de metas Brasileiras**. Brasília: IPEA, 2018.

MASEYK, F. J. F.; MACKAY, A. D.; POSSINGHAM, H. P.; DOMINATI, E. J.; BUCKLEY, Y. M. Managing natural capital stocks for the provision of ecosystem services. **Conservation Letters**. V. 10, n. 2, p. 211-220, 2017.

MOURA-FÉ, M. M. Geopark Araripe e a geodiversidade do sul do Estado do Ceará, Brasil. **Regne**. V.2, n. 1, p. 81-97, 2016.

SCIDADES – Secretaria das Cidades. **Diagnóstico do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Cariri**. Fortaleza: Secretaria das Cidades, 2018.

SHEPHERD, E.; MILNER-GULLAND, E. J.; KNIGHT, A. T.; LING, M. A.; DARRAH, S.; VAN SOESBERGEN, A.; BURGESS, N. D. Status and Trends in Global Ecosystem Services and Natural Capital: Assessing Progress Toward Aichi Biodiversity Target 14. **Conservation Letters**. V. 9, n. 6, p. 429-437, 2016.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v.16, n. 1, p. 1-14, 2015.

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Educação para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Paris: UNESCO, 2017.

Capítulo 7
MODELO PREDITIVO PARA ESTIMATIVA INICIAL DE SAFRA DO
MILHO E DA SOJA EM ALGUMAS MICRORREGIÕES DO SUL DO
BRASIL

Ana Carolina Petry
Rosandro Boligon Minuzzi



MODELO PREDITIVO PARA ESTIMATIVA INICIAL DE SAFRA DO MILHO E DA SOJA EM ALGUMAS MICRORREGIÕES DO SUL DO BRASIL

Ana Carolina Petry⁶

Engenheira agrônoma, Assistente de pesquisa na Agroconsult

Rosandro Boligon Minuzzi⁷

Meteorologista, professor Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo: A soja e o milho são consideradas culturas muito importantes na economia mundial e brasileira, estando o sul do Brasil entre os principais produtores destas *commodities*. Atualmente as estimativas de safra são divulgadas pela Companhia Nacional de Desenvolvimento (CONAB), servindo de aporte para o produtor tomar decisões futuras. O objetivo deste estudo foi obter equações para estimativa inicial de safra de soja e milho para algumas microrregiões do sul do Brasil. Para isso foram utilizados dados mensais de março a julho de 2003 a 2020 do IPPA-Grãos/Cepea e dados anuais de área plantada, produção e produtividade de ambas as culturas. Com o programa estatístico PAST, foram aplicadas regressões simples e múltiplas correlacionando essas variáveis para cada uma das nove microrregiões do estudo, sendo três em cada estado do sul do Brasil, oriundos da base do sistema PAM/IBGE. Considerando somente as regressões estatisticamente significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p, a maioria delas obteve significância estatística, possibilitando realizar a estimativa inicial de área de cultivo, produção e produtividade, tendo como dados de entrada o IPPA e, principalmente, o ano. Apenas nas microrregiões de Cruz Alta/RS e Curitiba/SC não foi possível obter equações estatisticamente significativas para realizar a previsão inicial de produção de milho.

Palavras-chave: Regressão linear. Área de cultivo. Produção agrícola. Safra de verão.

Abstract: Soybean and maize are very important crops in the world and Brazilian economy, with Southern Brazil being among the main producers of these commodities. Currently, crop estimates are released by the National Food Supply Company (CONAB), serving as input for the producer to make future decisions. The objective of this study was to obtain equations for initial estimation of soybean and maize crop for some microregions of Southern Brazil. For this, monthly data from March to July 2003 to 2020 from the IPPA-Grãos/Cepea (Producer Price Index of Agricultural Product Groups) and annual data on planted area, production and yield of both crops were used. Using the PAST statistical program, simple and multiple regressions were

⁶ Graduação em agronomia, anapetry95@gmail.com

⁷ Doutor em meteorologia agrícola, rbminuzzi@hotmail.com

performed correlating these variables for each of the nine microregions of the study, three in each State in Southern Brazil. Considering only the statistically significant regressions at the level of 5% or 1% by the p-value, most of them are possible to carry out the initial estimate of the cultivated area, production and yield, having as input data the IPPA and, mainly, the year. Only in the microregions of Cruz Alta, in Rio Grande do Sul and Curitibanos, in Santa Catarina, it was not possible to obtain statistically significant equations to perform the initial forecast of maize production.

Keywords: Linear regression. Cropland. Crop production. Summer crop.

INTRODUÇÃO

A soja e o milho são culturas importantes na economia mundial e brasileira. Comercializadas como *commodities* e também muito utilizadas pela indústria na elaboração de rações para animais por meio de farelo, na indústria alimentícia humana e na produção de biocombustíveis (FREITAS, 2011; GARCIA et al. 2006).

Segundo dados divulgados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2022), a produção mundial de soja na safra 2020/21 foi de 364.743mil toneladas e de milho foi de 1.120.941 mil toneladas, sendo o Brasil responsável por 138.190 mil toneladas de soja e 85.866 mil toneladas de milho (38% e 7,7% da produção mundial, respectivamente). Na safra 2017/18 o Brasil tornou-se o maior produtor de soja do mundo, ultrapassando os Estados Unidos e desde então tem mantido essa posição e se distanciando do segundo colocado. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022) o estado do Mato Grosso é o maior produtor de soja com 36.406 mil toneladas, seguido do Rio Grande do Sul com 21.050 mil toneladas e Paraná 20.583 mil toneladas. Já na cultura do milho 1ª safra, o maior produtor nacional é Minas Gerais com 4.706 mil toneladas, seguido do Rio Grande do Sul com 4.328 mil toneladas e do Paraná com 2.987 mil toneladas.

Santa Catarina apesar de representar somente 2% de soja e 8% de milho 1ª safra (CONAB, 2022) produzido no Brasil, o estado é um grande consumidor interno destes grãos devido à forte produção animal. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022), o estado representou 30% dos abates totais de suínos e 15% dos abates totais de aves do Brasil em 2020.

Historicamente as estimativas iniciais de safra são divulgadas em outubro pela CONAB e são realizadas através de um conjunto de fatores: mapeamento de culturas, modelos estatísticos e preditivos de produtividade, além dos levantamentos a campo

e acompanhamentos agrometeorológicos e espectrais para finalização dos números dos boletins divulgados (CONAB, 2022). Com estas estimativas iniciais da safra, os produtores e o mercado conseguem saber se a produção do país atenderá a demanda doméstica e a demanda por exportações. Em anos com problemas de produção, a oferta fica mais restrita e os estoques de passagem de uma safra para outra ficam menores, contribuindo para uma elevação dos preços no mercado doméstico. Vale ressaltar que o balanço de oferta e demanda mundial tem impacto significativo nos preços. Caso haja problemas na produção em outros grandes países produtores (como exemplo, os Estados Unidos), os preços internacionais cotados pela Chicago Mercantile Exchange (CME) também são impactados (CME, 2022).

Questões como as mencionadas anteriormente, podem induzir o maior e menor cultivo de soja e, ou milho, visto as perspectivas de rentabilidade por parte do produtor.

Um indicador de preços muito utilizado no Brasil é o IPPA. Os IPPAs são Índices de Preços ao Produtor de Grupos de Produtos Agropecuários, elaborados pelo CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), que contemplam quatro grupos, a saber: Grãos, Pecuária, Hortifrutícolas e Cana-de-açúcar e Café, além do IPPA/CEPEA geral que contempla todos esses grupos. Os IPPAs combinam preços de produtos individuais, com metodologia e ponderação adequadas, em índices únicos que representam o grupo, com o objetivo de sintetizar diversas informações de preços de uma forma mais simples e que seja coerente, para facilitar a visualização das tendências e a análise dos mercados (BARROS et al. 2019). São informações que contribuem para uma visão, ao mesmo tempo, compacta e global do setor, em termos dos impactos de mudanças dos lados da oferta (produtividade, clima, pragas e doenças, custos de insumos, mão de obra e capital) e demanda (renda interna e externa, câmbio, preços internacionais), por parte dos analistas e formuladores de política, permitindo um diagnóstico mais fundamentado das interações da agropecuária com o restante dos setores da economia e com o consumidor brasileiro (CEPEA, 2022).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi obter equações para estimativa inicial de safra de soja e milho 1ª safra para algumas microrregiões do sul do Brasil.

METODOLOGIA

Foram utilizados dados mensais de março a julho de 2003 a 2020 (meses que são tomadas as decisões de plantio) do IPPA-Grãos/Cepea e dados anuais de área plantada, produção e produtividade de soja e de milho 1ª safra de nove microrregiões, sendo três em cada estado do sul do Brasil, oriundos da base do sistema PAM/IBGE (Produção Agrícola Municipal/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A escolha dos estados e suas microrregiões foram devido às condições climáticas do sul do país, que permite o produtor fazer apenas uma safra de verão, tendo que decidir entre plantar soja ou milho. A Figura 1 identifica as microrregiões escolhidas neste estudo nos estados do Paraná (A), Santa Catarina (B) e Rio Grande do Sul (C), com os respectivos municípios que a integram.



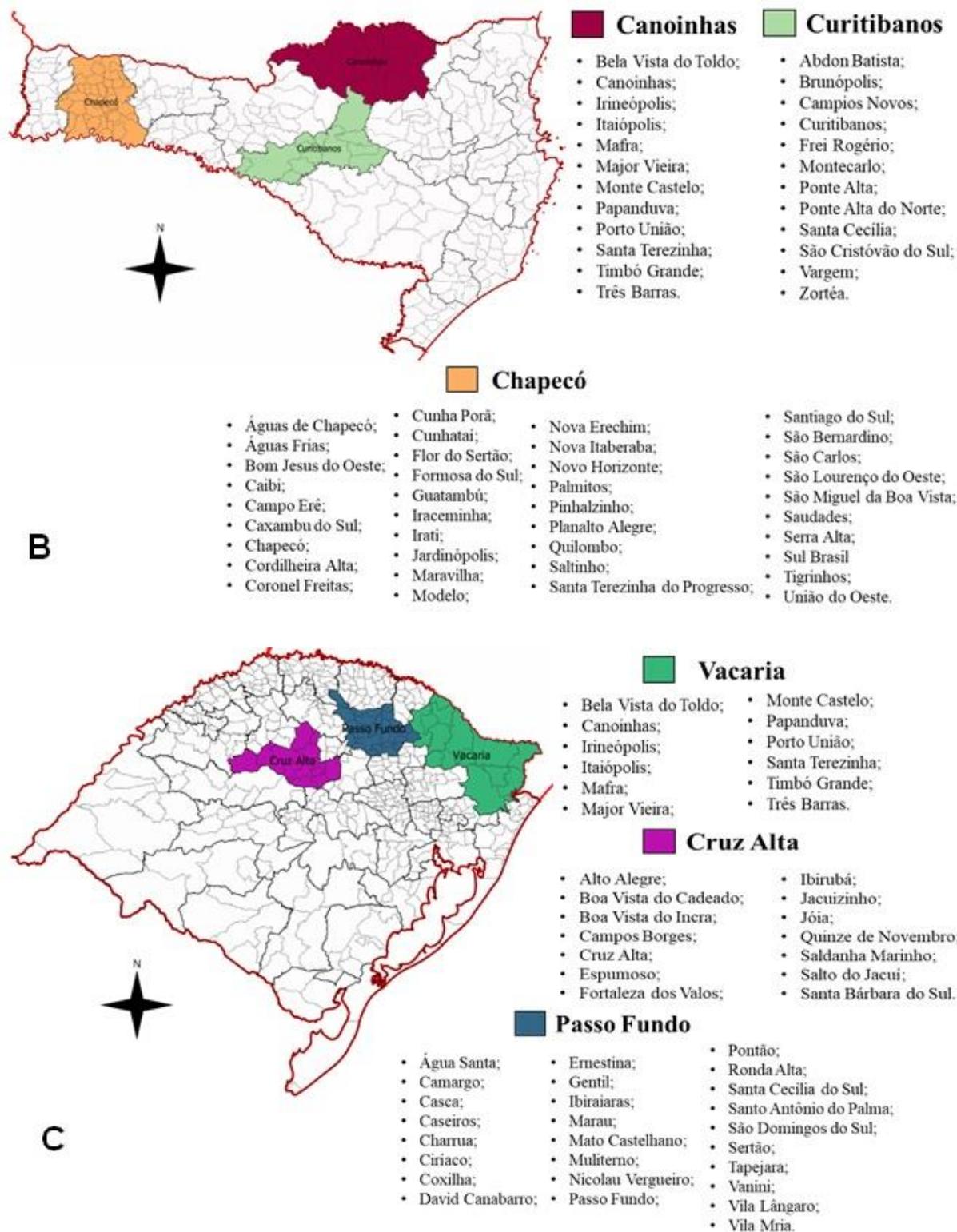


Figura 1- Microrregiões usadas no estudo e localizadas no Paraná (A), Santa Catarina (B) e Rio Grande do Sul (C), com os respectivos municípios que as integram.

Para cada microrregião, foram aplicadas regressões simples e múltiplas correlacionando a área, a produção e a produtividade de ambas as culturas (variáveis dependentes Y), com o IPPA e o ano (variáveis independentes X). As equações para a estimativa foram apresentadas somente nas regressões estatisticamente significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p (probabilidade de significância). O Quadro 1 apresenta as combinações que foram realizadas para aplicação da regressão linear em cada uma das microrregiões estudadas.

Quadro 1- Combinações realizadas entre as variáveis dependentes Y (área plantada, produção e produtividade) e as variáveis independentes X (Ano, IPPA-Grãos e Ano x IPPA-Grãos).

Variável dependente (Y)	Variável(is) independente(s) (X)
Área plantada	Ano
Área plantada	IPPA-Grãos
Área plantada	Ano x IPPA-Grãos
Produção	Ano
Produção	IPPA-Grãos
Produção	Ano x IPPA-Grãos
Produtividade	Ano
Produtividade	IPPA-Grãos
Produtividade	Ano x IPPA-Grãos

Para realizar as regressões foi utilizado o PAST (PAleontologicalSTatistics), programa estatístico de fácil manuseio e que constantemente é atualizado (HAMMER et al. 2001).

ANÁLISE DOS DADOS

Cultura da soja

As Tabelas 1, 2 e 3, apresentam os resultados das regressões lineares realizadas entre as variáveis independentes (ano e IPPA) com as variáveis dependentes: área de cultivo, produção e produtividade de soja, respectivamente, para as nove microrregiões estudadas.

Tabela 1- Coeficientes de determinação (R²) e de correlação da regressão linear (r) entre a área de soja com o IPPA-Grãos e o ano, com respectiva equação da reta nas regressões significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p.

Microrregião	R ²	r	p	Equação
Cruz Alta	0,89	0,94	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 4,93 . ANO - 9426
Cruz Alta	0,76	0,87	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 0,3052 . IPPA + 414,1
Cruz Alta	0,90	0,95	0,0000	ÁREA (1000 ha)= -7610,5 + 4,0189 . ANO + 0,069897 . IPPA
Vacaria	0,96	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 7,202 . ANO - 14300
Vacaria	0,74	0,86	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 0,4248 . IPPA + 83,34
Vacaria	0,96	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 13956 + 0,013083 . IPPA + 7,0313 . ANO
Passo Fundo	0,89	0,94	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 5,336. ANO - 10390
Passo Fundo	0,64	0,80	0,0001	ÁREA (1000 ha)= 0,3047 . IPPA + 267,4
Passo Fundo	0,89	0,94	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 11241 - 0,032789 . IPPA + 5,7636 . ANO
Chapecó	0,95	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 3,107 . ANO - 6176
Chapecó	0,73	0,85	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 0,1821 . IPPA + 27,41
Chapecó	0,95	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 6151 + 0,00095744 . IPPA + 3,0943 . ANO
Curitibanos	0,95	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 4,574 . ANO - 91,27
Curitibanos	0,72	0,85	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 0,2674 . IPPA + 7,216
Curitibanos	0,95	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 9178,6 + 4,6004 . ANO - 0,0019902 . IPPA
Canoinhas	0,92	0,96	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 4,263 . ANO + 8470
Canoinhas	0,67	0,82	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 0,2429 . IPPA + 43,93
Canoinhas	0,92	0,96	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 9207,8 + 4,6335 . ANO - 0,028415 . IPPA
Guarapuava	0,96	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 11,55 . ANO - 22970
Guarapuava	0,74	0,86	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 0,6818 . IPPA + 100,2
Guarapuava	0,96	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= -22402 + 0,021869 . IPPA + 11,27 . ANO
Ponta Grossa	0,57	0,75	0,0003	ÁREA (1000 ha)= 2,325 . ANO - 4472
Ponta Grossa	0,35	0,59	0,0093	ÁREA (1000 ha)= 0,1232 . IPPA + 174,5
Ponta Grossa	0,58	0,76	0,0014	ÁREA (1000 ha)= - 5899,8 - 0,054989 . IPPA + 3,0421 . ANO
Pato Branco	0,64	0,80	0,0001	ÁREA (1000 ha)= 2,929 . ANO - 5731
Pato Branco	0,61	0,78	0,0001	ÁREA (1000 ha)= 0,1917 . IPPA + 113
Pato Branco	0,66	0,81	0,0003	ÁREA (1000 ha)= - 3519 + 0,085171 . IPPA + 1,819 . ANO

Pode-se observar que a correlação entre área e ano ou área e IPPA-Grãos (regressão simples), bem como a correlação entre as três variáveis (regressão múltipla) foram estatisticamente significativas ao nível de 1% (p<0,01) em todas as microrregiões para a cultura da soja. Exceto em Ponta Grossa e Pato Branco, nas demais microrregiões, o ano explicou entre 89% e 96% da variação da área de cultivo da soja, enquanto o IPPA explicou entre 64% e 76%.

Tabela 2- Coeficientes de determinação (R²) e de correlação da regressão linear (r) entre a produção de soja com o IPPA-Grãos e o ano, com respectiva equação da reta nas regressões significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p.

Microrregião	R ²	r	p	Equação
Cruz Alta	0,35	0,60	0,0091	PROD(1000 ton)= 50,43 . ANO - 100200
Cruz Alta	0,22	0,47	0,0495	PROD(1000 ton)= 3,012 . IPPA + 561,8
Cruz Alta	0,37	0,61	0,0319	PROD(1000 ton)= - 136980 + 68,914 . ANO - 1,5901 . IPPA
Vacaria	0,83	0,91	0,0000	PROD(1000 ton)= 39,85 . ANO - 79610
Vacaria	0,63	0,80	0,0001	PROD(1000 ton)= 2,639 . IPPA - 66,44
Vacaria	0,83	0,91	0,0000	PROD(1000 ton)= - 81906 - 0,099303 . IPPA + 41,006 . ANO
Passo Fundo	0,53	0,73	0,0006	PROD(1000 ton)= 44,4 . ANO - 88330
Passo Fundo	0,31	0,56	0,0157	PROD(1000 ton)= 2,582 . IPPA + 374,7
Passo Fundo	0,56	0,75	0,0020	PROD(1000 ton)= - 127880 - 1,7094 . IPPA + 64,263 . ANO
Chapecó	0,86	0,93	0,0000	PROD(1000 ton)= 14 . ANO - 27960
Chapecó	0,57	0,75	0,0003	PROD(1000 ton)= 0,8621 . IPPA - 5,017
Chapecó	0,88	0,94	0,0000	PROD(1000 ton)= - 35483 - 0,32497 . IPPA + 17,776 . ANO
Curitibanos	0,87	0,93	0,0000	PROD(1000 ton)= 20,5 . ANO - 41010
Curitibanos	0,72	0,85	0,0000	PROD(1000 ton)= 1,411 . IPPA - 109,3
Curitibanos	0,88	0,94	0,0000	PROD(1000 ton)= - 36691 + 0,18662 . IPPA + 18,33 . ANO
Canoinhas	0,92	0,96	0,0000	PROD(1000 ton)= 20,38 . ANO - 40660
Canoinhas	0,72	0,85	0,0000	PROD(1000 ton)= 1,375 . IPPA + 21,71
Canoinhas	0,92	0,96	0,0000	PROD(1000 ton)= - 39280 + 0,05947 . IPPA + 19,692 . ANO
Guarapuava	0,92	0,96	0,0000	PROD(1000 ton)= 58,27 . ANO - 116300
Guarapuava	0,71	0,84	0,0000	PROD(1000 ton)= 3,883 . IPPA - 30,37
Guarapuava	0,92	0,96	0,0000	PROD(1000 ton)= - 117190 + 58,703 . ANO - 0,037447 . IPPA
Ponta Grossa	0,73	0,86	0,0000	PROD(1000 ton)= 18,56 . ANO - 36640
Ponta Grossa	0,50	0,71	0,0010	PROD(1000 ton)= 1,166 . IPPA + 418,7
Ponta Grossa	0,74	0,86	0,0000	PROD(1000 ton)= - 44267 - 0,32966 . IPPA + 22,39 . ANO
Pato Branco	0,67	0,82	0,0000	PROD(1000 ton)= 23,62 . ANO - 47020
Pato Branco	0,40	0,63	0,0052	PROD(1000 ton)= 1,377 . IPPA + 160,8
Pato Branco	0,70	0,84	0,0001	PROD(1000 ton)= - 67759 + 34,032 . ANO - 0,89605 . IPPA

Exceto para a microrregião de Cruz Alta onde a correlação entre produção e IPPA-Grãos (regressão simples), e a regressão múltipla foi estatisticamente significativa ao nível de 5% ($p < 0,05$), as demais correlações feitas com regressões simples ou múltiplas foram significativas ao nível de 1% ($p < 0,01$), para a cultura da soja. O ano explicou a variação da produção de soja entre 73% a 92%, menos nas microrregiões de Cruz Alta, Passo Fundo e Pato Branco. Já o IPPA foi um pouco menor e explicou entre 57% a 72%, com porcentagens mais baixas nas microrregiões de Cruz Alta, Passo Fundo, Ponta Grossa e Pato Branco.

Tabela 3- Coeficientes de determinação (R^2) e de correlação da regressão linear (r) entre a produtividade de soja com o IPPA-Grãos e o ano, com respectiva equação da reta nas regressões significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p.

Microrregião	R^2	r	p	Equação
Cruz Alta	0,23	0,48	0,0428	PRODUT(Kg/ha)= 75,26 . ANO - 148800
Cruz Alta	0,12	0,35	0,1541	
Cruz Alta	0,26	0,51	0,1080	
Vacaria	0,55	0,74	0,0005	PRODUT(Kg/ha)= 101,2 . ANO - 200800
Vacaria	0,32	0,56	0,0150	PRODUT(Kg/ha)= 5,847 . IPPA + 1432
Vacaria	0,58	0,76	0,0015	PRODUT(Kg/ha)= - 295050 - 4,0737 . IPPA + 148,55 . ANO
Passo Fundo	0,33	0,58	0,0125	PRODUT(Kg/ha)= 83,35 . ANO - 164800
Passo Fundo	0,15	0,38	0,1169	
Passo Fundo	0,40	0,63	0,0217	PRODUT(Kg/ha)= - 305660 - 6,0852 . IPPA + 154,07 . ANO
Chapecó	0,52	0,72	0,0008	PRODUT(Kg/ha)= 79,66 . ANO - 157600
Chapecó	0,23	0,48	0,0415	PRODUT(Kg/ha)= 4,078 . IPPA + 1658
Chapecó	0,61	0,78	0,0008	PRODUT(Kg/ha)= - 286010 - 5,5479 . IPPA + 144,14 . ANO
Curitibanos	0,62	0,79	0,0001	PRODUT(Kg/ha)= 108,9 . ANO - 216300
Curitibanos	0,39	0,62	0,0057	PRODUT(Kg/ha)= 6,524 . IPPA + 1284
Curitibanos	0,65	0,80	0,0004	PRODUT(Kg/ha)= - 293750 - 3,3477 . IPPA + 147,83 . ANO
Canoinhas	0,71	0,84	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= 65,24 . ANO - 128000
Canoinhas	0,47	0,69	0,0017	PRODUT(Kg/ha)= 4,031 . IPPA + 2258
Canoinhas	0,72	0,85	0,0001	PRODUT(Kg/ha)= - 161660 - 1,4534 . IPPA + 82,129 . ANO
Guarapuava	0,68	0,82	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= 72,19 . ANO - 142000
Guarapuava	0,47	0,68	0,0018	PRODUT(Kg/ha)= 4,551 . IPPA + 2072
Guarapuava	0,68	0,83	0,0002	PRODUT(Kg/ha)= - 169910 + 86,171 . ANO - 1,2031 . IPPA
Ponta Grossa	0,57	0,76	0,0003	PRODUT(Kg/ha)= 55,93 . ANO - 109100
Ponta Grossa	0,42	0,65	0,0038	PRODUT(Kg/ha)= 3,609 . IPPA + 2518
Ponta Grossa	0,58	0,76	0,0016	PRODUT(Kg/ha)= - 122150 - 0,56248 . IPPA + 62,468 . ANO
Pato Branco	0,45	0,67	0,0023	PRODUT(Kg/ha)= 85,24 . ANO - 168600
Pato Branco	0,25	0,50	0,0364	PRODUT(Kg/ha)= 4,783 . IPPA + 1792
Pato Branco	0,49	0,70	0,0065	PRODUT(Kg/ha)= - 262570 - 4,0631 . IPPA + 132,46 . ANO

Em todas as situações, a produtividade foi significativamente correlacionada com o ano ao nível de 1% ($p < 0,01$), sendo a microrregião de Cruz Alta a única significativa ao nível de 5% ($p < 0,05$). Com o IPPA, em cinco microrregiões houve significância estatística ao nível de 1% ($p < 0,01$), duas significativas ao nível de 5% ($p < 0,05$) e em duas não houve correlação significativa, a saber: Cruz Alta e Passo Fundo, onde o IPPA explicou apenas 12% e 15% a variação na produtividade de soja, respectivamente. Na regressão múltipla, apenas em Cruz Alta não foi observada correlação significativa. O ano explicou a variação da produtividade entre 52% a 71%, menos nas microrregiões de Cruz Alta, Passo Fundo e Pato Branco, assim como, observado para a produção. O IPPA foi um pouco menor e explicou entre 23% a 47%.

Cultura do Milho

As Tabelas 4, 5 e 6, apresentam os resultados das regressões lineares realizadas entre as variáveis independentes (ano e IPPA) com as variáveis dependentes área de cultivo, produção e produtividade de milho, respectivamente, para as nove microrregiões estudadas.

Tabela 4- Coeficientes de determinação (R^2) e de correlação da regressão linear (r) entre a área de milho com o IPPA-Grãos e o ano, com respectiva equação da reta nas regressões significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p.

Microrregião	R^2	r	p	Equação
Cruz Alta	0,47	0,69	0,0017	ÁREA (1000 ha)= - 1,452 . ANO + 2956
Cruz Alta	0,44	0,67	0,0025	ÁREA (1000 ha)= - 0,09463 . IPPA + 59,18
Cruz Alta	0,49	0,70	0,0065	ÁREA (1000 ha)= 1902,9 - 0,92337 . ANO - 0,040588 . IPPA
Vacaria	0,24	0,49	0,0380	ÁREA (1000 ha)= - 0,8857 . ANO + 1854
Vacaria	0,36	0,60	0,0080	ÁREA (1000 ha)= - 0,07278 . IPPA + 90,49
Vacaria	0,37	0,61	0,0314	ÁREA (1000 ha)= - 442,6 - 0,088418 . IPPA + 0,26698 . ANO
Passo Fundo	0,87	0,93	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 4,287 . ANO + 8686
Passo Fundo	0,70	0,84	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 0,2582 . IPPA + 127
Passo Fundo	0,87	0,93	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 7904,5 - 0,030091 . IPPA - 3,8951 . ANO
Chapecó	0,94	0,97	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 10,19 . ANO + 20590
Chapecó	0,63	0,80	0,0001	ÁREA (1000 ha)= - 0,5594 . IPPA + 247,1
Chapecó	0,96	0,98	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 24662 - 12,227 . ANO + 0,15664 . IPPA
Curitibanos	0,87	0,93	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 1,891 . ANO + 3840
Curitibanos	0,69	0,83	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 0,1125 . IPPA + 64,78
Curitibanos	0,87	0,93	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 3642,1 - 0,0076172 . IPPA - 1,7916 . ANO
Canoinhas	0,85	0,92	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 3,255 . ANO + 6602
Canoinhas	0,71	0,84	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 0,1997 . IPPA + 105,3
Canoinhas	0,86	0,93	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 5606,1 - 0,038334 . IPPA - 2,7549 . ANO
Guarapuava	0,93	0,96	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 9,474 . ANO + 19170
Guarapuava	0,67	0,82	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 0,538 . IPPA + 252,7
Guarapuava	0,93	0,97	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 21018 + 0,070983 . IPPA - 10,4 . ANO
Ponta Grossa	0,73	0,86	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 2,798 . ANO + 5676
Ponta Grossa	0,75	0,87	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 0,1897 . IPPA + 95,47
Ponta Grossa	0,79	0,89	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 2837,9 - 0,10929 . IPPA - 1,3735 . ANO
Pato Branco	0,91	0,95	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 3,171 . ANO + 6413
Pato Branco	0,78	0,89	0,0000	ÁREA (1000 ha)= - 0,1971 . IPPA + 84,77
Pato Branco	0,92	0,96	0,0000	ÁREA (1000 ha)= 5162,6 - 0,048153 . IPPA - 2,5431 . ANO

Em todas as regressões envolvendo a área de cultivo de milho foram estatisticamente significativas. O ano explicou entre 73% a 94% da variação da área

de cultivo de milho 1ª safra, somente Cruz Alta e Vacaria tiveram menores porcentagens. O IPPA explicou entre 63% e 78%, nesse caso também Cruz Alta e Vacaria tiveram as menores porcentagens.

Tabela 5- Coeficientes de determinação (R²) e de correlação da regressão linear (r) entre a produção de milho com o IPPA-Grãos e o ano, com respectiva equação da reta nas regressões significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p.

Microrregião	R ²	r	p	Equação
Cruz Alta	0,08	0,28	0,2670	
Cruz Alta	0,03	0,17	0,4760	
Cruz Alta	0,09	0,30	0,4746	
Vacaria	0,41	0,64	0,0045	PROD(1000 ton)= 14,48 . ANO - 28710
Vacaria	0,22	0,47	0,0471	PROD(1000 ton)= 0,8159 . IPPA + 226,6
Vacaria	0,44	0,66	0,0129	PROD(1000 ton)= - 44306 - 0,67412 . IPPA + 22,313 . ANO
Passo Fundo	0,23	0,48	0,0420	PROD(1000 ton)= - 11,93 . ANO + 24360
Passo Fundo	0,42	0,64	0,0039	PROD(1000 ton)= - 1,206 . IPPA + 651,1
Passo Fundo	0,45	0,67	0,0116	PROD(1000 ton)= - 17958 - 1,8287 . IPPA + 9,3243 . ANO
Chapecó	0,60	0,78	0,0001	PROD(1000 ton)= - 25,61 . ANO + 52090
Chapecó	0,60	0,77	0,0002	PROD(1000 ton)= - 1,935 . IPPA + 1023
Chapecó	0,64	0,80	0,0005	PROD(1000 ton)= 28900 - 1,0022 . IPPA - 13,968 . ANO
Curitibanos	0,00	0,01	0,9671	
Curitibanos	0,03	0,18	0,4834	
Curitibanos	0,13	0,35	0,3669	
Canoinhas	0,35	0,59	0,0094	PROD(1000 ton)= - 13,26 . ANO + 27090
Canoinhas	0,48	0,69	0,0014	PROD(1000 ton)= - 1,176 . IPPA + 683,9
Canoinhas	0,48	0,70	0,0070	PROD(1000 ton)= - 2894,5 - 1,2956 . IPPA + 1,793 . ANO
Guarapuava	0,70	0,84	0,0000	PROD(1000 ton)= - 29,38 . ANO + 59920
Guarapuava	0,57	0,75	0,0003	PROD(1000 ton)= - 2,011 . IPPA + 1304
Guarapuava	0,70	0,84	0,0001	PROD(1000 ton)= 54791 - 0,22169 . IPPA - 26,8 . ANO
Ponta Grossa	0,48	0,69	0,0015	PROD(1000 ton)= - 16,25 . ANO + 33100
Ponta Grossa	0,48	0,70	0,0013	PROD(1000 ton)= - 1,24 . IPPA + 706,1
Ponta Grossa	0,51	0,72	0,0046	PROD(1000 ton)= 17122 - 0,69059 . IPPA - 8,2252 . ANO
Pato Branco	0,67	0,82	0,0000	PROD(1000 ton)= - 15,68 . ANO + 31800
Pato Branco	0,44	0,66	0,0027	PROD(1000 ton)= - 0,9613 . IPPA + 496,6
Pato Branco	0,68	0,83	0,0002	PROD(1000 ton)= 40633 + 0,38165 . IPPA - 20,11 . ANO

Com a produção do milho as microrregiões de Cruz Alta e Curitibanos não tiveram correlações estatisticamente significativas. Levando em consideração as microrregiões que tiveram correlações significativas, o ano explicou a variação da produção de milho entre 41% a 70%, menos nas microrregiões de Passo Fundo e

Canoinhas. Já o IPPA explicou entre 42% a 60%, com porcentagem mais baixa na microrregião de Vacaria.

Tabela 6- Coeficientes de determinação (R^2) e de correlação da regressão linear (r) entre a produtividade de milho com o IPPA-Grãos e o ano, com respectiva equação da reta nas regressões significativas ao nível de 5% ou 1% pelo valor-p.

Microrregião	R^2	r	p	Equação
Cruz Alta	0,71	0,84	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= 365 . ANO - 727500
Cruz Alta	0,57	0,75	0,0003	PRODUT(Kg/ha)= 24,68 . IPPA + 909,1
Cruz Alta	0,71	0,84	0,0001	PRODUT(Kg/ha)= - 696570 + 1,3377 . IPPA + 349,48 . ANO
Vacaria	0,62	0,79	0,0001	PRODUT(Kg/ha)= 284,6 . ANO - 566600
Vacaria	0,38	0,62	0,0060	PRODUT(Kg/ha)= 16,98 . IPPA + 1942
Vacaria	0,65	0,80	0,0004	PRODUT(Kg/ha)= - 776430 - 9,0669 . IPPA + 390,01 . ANO
Passo Fundo	0,45	0,67	0,0023	PRODUT(Kg/ha)= 259,8 . ANO - 516100
Passo Fundo	0,24	0,49	0,0380	PRODUT(Kg/ha)= 14,46 . IPPA + 3184
Passo Fundo	0,49	0,70	0,0061	PRODUT(Kg/ha)= - 815220 - 12,926 . IPPA + 410,06 . ANO
Chapecó	0,81	0,90	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= 333,4 . ANO - 664300
Chapecó	0,60	0,77	0,0002	PRODUT(Kg/ha)= 21,62 . IPPA + 1190
Chapecó	0,82	0,90	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= - 730590 - 2,8658 . IPPA + 366,66 . ANO
Curitibanos	0,81	0,90	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= 340,9 . ANO - 678600
Curitibanos	0,60	0,77	0,0002	PRODUT(Kg/ha)= 22,28 . IPPA + 1763
Curitibanos	0,81	0,90	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= - 728940 - 2,1734 . IPPA + 366,12 . ANO
Canoinhas	0,59	0,79	0,0002	PRODUT(Kg/ha)= 207,7 . ANO - 410100
Canoinhas	0,33	0,57	0,0129	PRODUT(Kg/ha)= 11,74 . IPPA + 4980
Canoinhas	0,64	0,80	0,0005	PRODUT(Kg/ha)= - 629740 - 9,4931 . IPPA + 318,03 . ANO
Guarapuava	0,89	0,94	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= 391,6 . ANO - 779800
Guarapuava	0,66	0,81	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= 25,63 . IPPA + 1948
Guarapuava	0,89	0,94	0,0000	PRODUT(Kg/ha)= - 833760 - 2,3327 . IPPA + 418,74 . ANO
Ponta Grossa	0,62	0,79	0,0001	PRODUT(Kg/ha)= 194,7 . ANO - 382700
Ponta Grossa	0,38	0,62	0,0064	PRODUT(Kg/ha)= 11,57 . IPPA + 6310
Ponta Grossa	0,65	0,80	0,0004	PRODUT(Kg/ha)= - 530770 - 6,4006 . IPPA + 269,11 . ANO
Pato Branco	0,62	0,79	0,0001	PRODUT(Kg/ha)= 319,4 . ANO - 633900
Pato Branco	0,48	0,70	0,0013	PRODUT(Kg/ha)= 21,33 . IPPA + 3578
Pato Branco	0,62	0,79	0,0007	PRODUT(Kg/ha)= - 633660 + 319,29 . ANO + 0,010835 . IPPA

Assim como observado com a área de cultivo e a produtividade de milho, todas as regressões foram estatisticamente significativas, permitindo estimá-la com o uso do IPPA e, ou, o ano da safra de interesse. Exceto em Passo Fundo, nas demais microrregiões, o ano explicou entre 59% e 89% da variação de produtividade de cultivo do milho, enquanto o IPPA explicou entre 38% e 66%, exceto em Passo Fundo e Canoinhas.

Nas equações de regressão, o sinal de positivo ou negativo do coeficiente de inclinação, indica a tendência de variação da variável dependente em resposta a variação do ano ou do IPPA médio de março a julho. Como exemplo, nas correlações feitas para soja (Tabela 1 a 3), seja com a área plantada ou com o IPPA, os coeficientes de inclinação foram positivos. Isso indica que de 2003 a 2020 houve uma tendência de aumento gradativo dos preços, acompanhada proporcionalmente da área, produção e produtividade de soja.

No caso do milho 1ª safra que para as regiões do sul do Brasil compete com a área de soja por ser plantado na mesma época do ano, em todas as regressões envolvendo a área de cultivo, os coeficientes de inclinação foram negativos (Tabela 4), ou seja, sugerindo que o milho vem perdendo gradativamente área para soja com o passar dos anos.

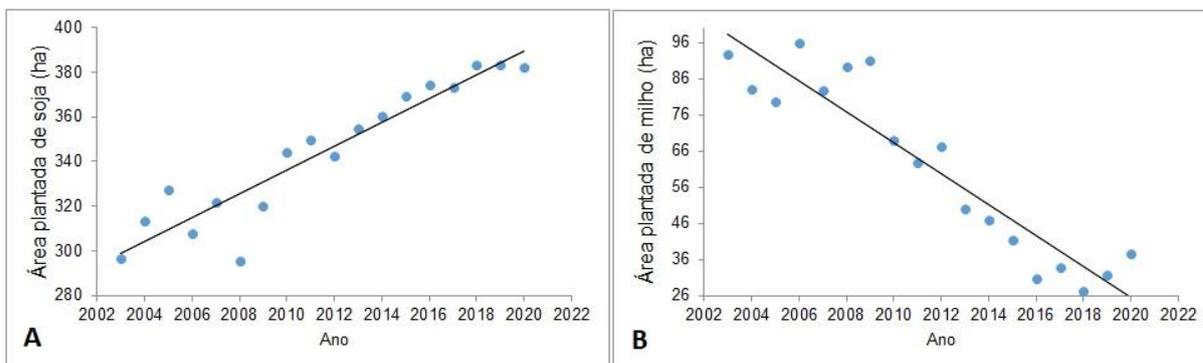


Figura 2- Diagramas de dispersão entre área plantada no decorrer dos anos de 2003 a 2020 da soja (A) e do milho 1ª safra (B) na microrregião de Passo Fundo/RS.

De acordo com Eicholz et al.(2020), na safra 2017/18 em Santa Catarina, houve alta redução de produção de milho, justificada pelos baixos preços de 2017, com a redução da área e a diminuição da produtividade em função de problemas climáticos. Acrescentam que a área total de milho no Paraná aumentou em cerca de 29% (2005 à 2018), em decorrência à 2ª safra de milho, pois a 1ª safra tem sofrido constantemente redução ao longo do anos. Porém, a produtividade observa-se aumento em ambas as safras. No Rio Grande do Sul, durante os últimos anos a área de milho apresentou diminuição, apesar disso a produção aumentou, evidenciando um crescimento na produtividade devido ao avanço genético e na melhora do manejo.

Em Guarapuava, por exemplo, na safra 2021/22, o custo de produção total por hectare para produzir uma lavoura de soja de alta tecnologia foi de R\$4.982,33 e uma lavoura de milho também com alta tecnologia foi de R\$8.115,37 (CONAB, 2022).

Levando em consideração esse valor por hectare, a maior suscetibilidade do milho as grandes oscilações do clima e a pragas e doenças e também ao preço de venda do produto, ajuda a explicar por que os produtores estão aumentando gradualmente ao longo dos anos a área de soja e, conseqüentemente, diminuindo as áreas de milho 1ª safra.

O relatório do Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina (ICEPA), do ano de 2015 ressalta que o principal indicador para o crescimento do plantio da soja em Santa Catarina é a relação entre preço e custo da soja e a rentabilidade proporcionada por essa cultura (CRUZ; CUNHA, 2017).

Entretanto, apesar da diminuição de área de milho 1ª safra no passar dos anos, a produtividade apresentou uma tendência de aumento, conforme indicado pelos coeficientes de inclinação nas equações de regressão (Tabela 6), mesmo com a redução nas áreas de cultivo. Tudo isso por causa da tecnologia envolvida nas sementes geneticamente modificadas, para controle de insetos e plantas invasoras (MIRANDA et al. 2019).

Comparativamente, a produção foi a variável que teve os piores resultados, principalmente, para o milho. Em parte, isto pode ser explicado por algumas quebras recentes de safra, como a observada em 2020/21 no Rio Grande do Sul devido ao fenômeno La Niña que tende a aumentar a frequência de estiagens, ocasionando perdas e quebras de safra. Em Santa Catarina além da lavoura de milho ter sofrido com a estiagem, sofreu ataques de cigarrinha, comprometendo muito os investimentos feitos pelo produtor (CONAB, 2021).

Como a atividade agrícola é uma “empresa a céu aberto” depende muito das condições climáticas. Por mais que os produtores plantem dentro do calendário certo, com sementes de qualidade e com todos os tratos culturais corretos, a produção final vai depender muito de fatores climáticos, os quais ainda não se pode controlá-los. Por isso, anos com baixa produção/produtividade estão associados, principalmente, a estiagens, conforme sugerido por Silva et al. (2004).

CONCLUSÕES

Pode-se realizar a estimativa inicial da safra de soja e milho 1ª safra para algumas microrregiões do sul do Brasil, através das equações de regressão

apresentadas nas tabelas, tendo como variáveis preditoras o IPPA médio de março a julho e o ano da safra.

Apenas nas microrregiões de Cruz Alta e Curitibanos não obteve-se equações estatisticamente significativas para realizar a previsão inicial de produção de milho.

REFERÊNCIAS

BARROS, G. S. C. et al. **Índices de Preços ao Produtor de Grupos de Produtos Agropecuários (IPPA) –Metodologia e primeiros resultados**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), Piracicaba, setembro de 2019.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS DE ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Indicador de Preço ao Produtor Agropecuário**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/ippa.aspx>>. Acesso em: 23 fev. 2022

CHICAGO MERCANTILE EXCHANGE – CME. **Agricultural commodity prices**. Disponível em: <<https://www.cmegroup.com/markets/agriculture.html#products>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO –CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Custos de Produção Agrícola**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

CUNHA, C. C.; CRUZ, W. L. M. **Aspectos geoeconômicos da cadeia produtiva da soja no estado de Santa Catarina**: produção e circulação. GEO UERJ: Rio de Janeiro, n.31, p.745-769, 2017.

EICHOLZ, E. D. et al. **Informações técnicas para o cultivo do milho e sorgo na região subtropical do Brasil: Safras 2019/20 e 2020/21**. Sete Lagoas, MG: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2020.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p. 1-12, 2011.

GARCIA, J. C. et al. **Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do Milho**. Circular Técnica n.74, MAPA, dez. 2006.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; Ryan, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, 9p., 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>>. Acesso em: 20 fev. 2022

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Serviço de Inspeção Federal (SIF)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif>>. Acesso em: 20 fev. 2022

MIRANDA, R. et al. Tecnologia brasileira e supersafra de milho. **Revista Cultivar**. Pelotas, jul. 2019. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/tecnologia-brasileira-e-supersafra-de-milho>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

SILVA, S. C.; SOARES, E. G. S. **Zoneamento agroclimático, 2004**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_49_1311200215103.html>. Acessado em: 20 fev. 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Foreign Agricultural Service**. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

Capítulo 8
LEVANTAMENTO DAS PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS PELA
POPULAÇÃO DE AROEIRAS DO ITAIM - PI

Vanderlan Feitosa de Macedo
Isis Gomes de Brito Souza
Gislanne Brito de Araújo Barros
Alane Feitosa de Macêdo
Laísa Maria Resende Castro



LEVANTAMENTO DAS PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS PELA POPULAÇÃO DE AROEIRAS DO ITAIM - PI

Vanderlan Feitosa de Macedo

*Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).
Mestrando e Dinâmica de Desenvolvimento do Semiárido (UNIVASF). E-mail:
vanderlanmacedo@ufpi.edu.br*

Isis Gomes de Brito Souza

*Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Piauí
(UFPI). Mestre em Genética e Melhoramento - UFPI e Doutora em Biotecnologia -
RENORBIO/UFPI. E-mail: isisgomesmd@hotmail.com*

Gislanne Brito de Araújo Barros

*Licenciada em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre
em Ciências - Universidade Federal Rural do Rio e Doutora em Genética e
Melhoramento de Plantas - Universidade Estadual do Norte Fluminense. E-mail:
gislannebio@yahoo.com.br*

Alane Feitosa de Macêdo

*Licenciada em Química – IFPI..
E-mail: alanefeitosademacedo@gmail.com*

Laísa Maria Resende Castro

*Licenciada em Ciências Biológicas – IFPI. Mestre em Botânica – UFV/MG.
E-mail: laisa.castro@ifpa.edu.br*

Resumo: No Brasil, a utilização de plantas medicinais se deu por forte influência da cultura indígena e ainda vem sendo utilizada até hoje, principalmente pela população de comunidades rurais, devido maior acessibilidade à matéria prima. O objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento etnobotânico sobre as plantas medicinais utilizadas pela população da zona urbana no município de Aroeiras do Itaim - PI. A coleta dos dados etnobotânicos foi realizada por meio de observação participativa e

entrevistas semiestruturadas com os moradores da zona urbana da cidade. No total, 55 moradores aceitaram participar do trabalho. Dentre os entrevistados 4,2% não utilizam plantas medicinais diariamente. Foi registrado um total de 38 espécies de plantas medicinais utilizadas pelos moradores da cidade, sendo catalogadas as 10 espécies mais citadas para uso terapêutico. Dessas espécies a forma de uso mais frequente foi de chá, sendo indicadas para: gripe, tosse, inflamação no útero, insônia, hipertensão, cicatrizante, dor de barriga, dor de cabeça, febre e problemas de estômagos. Assim, percebe-se que as plantas medicinais continuam sendo muito utilizadas pelos moradores da cidade, sendo as ervas, espécies etnobotânicas predominantes.

Palavras-chave: Etnobotânica. Aroeiras do Itaim – PI. Caatinga.

Abstract: In Brazil, the use of medicinal plants was given a strong influence of indigenous culture and is still in use today, particularly by the population of rural communities because of greater accessibility to the raw material. The aim of this study was to conduct an ethnobotanical survey of medicinal plants used by the population of the urban area in the municipality of Aroeiras Itaim - PI. The collection of ethnobotanical data was carried out through participant observation and semi-structured interviews with residents of the urban area. In total, 55 residents agreed to participate in the work. Among the respondents 4.2% do not use medicinal plants daily. A total of 38 species of medicinal plants used by city residents was recorded, and cataloged the 10 most cited species for therapeutic use. These species the form of more frequent use was tea, being recommended for: flu, cough, inflammation of the uterus, insomnia, hypertension, healing, stomach ache, headache, fever and stomach problems. Thus, it is clear that medicinal plants are still widely used by city dwellers, with herbs, prevailing ethnobotanical species.

Keywords: Ethnobotany. Mastic Itaim - PI. Caatinga.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém uma grande diversidade de conhecimentos sobre medicina popular (ALBAGLI, 2001). A utilização de plantas medicinais se deu por forte influência da cultura indígena, africana e europeia e ainda vem sendo utilizada até hoje, principalmente pela população de comunidades rurais, devida maior acessibilidade à matéria-prima, onde na maioria dos casos, estas são cultivadas em hortas nos quintais de casas, de forma herdada dos antepassados (LORENZI; MATOS, 2008).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 85% da população dos países em desenvolvimento usam as plantas medicinais ou preparações destas, no que se refere aos cuidados básicos de saúde (MACHADO *et al.*, 2014; LEANDRO *et al.*, 2017). Alguns fatores que contribuem para a elevada utilização de plantas medicinais são: o baixo custo, poucos efeitos adversos quando comparados a medicamentos convencionais, fácil obtenção e, formulações caseiras de fácil preparo (IBIAPINA *et al.*, 2014; LEANDRO *et al.*, 2017).

Assim, a OMS em conjunto com outros órgãos internacionais entendeu a importância das práticas medicinais tradicionais nos países em desenvolvimento e recomendou os Estados a considerarem essa prática na organização da atenção primária à saúde, tendo em vista a melhoria das condições de saúde da população (FERREIRA, 2013). Devido a isso, foi publicada a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, aprovada através do decreto nº 5 813, de 22 de junho de 2006, que garante à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional (BRASIL, 2011).

No Piauí, o uso das plantas medicinais é muito difundido, em vários municípios, a exemplo, Castelo do Piauí, Demerval Lobão, Oeiras, Monsenhor Gil, Esperantina e Picos são utilizados os conhecimentos da flora medicinal local, sendo a utilização de espécies vegetais para o tratamento de doenças respiratórias, no tratamento de gripe e problemas digestivos como diarreia e verminoses (COSTA, 2005; FRANCO; BARROS, 2006; VIEIRA, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2010; BARROS *et al.*, 2010; AGUIAR *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2015).

O município de Aroeira do Itaim, Piauí, Brasil, está localizado no sertão piauiense, inserido no bioma Caatinga. A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupa cerca de 912 000 km², e compreende os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (FERNANDES; QUEIROZ, 2018). O mau uso dos recursos da Caatinga tem causados danos irreversíveis a este bioma, como o processo de desertificação que já afeta cerca de 15% da área; as consequências de anos de extrativismo predatório são visíveis, com perdas irrecuperáveis da diversidade da flora e fauna (SCHOBER, 2002).

Dessa forma, são necessárias pesquisas que resgatem e documentem o uso das plantas medicinais pela população da zona urbana de Aroeiras do Itaim, gerando informações que irão auxiliar nos estudos biológicos, farmacêuticos e agrônômicos, tentando manter e preservar a cultura local e a biodiversidade da região. Com isso, o trabalho teve como objetivo realizar um levantamento sobre as plantas medicinais utilizadas pela população da zona urbana de Aroeiras do Itaim, Piauí, Brasil.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no único bairro de Aroeiras do Itaim (Piauí), denominado Centro. A cidade situa-se no sertão piauiense, a cerca de 340 km da capital Teresina, sua população foi estimada em cerca de 2442 habitantes, destes, 238 pessoas residem na zona urbana e 2204 na zona rural (IBGE, 2010).

As visitas foram realizadas no período de julho a agosto de 2015, em todas as oitenta residências do bairro, porém só foi possível realizar as entrevistas em cinquenta e cinco residências, entrevistando apenas um morador por casa, correspondendo a 23% da população total da zona urbana de Aroeira do Itaim. Algumas residências não estavam habitadas e alguns moradores recusaram participar da pesquisa. A abordagem foi feita diretamente no domicílio dos entrevistados, onde foram explicados em detalhes os objetivos da pesquisa, obtendo-se o consentimento dos entrevistados em participar e colaborar com o estudo.

A coleta dos dados etnobotânico foi realizada por meio de observação participativa e entrevistas semiestruturadas através de um formulário (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008). A seleção de informantes foi realizada seguindo a técnica de amostragem e seleção denominada “bola-de-neve”, onde foram indicados informantes-chave da comunidade que possuíam maior conhecimento da flora. Nessa técnica, a primeira indicação de informante foi sugerida por um mediador local e as posteriores indicações foram dadas pelos informantes entrevistados (ALBUQUERQUE, 2010), sendo o primeiro informante da presente pesquisa o presidente da associação de moradores que indicou o próximo entrevistado. Para participar da pesquisa, os entrevistados precisavam ser homens ou mulheres maiores de idade e residirem no bairro há mais de cinco anos.

A maioria dos moradores visitados não autorizaram a retirada de amostras vegetais, não sendo possível realizar a coleta e identificação científica do material botânico, sendo utilizado apenas registro fotográfico, quando autorizado.

Para a análise dos dados, foi utilizado o programa Microsoft Office Excel® (2007), sendo realizada a estatística descritiva a partir da codificação por tabulação simples, distribuição de porcentagens, tabela e gráficos.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O uso de plantas medicinais é muito comum entre os aroeirenses, 96% dos entrevistados afirmaram recorrer a esses medicamentos. A maioria dos cinquenta e cinco entrevistados foram do sexo feminino (76%), donas de casa (38%), casados (62%), aposentados (24%) e servidores públicos (15%) com faixa etária média de 47 anos, e naturais de Aroeiras do Itaim (79%). Destes 96% apresentam residências próprias, e renda familiar média de R\$ 808 reais por família, com isso a renda da grande maioria da população não ultrapassa um salário mínimo. Segundo o nível de escolaridade, 16% dos moradores são analfabetos e 24% são alfabetizados, dentro deste grupo, a maioria (38%) tem o ensino fundamental incompleto e o ensino médio completo (14%). A caracterização dos sujeitos da pesquisa mostra que há um maior conhecimento sobre medicina tradicional em pessoas com menor grau de escolaridade, baixa renda e uma presença maior de mulheres nas residências, mas não como chefes de família, por serem donas de casa (OLIVEIRA *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2011; RUZZA *et al.*, 2014).

Nas entrevistas foram informadas 38 espécies vegetais com indicações terapêuticas (Tabela 1), das quais se destacam as dez mais citadas: Hortelã (*Melissa officinalis* L.), Umburana (*Amburana cearensis* A.C. Smith), Malva do reino (*Plectranthus amboinicus* Lour.), Erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N.E.B.), Mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), Angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), Noz moscada (*Myristica fragrans* Houtt.), Erva doce (*Foeniculum vulgare* Mill.), Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) e o Boldo (*Plectranthus barbatus* Andrew). Estas pertencentes às famílias: [Lamiaceae](#), Fabaceae, Malvaceae, Verbenaceae, Amaranthaceae, Apiaceae e Myrtaceae respectivamente. Destas, apenas a umburana e o angico são espécies endêmicos da Caatinga, a maioria são espécies exóticas, ou seja, aquelas oriundas de outros continentes (SIVIERO *et al.*, 2012). Isso pode ocorrer, pois a flora da Caatinga é sazonal, perdendo suas folhas na maior parte do ano (FERNANDES e QUEIROZ, 2018), e devido à popularização de informações sobre as espécies exóticas citadas.

Tabela 1: Plantas medicinais citadas pelos informantes de Aroeiras do Itaim - PI (em ordem de citação).

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	NUMERO DE CITAÇÕES	INDICAÇÃO	DOSAGEM
				1 colher de sopa 3x ao dia
				1 xícara de chá 1x ao dia
Hortelã	<i>Melissa officinalis</i>	12	Gripe	1 xícara de chá 2x ao dia
				1 xícara de chá 3 x ao dia
				1 copo de 200 ml 2 x ao dia
				1 colher de sopa 3 x ao dia
				1 copo de 200 ml 2 x ao dia
Umburana	<i>Amburana cearensis</i>	11	Gripe	1 xícara de chá 2 x ao dia
				1 xícara de chá 3 x ao dia
				1 copo 200 ml 2 x ao dia
				1 250 ml 3 x ao dia
				1 litro 2 x ao dia
				2 litro 2 x ao dia
			Gripe	1 colher de sopa 3 x ao dia
Malva do reino	<i>Plectranthus amboinicus</i>	11	Tosse	1 xícara de chá 2 x ao dia
			Inflamação no Útero	1 xícara de chá 3 x ao dia
				1 copo de 200 ml 1 x ao dia

Erva cidreira	<i>Lippia alba</i>	9	Insônia	1 xícara de chá 1 x ao dia
			Hipertensão	1 xícara de chá 2 x ao dia
			Gripe	1 copo de 250 ml 1 x ao dia
			Depressão e Calmante	1 copo de 250 ml 2 x ao dia
Mastruz	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	8	Cicatrizante	1 xícara de chá 3 x ao dia
			Tosse.	
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i>	6		1 colher de sopa 3 x ao dia
				1 xícara de chá 1 x ao dia
			Gripe	1 xícara de chá 2 x ao dia
				1 xícara de chá 3 x ao dia
Nós moscada	<i>Myristica fragrans</i>	6	Dores de barriga	1 xícara de chá 1 x ao dia
			Gripe	1 xícara de chá 2 x ao dia
			Dor de cabeça.	1 copo de 250 ml 3x ao dia
Erva doce	<i>Foeniculum vulgare</i>	5		1 xícara de chá 1 x ao dia
			Tranquilizante e Ansiedade	1 xícara de chá 2 x ao dia
				1 copo 250 ml 2 x ao dia
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	4	Gripe	1 copo 200 ml 2 x ao dia
			Febre	1 litro 2 x ao dia

				1 litro 3 x ao dia
Boldo	<i>Plectranthus barbatus</i>	4	Dores no estômago	1 xícara de chá 1 x ao dia 1 xícara de chá 2 x ao dia
Quebra pedra	<i>Phyllanthus niruri</i>	3	Dores no fígado e rins	1 colher de sopa x ao dia 1 xícara de chá 2 x ao dia 1 xícara de chá 3 x ao dia
Canelinha	<i>Croton grewoides</i>	2	Hipertensão	1 xícara de chá 2 x ao dia, 1 litro 2 x ao dia 1 copo de 200 ml 3 x ao dia
Cachorro pelado	<i>Euphorbia tirucalli</i>	2	Câncer	1 xícara de chá 3 x ao dia
Romã	<i>Punica granatum</i>	2	Gripe	1 xícara de chá 2 x ao dia 1 fruto por dia
Velame	<i>Cnidoscylus phyllacanthus</i>	2	Gripe	1 xícara de chá 3 x ao dia
Pau ferro	<i>Connarus suberosus</i>	2	Gripe	1 colher de sopa 3 x ao dia 1 xícara de chá 3 x ao dia
Marmeleiro	<i>Croton sonderianus</i>	2	Gripe	1 colher de sopa 3 x ao dia
Mufumbo	<i>Combretum leprosum</i>	2	Gripe	1 xícara de chá 3 x ao dia
Quentro	<i>Coriandrum sativum</i>	2	Dores de urina	1 xícara de chá 2 x ao dia

Acerola	<i>Euphorbia tirucalli</i>	1	Gripe	1 copo de 200 ml 2 x ao dia
Abacaxi	<i>Ananas sativums</i>	1	Gripe	1 copo de 200 ml 2 x ao dia
Laranja	<i>Citrus sinensis</i>	1	Gripe	1 copo de 200 ml 2 x ao dia
Gericó	<i>Selaginella convoluta</i>	1	Gripe	1 litro 1 x vez ao dia
Chanana	<i>Turnera ulmifolia</i>	1	Úlcera	1 xícara de 3 x ao dia
Favela	<i>Croton sp.</i>	1	Inflamação	1 xícara 3 x ao dia
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	1	Gripe	1 colher de sopa 3 x ao dia
Fedegoso	<i>Heliotropium indicum</i>	1	Gripe	½ copo de 250 ml 3x ao dia
Jacarandá	<i>Swartzia flaemingii</i> <i>var. psilonema</i>	1	Gastrite	1 litro 3 x ao dia
Limão	<i>Citrus limonum</i>	1	Gripe	1 xícara de chá 2 x ao dia
Quebra faca	<i>Phynatnthus</i>	1	Dores geral	em 1 xícara de chá 2 x ao dia
Cebola branca	<i>Allium cepa</i>	1	Gripe	1 copo 3 x ao dia
Manjericão	<i>Ocimum basilicum</i>	1	Gripe	1 litro 1x ao dia

Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	1	Gripe	1 xícara de chá 2 x ao dia
Pichurí	<i>Licaria puchury major</i>	1	Dores no estômago	1 xícara de chá 2 x ao dia
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1	Dores no estômago	1 copo de 250 ml 3x ao dia
Jatobá preto	<i>Hymenaea stagnocarpa</i>	1	Gripe	1 xícara de chá 2 x ao dia
Jatobá	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	1	Anemia	1 xícara de chá 2 x ao dia
Capim santo	<i>Cymbopogon citratus</i>	1	Calmante	1 xícara 1 x ao dia

Fonte: Próprio autor

Em relação à frequência de uso, pode-se observar que a grande maioria da população, faz uso desse tipo de medicamento somente quando percebe algum desconforto (88%), segundo Russa *et al.* (2015), algumas pessoas utilizam as plantas medicinais como forma alternativa complementar ao seu tratamento convencional. A maioria das indicações terapêuticas foi para gripe, dores no estômago, ansiedade e calmante (Tabela 1). Essas doenças são as mais citadas em vários estudos (OLIVEIRA e MENINI NETO, 2012; RUZZA *et al.*, 2014; LEANDRO *et al.*, 2017). Assim, percebe-se que o uso das plantas medicinais ocorre quando o problema é considerado de menor gravidade (LEANDRO *et al.*, 2017).

A maioria dos entrevistados relatou que a infusão é o modo de preparo mais utilizado (68%), seguido pelo molho (20%). Outras formas de preparo como, suco, decocção, maceração e lambedor não são muito utilizados pela população. Conforme observado por Veiga Júnior (2008), o consumo de plantas medicinais numa região do Rio de Janeiro ocorre, principalmente, por meio de chás e infusões, mostrando que a forma de preparo pode também estar ligada com as características da planta. Com relação à dosagem e indicação terapêutica, foi observada uma grande variação para a mesma planta, de um entrevistado para outro (Tabela 1). Há uma falta de padronização ou desconhecimento acerca da dosagem, isso pode reduzir a eficácia ou até mesmo ser fonte de reações adversas advindas do uso mal administrado das plantas medicinais. (OLIVEIRA; MENINI NETO, 2012).

A infusão é um dos métodos mais citados, também, devido à parte da planta utilizada. Segundo os entrevistados, as partes das plantas mais utilizadas foram as folhas (48%), cascas (39%), sementes (8%), frutos (4%) e raiz (1%). A escolha da parte vegetal a ser utilizada pode estar ligada com a disponibilidade como, por exemplo, as espécies exóticas que apresentam folhas durante todo o ano (Freitas *et al.*, 2012). Enquanto que, para as espécies nativas da Caatinga há uma maior procura pelas cascas, visto que a maioria é decídua ou semidecídua (CARTAXO *et al.*, 2009; Albuquerque; Andrade, 2002b).

Os entrevistados relataram, também, que a obtenção destas espécies medicinais ocorre, principalmente, nos quintais: quintal vizinho (42%) e próprio (27%). Poucos são os aroeirenses que buscam as plantas introduzidas em mata seca (20%) e recorre às feiras e comércio fora da cidade (11%). Demonstrando a importância dos quintais domiciliares para a saúde da população aroeirense. O costume de cultivar plantas medicinais é extremamente importante para a conservação das espécies vegetais, pois a retirada de espécies nativas de seu ambiente natural, muitas vezes, leva a diminuição drástica das populações destas espécies (Reis *et al.*, 2003).

O consumo e uso de plantas medicinais simboliza um dos aspectos importantes da cultura de um povo (Oliveiras *et al.*, 2010), pois o conhecimento é repassado de geração para geração. Com os aroeirenses não é diferente, os conhecimentos adquiridos sobre os efeitos terapêuticos foram obtidos pelos antepassados (98%), e estes afirmaram continuar a repassar esses saberes tradicionais (97%). Como diz Lucena *et al.* (2012), o repasse de conhecimento referente as plantas medicinais é de fundamental importância, para resgatar a cultura local e entender os costumes dos

antepassados e ainda possibilita obter novos meios para utilização das plantas como meios alternativos nos tratamentos de enfermidades.

4. Considerações finais

Desta forma, esse trabalho identificou as 38 espécies vegetais de uso medicinais mais utilizadas pelos aroeirenses, bem como suas finalidades terapêuticas. Esse trabalho, observou também a importância dos quintais para a população estudada, sendo o principal local de cultivo das plantas, e existindo troca de saberes entre a comunidade. Assim, o resgate do conhecimento local sobre as espécies vegetais pode especificar a riqueza cultural das práticas utilizadas no trato das plantas medicinais, fortalecendo os vínculos entre os moradores da comunidade e os seus recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L.C.G.G.; BARROS, R.F.M. Plantas medicinais cultivadas em quintais de comunidades rurais no domínio do cerrado piauiense (Município de Demerval Lobão, Piauí, Brasil). **Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu**, vº. 14, nº.3, 2012, p.419-434.
- ALBAGLI, Sarita. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Revista Parcerias Estratégicas do MCT**. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia. nº2. p. 6-19 set. 2001.
- ALBUQUERQUE, U.P. **Etnobotânica aplicada para a conservação da biodiversidade**. In: ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P. (orgs). Métodos e Técnicas na Pesquisa Etnobotânica. Recife: Editora LivroRápido/ NUPEEA, 2004.
- ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Uso dos recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do Estado de Pernambuco. **Interciência**, v.27, n.7, p.45, 2002 b.
- ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P. **Métodos e técnicas de pesquisa etnobotânica**. Recife: LivroRápido/ NUPEEA, 2004. 189p.
- ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.; CUNHA, L.V.F.C.C. **métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. Editora Comunigraf/ NUPEEA, Recife. 2008.
- ALVES, R. R. N.; SILVA, A. A. G.; SOUTO, W. M. S.; BARBOZA, R. R. D. Utilização e comércio de plantas medicinais em Campina Grande, PB, Brasil. **Revista Eletrônica de Farmácia**, 4: 175-198, 2007.
- AMOROZO, M. C. M.; MING, L. C. & SILVA, S. M. P. da (Org.). **Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas**. Rio Claro: UNESP/CNPq, 2002. p.11-29.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos (PNPMF)**. Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. Série B. Textos Básicos de Saúde, p.60, Brasília, 2006b. BRASIL. Formulário de Fitoterápicos. Farmacopéia Brasileira. 1ªed. 2011.

CARTAXO, S. L. **Diversidade e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga em Aiuabe CE, Brasil**. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Mestrado em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, 103p, 2009.

COSTA, J.M. Estudos fitossociológicos e sócio ambiental de uma área do cerrado com potencial melitófilo no município de Castelo do Piauí, Piauí, Brasil. Teresina, UFPI, 2005. 109p. dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduaç

FERREIRA, L. O. **A emergência da medicina tradicional indígena no campo das políticas públicas**. Hist. cienc. Saúde Manguinhos. Rio de Janeiro: v. 20, n. 1, p. 203 – 2013.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P.de. Vegetação e flora da Caatinga. **Cienc.Cult.** 70 (4): 51:56, 2018.

FRANCO, E.A.P.A.: BARROS, R.F.M. **Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água em Esperantina Piauí**. **Revista de Plantas Medicinais**, v.8, n 3, p78-88, 2006

FREITAS, A. V. L.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; AZEVEDO, R. A. B. **Plantas medicinais: um estudo etnobotânico nos quintais do Sítio Cruz, São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil**. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 48-59, jan./mar. 2012.

GOMES, F.R.C., COUTINHO, E.F., GOMES, G.C., MACHADO, N.P. & NUREMBERG, E.M. 2007. Quintais orgânicos de frutas: contribuição para a segurança alimentar em áreas rurais, indígenas e urbanas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2(1): 1678-1681.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Enciclopédia dos municípios Brasileiros**. XXIX Volume. Rio de Janeiro, 1957. p.179-181. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo demográfico 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=220095> Acesso em: maio de 2015.

IBIAPINA, W. V.; LEITÃO, B. P.; BATISTA, M. M.; PINTO, D. S. Inserção da Fitoterapia na Atenção Primária aos Usuários do SUS. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, v.12, n.1, p.58-68, 2014.

KFFURI, C. W. 2008. **Etnobotânica de plantas medicinais no município de Senador Firmino(Minas Gerais)**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –

Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa , Viçosa, MG, 2008, 101 p.

LEANDRO, S.A.Y., JARDIM, N.I., GAVILANES, L.M. Uso de plantas medicinais nos cuidados de saúde dos moradores de assentamento no município de Anapu, Pará, Brasil. **Revista Biodiversidade**, v. 16 n. 2, p 30-44, 2017.

LIMA, R. P.; PALITOT, K. M.; REGO, M. A. E. **Emprego de plantas medicinais em animais de companhia e de produção da zona rural do município de Juru-PB**. Biofar Revista de Biologia e Farmácia, n 08, 2012.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A.M. **Plantas Mediciniais no Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LUCENA, M.C *et al.* **Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste, Brasil)**. Revista Biotemas. 25 (3), 281-291, 2012.

MACHADO, H. L.; MOURA, V. L.; GOUVEIA, N. M.; COSTA, G. A.; ESPINDOLA, F. S.; BOTELHO, F. V. Pesquisa e atividades de extensão em fitoterapia desenvolvidas pela Rede FitoCerrado: uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos por idosos em Uberlândia-MG. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n.3, p.527-533, 2014.

Oliveira, C. **Levantamento etnobotânico na comunidade Bola Verde, Teofilândia, Bahia, BA**, 2012.

OLIVEIRA, M. J. R.; SIMÕES, M. J. S.; SASSI, C.R.R. **Fitoterapia no Sistema de Saúde Pública (SUS) no Estado de São Paulo, Brasil**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v. 8, n. 2, 2006, p. 39-41.

PEREIRA, J.B.A, *et al.* O papel terapêutico do Programa Farmácia Viva e das plantas medicinais no centro-sul piauiense. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, p.550-561, 2015.

POSEY, D. A. **Etnobiologia e etnodesenvolvimento: importância da experiência dos povos tradicionais**. In: **seminário internacional sobre meio ambiente, pobreza e desenvolvimento da Amazônia, Belém**. Anais. Belém: Governo do Estado do Pará, 1992.

REIS, M.S.; MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMAN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5ªed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2003. p.45-74.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais do domínio cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Cienc. Agrotec., Lavras**, v.25, n.1, p.102, 2001.

ROQUE, A.A, ROCHA, R.M. & LOIOLA, M.I.B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (Nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 12(1): 31-42. 2010.

RUZZA, D.A.C.; GÖTTERT, V.; ROSSI, A.A.B.; DARDENGO, J.F.E.; SILVA, I.V. Levantamento etnobotânico no município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p.3331-3343, 2014.

SCHOBBER, J. Caatinga: preservação e uso racional do único bioma exclusivamente nacional. In: *Notícias do Brasil*. **Ciência e Cultura**, v.54, n.2, p.6-7, 2002.

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T. A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L. C.; MENDONÇA, A. M. S. Plantas medicinais em quintais urbanos de Rio Branco, Acre. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, p.598-610, 2012.

VEIGA JUNIOR, V.F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.2, p.308-13, 2008.

VIEIRA, F.J. **Uso e diversidade dos recursos vegetais utilizados pela Comunidade Quilombola dos Macacos em São Miguel do Tapuío**. Dissertação (Mestrado em

Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. 124p, 2008.

VINAGÓ, J.A, Cruz-Silva, C.T. Utilização de plantas medicinais pela população da região urbana de Três Barras do Paraná. **Acta Sci Health Sci**. 29(1):51-8, 2007.

Capítulo 9
PERFIL DOS CONSUMIDORES DE HORTALIÇAS NA CIDADE DE PICOS
- PI

Rita de Cassia Carvalho da Silva
Isis Gomes de Brito Souza
Gislanne Brito de Araújo Barros
Vanderlan Feitosa de Macedo

PERFIL DOS CONSUMIDORES DE HORTALIÇAS NA CIDADE DE PICOS - PI

Rita de Cassia Carvalho da Silva

*Licenciada em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail:
rita12carvalho@yahoo.com.br*

Isis Gomes de Brito Souza

*Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas (UFPI). Mestre em Genética e
Melhoramento (UFPI), e Doutora em Biotecnologia (RENORBIO/UFPI). E-mail:
isisgomesmd@hotmail.com*

Gislanne Brito de Araújo Barros

*Licenciada em Ciências Biológicas (UFPI). Mestre em Ciências - Universidade
Federal Rural do Rio (UFRRJ) e Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas -
Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). E-mail:
gislannebio@yahoo.com.br*

Vanderlan Feitosa de Macedo

*Licenciatura em Ciências Biológicas (UFPI). Especialista em Biologia Vegetal pela
Universidade Alfa América (Alfamerica). Mestrando em Dinâmica do
Desenvolvimento do Semi-Árido (UNIVASF). E-mail: vanderlanmacedo@ufpi.edu.br*

Resumo

O consumo de alimentos saudáveis nos dias atuais está cada vez mais inserido no estilo de vida da sociedade, devido a diversos fatores, dentre eles podemos citar a questão da qualidade de vida. É um assunto que vem tomando grandes proporções, principalmente por meio da mídia, que tem estimulado desde de cedo à introdução destes alimentos a fim de adquirirmos uma alimentação saudável. A expressiva expansão do consumo de hortaliças tem estimulado a demanda por estudos sobre o comportamento dos consumidores, visando à sua compreensão, de forma a direcionar o processo de comercialização e aumentar o consumo. Diante disso, este trabalho teve como objetivo levantar o perfil dos consumidores de hortaliças da cidade de Picos-PI. Para isso, realizou-se uma pesquisa com cem consumidores por meio de questionários contendo perguntas relacionadas ao sexo, faixa etária, grau de

escolaridade, tipos de hortaliças adquiridas no dia, frequência de compra, critério de aquisição, dentre outras. Os dados obtidos foram analisados e observou-se que os consumidores de hortaliças de Picos são do sexo feminino, com faixa etária entre 18 a 30 anos e ensino superior completo. E que a maioria realiza a compra mais de uma vez por semana, sendo o coentro, o tomate e a batatinha as hortaliças mais consumidas diariamente. O critério que utilizam para sua aquisição é a qualidade nutricional, mostrando uma preocupação com a saúde.

Palavras-Chave: Alimentos saudáveis. Hábito. Saúde.

Abstract

The consumption of healthy foods nowadays is increasingly inserted in the lifestyle of society, due to several factors, among them we can mention the issue of quality of life. It is a subject that has been taking great proportions, mainly through the media, which has encouraged the introduction of these foods from an early age in order to acquire a healthy diet. The significant expansion of vegetable consumption has stimulated the demand for studies on consumer behavior, aiming at understanding it, in order to direct the commercialization process and increase consumption. Therefore, this work aimed to raise the profile of vegetable consumers in the city of Picos-PI. For this, a survey was carried out with one hundred consumers through questionnaires containing questions related to sex, age group, education level, types of vegetables purchased on the day, purchase frequency, purchase criteria, among others. The data obtained were analyzed and it was observed that consumers of vegetables in Picos are female, aged between 18 and 30 years and complete higher education. And that the majority make the purchase more than once a week, with coriander, tomato and potato being the most consumed vegetables daily. The criterion they use for their acquisition is nutritional quality, showing a concern with health.

Keywords: Healthy food. Habit. Health.

1. INTRODUÇÃO

As hortaliças são alimentos ricos em fibras, sais minerais, vitaminas e carboidratos, sendo, portanto, imprescindíveis na dieta da população mundial (SILVA; COSTA, 2011). Elas fazem parte dos grupos de alimentos reguladores, pois auxiliam no funcionamento do organismo de maneira adequada e harmônica. Se compararmos o corpo humano com uma máquina, as hortaliças seriam os lubrificantes que possibilitam as engrenagens trabalharem de maneira ajeitada e sem trancos (SANTOS *et al.*, 2012).

Popularmente, as hortaliças são conhecidas como: verduras, legumes e condimentos (QUEIROZ *et al.*, 2015). A parte comestível das verduras são as folhas, hastes, flores ou botões. Já a dos legumes são os frutos, sementes e raízes. Esses alimentos não apenas fornecem uma cor em nossa refeição, como trazem nutrientes importantes (FILGUEIRA, 2003).

De acordo com os resultados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF-

IBGE, 2002-2003), a quantidade de hortaliças consumida pelo brasileiro está abaixo do mínimo preconizado pela OMS. A recomendação é que de 6 a 7% da energia total consumida seja proveniente desses alimentos. Os resultados da POF-IBGE mostram que hortaliças respondem apenas por 1 a 3,5 % das calorias totais ingeridas pelo consumidor brasileiro.

As feiras livres possuem um papel importante na disponibilidade destes alimentos para a população, uma vez que é o elo do relacionamento direto entre o produtor e o consumidor final (BRANDÃO *et al.*, 2015).

Na cidade de Picos no Estado do Piauí encontra-se a segunda maior feira-livre do Nordeste, onde são vendidos diversos tipos de hortaliças (perdendo apenas para a feira de Caruaru no Estado de Pernambuco), devido ao crescimento mercantilista. Segundo a Associação Comercial da Grande Picos, estão instalados no município 2.225 mil estabelecimentos comerciais, industriais e de serviços, assim distribuídos: comerciais: 1.634; industriais: 45; serviços: 546. Nesta cidade, as hortaliças são cultivadas principalmente nos municípios da Microrregião: Sussuapara, Bocaina e Santo Antônio de Lisboa, por pequenos agricultores, que utilizam essas produções como fonte de renda.

Desta forma, percebem-se as necessidades da realização de pesquisas que objetivam promover o desenvolvimento das atividades hortícolas na cidade de Picos, por meio do levantamento dos consumidores de hortaliças, quanto às preferências, exigências, reclamações e comportamento de compra, bem como aspectos sociais e econômicos, que constitui uma das etapas iniciais indispensáveis para a decisão de ações que se destinam a promover este desenvolvimento.

Diante da importância do consumo de hortaliças esta pesquisa está voltada para identificar o perfil dos consumidores de hortaliças na cidade de Picos – PI, a fim de direcionar a produção e a potencial sua comercialização.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa para avaliação do perfil dos consumidores de hortaliças na cidade de Picos-Piauí ocorreu no período de agosto a dezembro de 2016, por meio de questionário semiestruturado com questões abertas e fechadas. O estudo foi realizado em dois estabelecimentos voltados para a comercialização de hortaliças, localizado em diferentes bairros da cidade de Picos - PI. A saber: uma feira livre que é um lugar

aberto onde se encontram diversas opções de hortaliças vindas de deferentes regiões da cidade de Picos e o supermercado Carvalho localizado na Av. Senador Helvídio Nunes, 413 - Boa Sorte, Picos – PI que trabalha com hortaliças.

Em cada estabelecimento foram abordadas 50 clientes para participação desta pesquisa, totalizando em 100 participantes. Estes consumidores foram abordados de forma aleatória após o término das suas compras. Os questionamentos foram sobre os tipos e quantidades de hortaliças adquiridas no dia, frequência de compra, nível de escolaridade, número de indivíduos na família, bem como a renda familiar total, dentre outros.

Após as entrevistas, realizou-se um levantamento dos dados obtidos e estes foram analisados considerando as variáveis abordadas a fim de traçar o perfil dos consumidores de hortaliças da cidade de Picos, e os resultados apresentados em gráficos para melhor compreensão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos nas entrevistas foi observado um total de 86% de pessoas do gênero feminino e apenas 14% masculino, o que nos mostra uma participação ativa e mais significativa de mulheres nas compras de hortaliças, além de serem mais atenciosas na escolha do produto. Este resultado corrobora com o que foi visto por Guerra *et al.* (2018) e Berno e Silva (2020). Mesmo com as mudanças atuais no que se refere a saúde na alimentação, ainda existe uma predominância por parte das mulheres no quesito cuidados com a saúde, embora venha aumentando a quantidade de homens participantes nas compras familiar e pelo fato de se importar com a sua saúde.

Silva e Costa (2011) ao realizarem um estudo para identificação dos consumidores de hortaliças da feira livre de Pombal-PB, também observaram uma predominância de mulheres nas compras. De acordo com estes autores elas demonstraram atenciosas aos detalhes na escolha do produto, além de serem as maiores responsáveis pela tomada de decisão de compra.

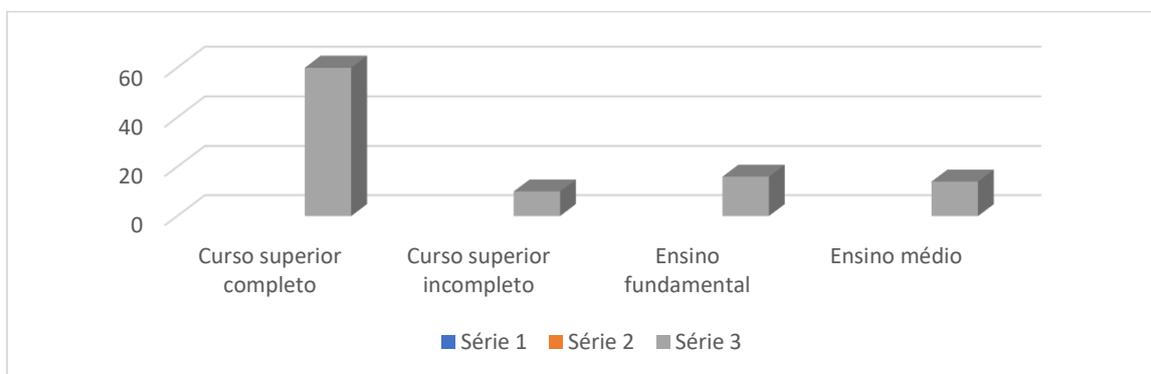
Em relação à faixa etária, com os dados obtidos, notou-se que a maior parte das pessoas que consomem as hortaliças está numa faixa etária de 18 a 30 anos, mostrando que os cuidados com a saúde estão dentro da faixa intermediária de idade. Esses resultados são próximos dos obtidos por Souza Neta *et al.* (2013). Quando se

trata de hortaliças minimamente processadas observou-se uma faixa etária entre 20 a 30 anos, o que nos leva a verificar que a concentração do consumo desses alimentos se encontra na parte mais jovem da sociedade, ou seja, as que são as mais adeptas a novas mudanças de hábitos e que procuram por facilidades conciliadas com qualidade e saúde (GUERRA, 2017).

Quando questionados sobre estado civil observou-se percentuais semelhantes, indicando não haver diferença, se casado ou solteiro, em relação ao consumo das hortaliças. Estudos desenvolvidos por Souza Neta *et al.* (2013) em Ipameri, GO, revelaram que a diferença no que se refere ao estado civil era muito pouca entre os consumidores de hortaliças, corroborando aos resultados obtidos neste trabalho. Enquanto, Monteiro *et al.* (2010) verificaram que a maioria dos seus entrevistados eram casados e com idade superior a 30 anos.

Em se tratando do grau de escolaridade dos participantes (Figura 1), notou-se que a maioria dos que consomem as hortaliças possui ensino superior completo, isso nos mostra que são consumidores conscientes.

Figura 1 – Grau de escolaridade dos entrevistados. Picos, 2020.

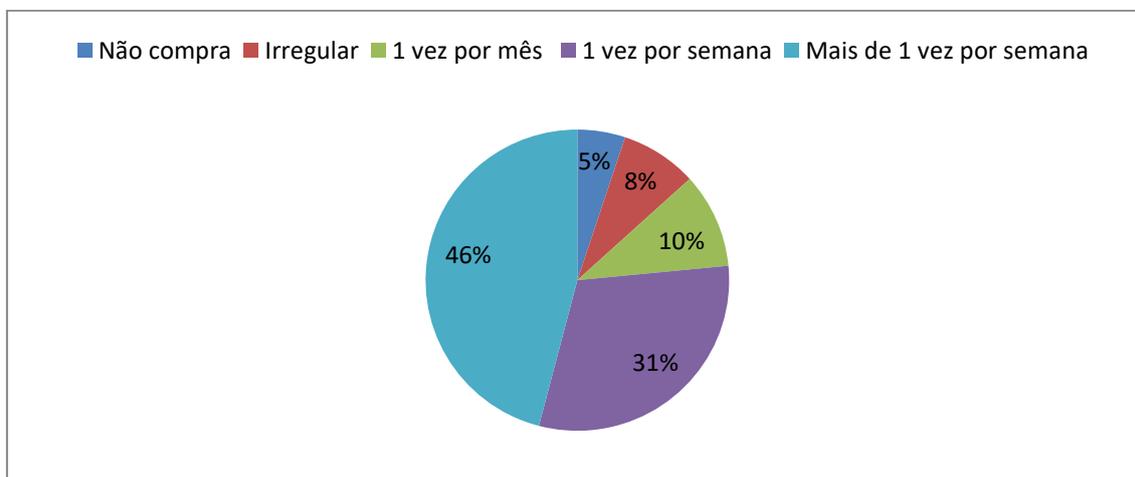


Pinheiro *et al.* (2011), observaram que o grau de escolaridade tem influência nestes dados, evidenciando a necessidade de clareza na divulgação de informação a respeito de novas tecnologias utilizadas no processamento de alimentos, assim como de seus componentes nutricionais.

Este fato também pode estar mais relacionado à renda familiar, uma vez que nos mostra que os maiores consumidores de hortaliças possuem níveis de escolaridade superior e renda mais altas, estando de acordo com dados observados por Gomes *et al.* (2009), ao relatarem que quanto maior a escolaridade, maior a frequência de consumo de hortaliças.

Buscando estabelecer o perfil dos consumidores foi questionado sobre qual frequência do consumo de hortaliças na família (Figura 2).

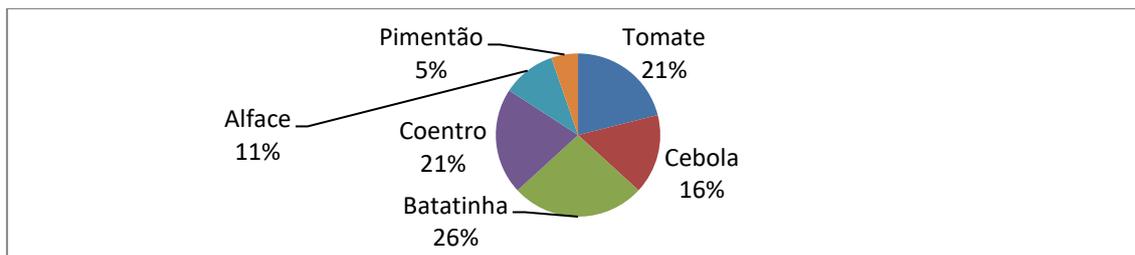
Figura 2 – Frequência de consumo de hortaliças na família. Picos, 2020.



Cerca de 50% dos entrevistados compram hortaliças mais de uma vez na semana. Esses resultados mostram como atualmente as pessoas veem à importância do consumo de hortaliças inseridas na sua alimentação, buscando uma qualidade de vida mais saudável. Gomes *et al.* (2009) verificaram que a maioria dos entrevistados compram hortaliças semanalmente, pois fazem essa aquisição na feira que acontece no mercado Municipal da cidade.

Na Figura 3 são apresentadas as hortaliças mais consumidas pelos entrevistados. Percebeu-se que a preferência é por aquelas consumidas em forma de legumes, a saber, o coentro, tomate e batata; Estes resultados corroboram com os vistos em diversos estados, a saber: Goiás, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Paraíba (CASTELO BRANCO *et al.*, 2006; GOMES *et al.*, 2009; SOUZA NETA *et al.*, 2013; GUERRA *et al.*, 2018).

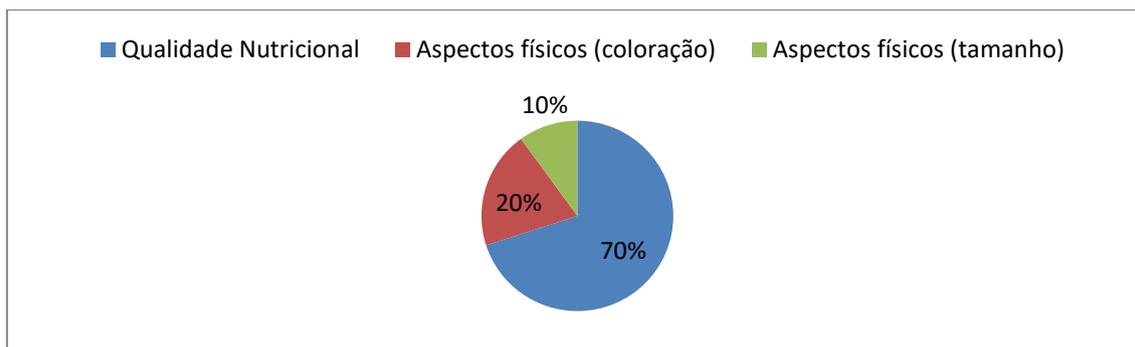
Através de conversas informais com os participantes observou-se que as hortaliças citadas são as mais fáceis de utilizar dentro da rotina da maioria das pessoas que passam mais tempo fora de casa e precisam de uma alimentação saudável.

Figura 3 – Hortaliças mais consumidas pelos entrevistados. Picos, 2020.

Sobre as hortaliças que os consumidores gostariam de adquirir, mas não encontram no comércio local com frequência seria: 70% abobrinha, 20% brócolis e 10% rúcula. Essa questão se dá pelo fato da maioria das hortaliças serem compradas na feira local que chegam apenas um dia da semana e que nos demais dias quase sempre só tem aquelas mais consumidas de forma rotineira, dificultando o consumo das hortaliças que gostariam de adquirir.

Na Figura 4 é possível verificar os critérios utilizados para aquisição de hortaliças. Esses dados demonstram que a qualidade dos produtos é fator primordial na escolha das hortaliças pelos consumidores. Estes relataram que estariam dispostos a pagar mais pela qualidade do produto e variedade que o comércio oferecer. De acordo com o observado por Souza *et al.* (2008) ao avaliarem um estudo sobre o comportamento de compra de consumidores de frutas, legumes e verduras foi observado a importância primordial de dois aspectos quando da escolha do ponto de vista dos consumidores: qualidade de produto e tempo dedicado para a compra.

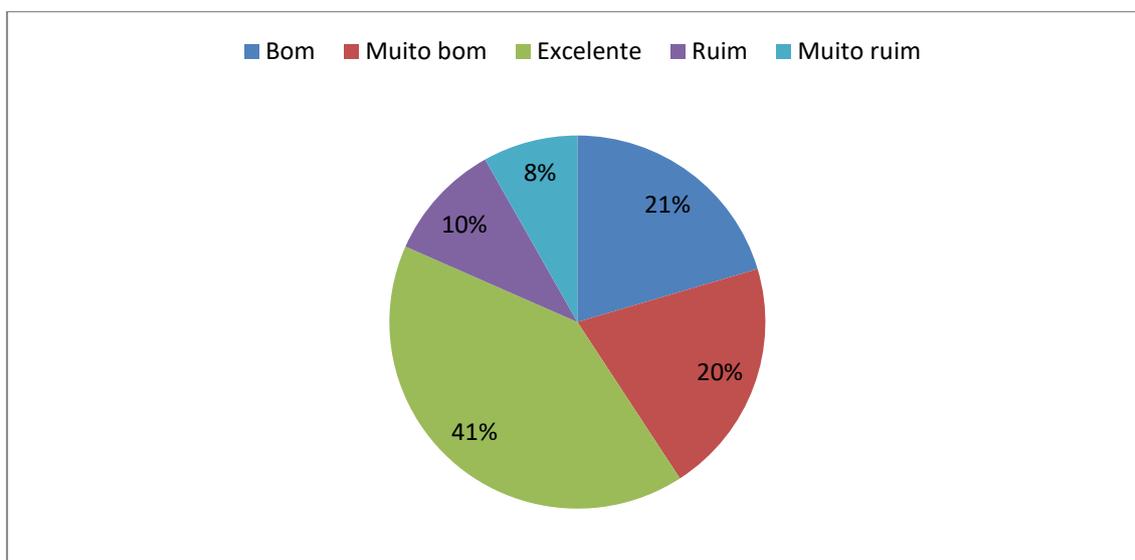
Andreuccetti *et al.* (2005) destacaram que suas preocupações se referem à procedência dos produtos, seguido da qualidade nutricional, dessa forma, comprovou-se que há preocupação por parte dos entrevistados quanto à origem dos produtos, bem como no fato de se ter uma alimentação saudável.

Figura 4 – Critério para a aquisição de hortaliças. Picos, 2020.

Constatou-se que a maioria das hortaliças são compradas em feira livre, entretanto, outros locais também foram listados, tais como supermercados, mercearias e outros locais.

Por fim os entrevistados foram questionados a respeito do grau de satisfação do consumidor em relação às hortaliças vendidas em Picos – PI (Figura 5). Observou-se uma excelente satisfação, embora apontassem que as hortaliças que desejavam adquirir não eram encontradas no mercado, apenas na feira semanalmente. Analisando este mesmo quesito, Souza Neta *et al.* (2013) observaram que a maioria dos consumidores não estão satisfeitos com a qualidade dos produtos oferecidos, as justificativas dadas pelos entrevistados foram bastante variáveis, dependendo do local da compra dos produtos.

Figura 5 – Grau de satisfação dos consumidores de hortaliças da cidade de Picos – PI, 2020.



Percebeu-se que fatores como: grau de escolaridade, critérios de escolha do produto e hortaliças mais consumidas influenciam diretamente na construção do perfil dos consumidores da cidade Picos – PI.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os consumidores de hortaliças vêm apresentando cada vez mais consciência na escolha de sua alimentação, porém com menor tempo disponível para preparar

refeições saudáveis. Diante disso, o mercado de hortaliças tem aumentado rapidamente, proporcionando o surgimento de produtos convenientes, ou seja, produtos frescos que podem ser preparados e consumidos em pouco tempo.

A partir da análise dos dados, reforça-se a ideia que os principais consumidores de hortaliças do município de Picos – PI são do sexo feminino com uma faixa etária intermediária entre 18 a 30 anos, e estado civil casados. E as hortaliças que fazem parte do consumo diários são: tomate, coentro e batatinha.

REFERÊNCIAS

ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; TAVARES, M. **Perfil dos compradores de tomate de mesa em supermercados da região de Campinas**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 1, p. 148-153, 2005.

BERNO, N. D.; SILVA, P. V. Perfil de consumidores de frutas de hortaliças durante a quarentena (Pandemia COVID 19). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, vol. 21, núm. 1, 2020.

BRANDÃO, A. A.; COSTA, C. A.; GALIZONI, F. M.; CAVALCANTE, T. F. M.; NEVES, A. C. Perfil socioeconômico dos consumidores de hortaliças em feiras livres na microrregião de Januária. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.1, p.119-124, 2015.

CASTELO BRANCO, M., NOGUEIRA, J. M., SANTOS, R. C. Perfil dos consumidores de hortaliças da cidade de Santo Antonio do Descoberto-GO. **Horticultura Brasileira**, 24:368-372, 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2003.

GOMES J. A. O.; FELIX, T. M.; CARMO, T. V. B.; SANTOS, J. O.; PARREIRAS, N. S.; COSTA, C. A.; MARTINS, E. R. Análise do perfil dos consumidores de hortaliças na cidade de Francisco Sá, Minas Gerais. **Horticultura brasileira** 27: p3762-3765, 2009.

GUERRA, W. B. **Perfil dos consumidores de hortaliças minimamente processados no Distrito Federal**. Monografia. Gestão de Agronegócio. UNB. Brasília, 45p. 2017.

GUERRA, A. M. N.; SANTOS, D. S.; SILVA, D. S. SANTOS, L. B. Perfil dos consumidores e comerciantes de hortaliças em feira livre na cidade de Barra, BA. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.12, v.4, p.39-45, 2018.

MONTEIRO, J. G.; CARDOSO, A. F.; GONÇALVES, R. N.; SILVA, J. B. C. Perfil dos consumidores de hortaliças da feira livre de Ipameri-Go. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n.2, p.393-396, 2010.

PINHEIRO, F. A.; CARDOSO, W. S.; CHAVES, K. F.; OLIVEIRA, A. S. B.; RIOS, S. A. Perfil de Consumidores em Relação à Qualidade de Alimentos e Hábitos de Compras. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas**, 13(2):95-102. 2011.

SANTOS, F. F.; MELO, M. F.; LANA, M. M.; TAVARES, S.; MATOS, M. J. L. F. **A importância nutricional das hortaliças**. Embrapa Hortaliças, n.2, p.6-14, 2012.

SILVA, D. S. O.; COSTA, C. C. Identificação de consumidores de hortaliças da feira livre de Pombal-PB: aspectos socioeconômicos e culturais. **Revista Verde**, v. 6, p.56-60, 2011.

SOUZA, R. S.; ARBAGEI, A. P.; NEUMANN, P. S.; FROEHLICH, J. M.; DIESEL, V.; SILVEIRA, P. S.; SILVA, A.; Corazza, C.; Baumhardt, E.; Lisboa, R. S. Comportamento de compra dos consumidores de frutas, legumes e verduras na região central do Rio Grande do Sul, **Ciência Rural**, v.38, n.2, 2008.

SOUZA NETA, M. L.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; POMPLONA, J. P.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Perfil de consumidores de hortaliças do Município de Apod- RN. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v.9, n.1, p.50-56, 2013.

QUEIROZ, A. T.; SANTOS, T. A.; CAVALINI, F. C. Perfil do consumidor de hortaliças na região de Itapetininga – SP. **Revista Perspectiva em Gestão, Educação e Tecnologia**, v.4, n.8, 2015.

AUTORES



Adeildo Cabral da Silva

Possui licenciatura e bacharelado em Geografia (UFPB), Mestrado e Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (USP) e Pós-doutorado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). É Professor Titular do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Fortaleza.

Alana Pereira Inácio

Possui graduação em Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), licenciada pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi). Atualmente é mestranda pelo programa de Pós-graduação em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atuante nas pesquisas de planejamento ambiental com foco no processo geossitêmico em geossistemas ferruginosa com experiência em geoprocessamento. alanapereira.198@gmail.com.

Alane Feitosa de Macêdo

Licenciada em Química – IFPI. E-mail: alanefeitosademacedo@gmail.com

Aloisio Freitas Chagas Junior

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia e doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas. Docente da Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi. chagasjraf@uft.edu.br

Ana Carolina Petry

Engenheira agrônoma, Assistente de pesquisa na Agroconsult.

Anderson de Souza Matos Gadea

Professor titular na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Anny Caroline Oliveira de Oliveira

Bacharel em Biomedicina com ênfase em Análises Clínicas pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Mestranda em Biotecnologia do PPGBiotec pela Universidade Federal do Tocantins. annycarolineoliveira7@gmail.com

Caio Enrique Moura Seara

Graduando na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Caio Renderson Brito

Graduado em Tecnologia em Segurança Alimentar pelo Centro de Ensino Superior de Maringá - CESUMAR e Técnico em Agropecuária pela Casa Familiar Rural de Açailândia - CFR. caiofariasbrito@gmail.com

Eduardo Cohim

Professor titular na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Fabianny Joanny Bezerra Cabral da Silva

Doutorado Engenharia Civil, UFPE.

Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça

Graduada em Desenho Industrial (UFCG), Mestre em Engenharia de Produção (UFPB) e Doutora em Ciência pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica (UNESP). Professora Adjunta da Universidade Regional do Cariri (URCA).

George Émerson Pereira Farias

Engenheiro Civil (UFC), Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental (IFCE), Doutorando no PRODEMA (UFC) e professor efetivo do IFCE.

Gislanne Brito de Araújo Barros

Licenciada em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Ciências - Universidade Federal Rural do Rio e Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas (UFRRJ) - Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF).

Helayne da Silva Melo

Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Araguatins. Pós-graduada em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Maranhão. helaynemelosilva@hotmail.com

Hiêda da Silva Melo

Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Mestranda em Biotecnologia na UFT. Técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal do Tocantins. hiedamelo@hotmail.com

Isis Gomes de Brito Souza

Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Genética e Melhoramento - UFPI e Doutora em Biotecnologia - RENORBIO/UFPI.

Jack Endrick Pastrana Mojica

Possui graduação em Geografia - Universidade de Nariño - Colômbia (2015), mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC. Atua principalmente no manejo de Sensores Remotos e Tecnologias Geoespaciais, e gerencia Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com ênfase em questões de planejamento do uso do solo, geografia física e problemas ambientais. Universidade Federal do Ceará/UFC, Departamento de Geografia, Fortaleza, Ceará (CE), pastrana070410@gail.com.

Jader de Oliveira Santos

Professor Associado do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, onde é docente permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia e do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFC). Doutor em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Geografia pela UECE e Graduado pela UFC. Integrante da Household Water Insecurity (HWISE) Research Coordination Network (RCN), desenvolvendo pesquisas sobre insegurança hídrica domiciliar e acesso à água. Integra o núcleo Fortaleza do Observatório das Metrôpoles promovendo pesquisas relacionadas à fragilidade ambiental urbana e aos riscos socioambientais. Representante titular da UFC no Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA). Têm experiência em análise da fragilidade ambiental, planejamento ambiental e ordenamento territorial com o uso de tecnologias da geoinformação, atuando principalmente nos seguintes temas: análise ambiental integrada, fragilidade ambiental urbana, riscos socioambientais, zoneamento

ecológico-econômico, geoprocessamento na análise ambiental.
jadersantos@gmail.com.

Jadson Alves da Costa

Graduando na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Juliana Farias Araujo

Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Juliana Paggiaro

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).
Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia pela UFT.
jupaggiaro22@gmail.com

Laísa Maria Resende Castro

Licenciada em Ciências Biológicas – IFPI. Mestre em Botânica – UFV/MG. E-mail:
laisa.castro@ifpa.edu.br

Lídia Gomes de Castro

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEOGRAFIA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui graduação em Geografia (Licenciatura) pela UFC. Vinculada ao Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH/UFC). Experiência na área de Geociências, com ênfase em Climatologia Geográfica, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, Análise ambiental e Ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: climatologia urbana, clima e saúde, análise de dados e geotecnologias aplicadas à análise socioambiental.lidiagomes291@gmail.com

Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral

Arquiteta e Urbanista (UFC). Mestre em Engenharia Civil - Saneamento Ambiental (UFC). Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (USP). Pós-doutorado em Engenharia Civil (UFSCar). É Professora Titular do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Fortaleza.

Rita de Cassia Carvalho da Silva

Licenciada em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Piauí – UFPI.

Rosandro Boligon Minuzzi

Meteorologista, Doutor em Meteorologia Agrícola, Professor da Universidade Federal de Santa Catarina.

Sabrina Ribeiro da Silva

Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins. sabrinaribeiro281@gmail.com

Sérgio Rodrigues de Souza

Acadêmico de Agronomia. Doutor em Ciências Pedagógicas. Pós-Doutor em Psicologia.

Talita Pereira de Souza Ferreira

Docente da Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi. Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela UFT e doutorado em Biotecnologia-UFT pela Universidade Federal do Tocantins. cupufer@gmail.com

Vanderlan Feitosa de Macedo

Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Especialista em Biologia Vegetal pela Universidade Alfa América (Alfamerica).

Vinícius da Silva Santos

Biólogo. Acadêmico de Biomedicina. Mestre em Educação, Ciências e Tecnologia.

Welton Santos Simões de Oliveira

Engenheiro Civil, UFAL.

ISBN 978-658452529-0



9

786584

525290