

CIÊNCIAS RURAIS EM FOCO

VOLUME 4



ORGANIZADOR

EZEQUIEL REDIN




Editora Poisson



1º Edição
2021

Ezequiel Redin
(Organizador)

Ciências Rurais em Foco

Volume 4

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2021

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Msc. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
Msc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569

Ciências Rurais em Foco - Volume 4 -
Organização: Ezequiel Redin - Belo
Horizonte - MG: Poisson, 2021

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-079-8

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Agricultura 2. Meio Ambiente 3.
Zootecnia 4. Ciências Agrárias I. REDIN,
Ezequiel II. Título.

CDD-630

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Estudo da interação do herbicida picloram com amostras de solo do Semiárido Baiano..... 07

Alessandra de Jesus Silva, Luciana Bagdeve de Oliveira dos Santos, Maria do Socorro Costa São Mateus, Lilian Graicy Lima Morais Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.01

Capítulo 2: Diagnóstico agro-socioeconômico de uma unidade de produção na fronteira Oeste do Rio Grande do Sul 16

Cassiel Henrique Moreira, Dinah Pereira Rodrigues, Márcio Zamboni Neske

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.02

Capítulo 3: Efeito do aminoácido PT-4® adicionado ao substrato no desenvolvimento de produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) 20

Elton Kendy Kawamoto, Ronan Gualberto

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.03

Capítulo 4: Big Earth Observation Data e aprendizado de máquina para mapeamento da agricultura sustentável no Brasil 24

Patrick Calvano Kuchler, Margareth Simões, Agnés Bégué, Rodrigo Demonte, Damien Arvor

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.04

Capítulo 5: Avaliação temporal das áreas plantadas e rendimento de culturas agrícolas no Oeste do estado de Santa Catarina 31

Neudi José Bordignon, Elisandro Pires Frigo

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.05

Capítulo 6: Centro de Inovação do Cacau: Estratégia de inovação e sustentabilidade da cadeia produtiva do cacau 35

Jorge Chiapetti, Cristiano Villela Dias, Adriana Cristina Reis Ferreira, Samuel Takashi Saito

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.06

Capítulo 7: Ciclo de palestras PET-Agronegócio..... 47

Luiza Nunes Rodrigues, Larissa Trindade de Lima, Thais Ribeiro da Silva, Tamires Porto Lima, Angélica Tarouco Machado, Amanda Bento Aloy, José Acélio Silveira da Fontoura Júnior

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Germinação de espécies da Mata Atlântica no Sul da Bahia 52

Mariana Meneses Batista, Khétrin Silva Maciel, Carlos Eduardo Pereira, Rafael Henrique de Freitas Noronha, Paula Aparecida Muniz de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.08

Capítulo 9: Cinética de secagem do bagaço cervejeiro gerado na produção de cerveja 58

Francisco de Assis Oliveira, José Sérgio de Sousa, Natália Costa da Silva, Arianne Dantas Viana, Anderson Ferreira Vilela, Antônio Alef Pereira de Oliveira, Najara Sousa da Silva, Maria José de Figueiredo

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.09

Capítulo 10: Otimização da prensagem da semente de cumaru (*Dipteryx odorata*).. 66

Rogério da Silva Camargo, Bruna Couto Nicaretta, Candice Soares Dias, Valéria Terra Crexi, Marcilio Machado Morais

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.10

Capítulo 11: Avaliação do desenvolvimento de plântulas de Paricá *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) submetidas a diferentes dosagens de adubo NPK 71

Lenardo Sousa do Amarante Lima, Sandra Andrea Santos da Silva, Rainério Meireles da Silva, Vivian Dielly da Silva Farias, Samia Cristina de Lima Lisboa, José Farias Costa

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.11

Capítulo 12: Avaliação do potencial de secagem de grãos de soja e milho utilizando ar ambiente em municípios da Região Oeste do Estado do Paraná 81

Fabrcio Schwanz da Silva, Decio Mossini Júnior, Fernanda Alexandre Soares, Caroline Bertoglio, Júlia Pedrosa Dias, Andressa Vogt, Wagner Mauricio da Silva Antunes

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.12

Capítulo 13: Produtividade de biomassa de cana-de-açúcar irrigada por aspersão no Noroeste Paulista..... 91

Sergio Tulio Pereira Machado, Gisele Herbst Vazquez, Roberto Andreani Junior, Luiz Sergio Vanzela

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.13

Capítulo 14: Adequação do teste de envelhecimento acelerado tradicional para análise de sementes de maracujá amarelo 102

Paula Aparecida Muniz de Lima, Khétrin Silva Maciel, Rodrigo Sobreira Alexandre, José Carlos Lopes

DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.14

SUMÁRIO

Capítulo 15: A história da soja em Dom Pedrito: Controvérsias do pioneirismo à retomada do plantio 110

Algacir José Rigon, Franciele Paz Moro
DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.15

Capítulo 16: Diagnóstico da competitividade das agroindústrias de embutidos do município de Dom Pedrito/ RS 113

Osmar Manoel Nunes, Joelio Farias Maia, Gustavo Bastos Moreira, Candido Jorge de Moraes, Julio Cordeiro do Nascimento, Leandro Vaz da Silva
DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.16

Capítulo 17: Avaliação *in vitro* do antagonismo de isolado de *Bacillus* sp. a patógenos do morangueiro 118

Tássio Rezende Garcia, Hebe Perez de Carvalho
DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.17

Capítulo 18: Co-digestão de vinhaça com torta de filtro para a otimização da produção de metano 126

Maria Paula Cardeal Volpi, Agatha Santos, Brenno Vinicius Medeiros Lima, Bruna de Souza Moraes
DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.18

Capítulo 19: Evolução da área de agricultura irrigada no Brasil nas últimas décadas 129

Sérgio Luiz Aguilar Levien, Vladimir Batista Figueirêdo, Luiz Eduardo Vieira de Arruda
DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.19

Capítulo 20: Suficiência amostral de inventário florestal na Amazônia através do método de amostragem sistemática 153

Douglas Valente de Oliveira, Laura Fernanda de Lima Lobato, Bianca Diniz da Rocha, Gisele de Aguiar Lima, Wagner Antônio Tenório Freitas
DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.20

Capítulo 21: Ajuste de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de Angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) 158

Douglas Valente de Oliveira, Jobert Silva da Rocha, Laura Fernanda de Lima Lobato, Bianca Diniz da Rocha, Gisele de Aguiar Lima, Rafael Rode
DOI: 10.36229/978-65-5866-079-8.CAP.21

Autores: 163

Capítulo 1

Estudo da interação do herbicida picloram com amostras de solo do Semiárido Baiano

Alessandra de Jesus Silva

Luciana Bagdeve de Oliveira dos Santos

Maria do Socorro Costa São Mateus

Lilian Graicy Lima Moraes Lima

Resumo: Neste trabalho, estudou-se o potencial de lixiviação do pesticida picloram para águas superficiais ou subterrâneas através de isotermas de adsorção, com amostras de diferentes profundidades de um perfil de solo do semiárido baiano, coletadas e caracterizadas. Os estudos de adsorção envolvendo o pesticida foram desenvolvidos sob diferentes condições de pH e força iônica, na presença de CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ e HNO_3 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, a 25°C , através de isotermas de adsorção obtidas em batelada, de acordo com as recomendações do OECD. As isotermas de adsorção foram obtidas a partir de concentrações de picloram que variaram entre $4,1$ e $207,1 \mu\text{mol L}^{-1}$ ($1,0$ a 50 mg L^{-1}). Para os estudos de adsorção foram utilizadas 24h como tempo de equilíbrio. Os resíduos de picloram foram determinados empregando HPLC, em modo de eluição isocrático. Os resultados experimentais obtidos foram interpretados e ajustados utilizando as equações de Langmuir e de Freundlich, obtendo os parâmetros de adsorção (K_f e $1/n$). Observou-se valores maiores de n e K_f para os experimentos realizados em HNO_3 em relação aos realizados em CaCl_2 . Foram verificados maiores coeficientes de adsorção no solo com maior teor de argila.

Palavras-chave: Adsorção, Picloram, Perfil de solo, Feira de Santana

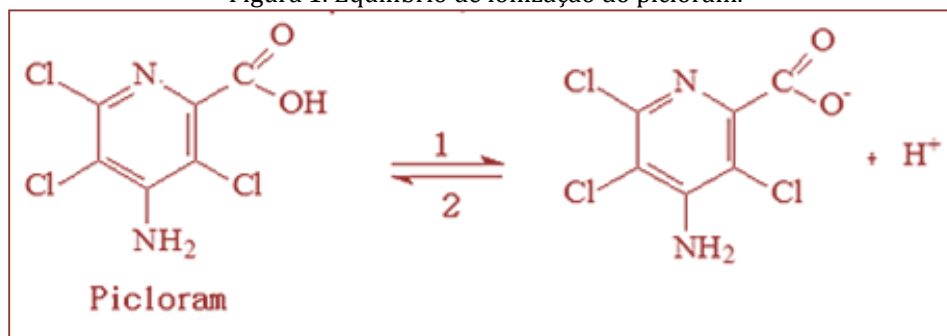
1. INTRODUÇÃO

O crescimento da produção de alimentos não teria sido possível sem o uso dos agrotóxicos como os pesticidas. Esses compostos orgânicos tiveram avanço considerável desde a sua descoberta durante a segunda guerra mundial quando, na corrida armamentista, juntamente com as armas químicas, foram desenvolvidos e são usados até os dias atuais na tentativa de eliminar ou controlar as pragas que assolam as lavouras, proporcionando junto com o aumento da produção, uma redução nos preços dos alimentos e da mão de obra (Santos; Abate; Masini, 2005).

As classes mais conhecidas desses compostos sintéticos utilizados como pesticidas são os organoclorados, organofosforados, os nitrocompostos, os piridínicos, as triazinas, carbamatos e piretróides (Barbosa, 2004; Garrido *et al.*, 2004). Tais compostos podem interagir com argilas e a matéria orgânica presentes no solo, reduzindo sua potencialidade no combate às pragas, uma vez que a fração disponível do pesticida será menor. Tal desvantagem pode ocasionar, mesmo quando empregados de modo correto, danos à saúde pública e/ou ambiental.

O pesticida picloram (ácido 4-amino-3,5,6-tricloropicolínico), da classe dos organoclorados, é classificado como herbicida, por ser utilizado para auxiliar no controle de plantas daninhas que afetam o plantio. Esse herbicida é um dos mais usados no Brasil para o controle de plantas invasoras em pastagens (Santos *et al.*, 2006) como também na agricultura. É considerado um herbicida ácido (Spadotto *et al.*, 2003), cujo pK = 3,4. Em pHs mais baixos que 3,4, o pesticida se encontrará predominantemente na forma molecular e acima desse pH, cresce a fração iônica do pesticida. O equilíbrio de ionização do picloram é representado na Figura 1.

Figura 1. Equilíbrio de ionização do picloram.



O solo é um material granular, constituído na sua maior parte por matéria sólida (orgânica e mineral), além das fases líquida e gasosa (Pinto, 2006). Um perfil de solo é o conjunto de todos os horizontes ou camadas que constituem o perfil adicionado de material mineral e resíduos orgânicos. Os horizontes representam os processos de formação do solo através da atuação combinada ou isolada dos mecanismos de ação física, química e biológica. Podem ser separados uns dos outros pela diferença de cor, textura, estrutura e/ou consistência (Embrapa, 2015).

A fase mineral do solo é classificada em dois grandes grupos de acordo com o tamanho, origem e composição: os minerais primários e os minerais secundários. Os minerais primários liberam nutrientes importantes para os seres vivos que residem no solo, enquanto os minerais secundários são formados a partir das substâncias reorganizados constituintes dos minerais primários, sendo os filossilicatos de alumínio e os óxidos de ferro os principais (Reichert, 2007). Os filossilicatos por sua vez, subdividem-se em outros dois grupos: os argilominerais do tipo 2:1 e os do tipo 1:1, que se referem ao número de lâminas tetraédricas em relação às octaédricas.

Os argilominerais do tipo 2:1 são formados por duas lâminas tetraédricas ligadas a uma lâmina octaédrica e apresentam características como substituição isomórfica, área superficial específica e alta capacidade de troca catiônica. Os principais representantes deste grupo são a montmorilonita, vermiculita e ilita. Já os argilominerais do tipo 1:1, formam-se a partir de uma lâmina tetraédrica ligada a uma lâmina octaédrica, apresentando arranjo cristalino empilhado das camadas, baixa dilatação e baixas quantidades de substituição isomórfica e troca catiônica. O principal argilomineral representante deste grupo é a caulinita, bastante ocorrente em solos tropicais (Reichert, 2007).

A matéria orgânica existente no solo é composta de uma mistura complexa de produtos em diversos estágios de decomposição, resultantes da degradação químico-biológica de restos de seres vivos e da atividade sintética microbiana. Essa matéria é usualmente classificada em substâncias não húmicas e húmicas. As substâncias não húmicas possuem propriedades físicas e químicas definidas, sendo formadas por proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, entre outras. Enquanto as substâncias húmicas, são uma mistura heterogênea complexa de estruturas aromáticas, alifáticas e hidrofílicas com características físicas e químicas indefinidas, podendo ainda variar de solo para solo (Tavares *et al.*, 1996).

Solos ricos em matéria orgânica carregam em sua composição ácidos húmicos, cuja superfície é rica em grupamentos que podem estar carregados negativamente, a depender do pH do meio. Em pHs acima de 3, é natural que haja repulsão entre esses grupos presentes no solo, principalmente os carboxílicos, e o pesticida, que nessa condição estará predominantemente na forma aniônica. De acordo com Grover (1968), a adsorção do picloram no solo é dependente do pH e existe uma diminuição da bioatividade do herbicida em baixos valores de pH. Esse comportamento pode ser explicado por interações entre o picloram na forma molecular com compostos orgânicos presentes no solo.

Uma vez aplicado no combate às pragas, o picloram pode, a depender de condições do solo como: quantidade de matéria orgânica e argilominerais, pH, força iônica, etc, interagir com o solo ou ser lixiviado através dele e causar a contaminação de fontes de água, superficiais ou subterrâneas, utilizadas para abastecimento humano e manutenção de atividades econômicas.

Portanto, o estudo da interação do picloram em diferentes horizontes de um perfil de solo propicia o entendimento das interações e fenômenos de deslocamento do herbicida no mesmo, através de isotermas de adsorção sob diferentes condições de pH e força iônica.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. MATERIAIS E REAGENTES

Para a coleta e o preparo das amostras de solo foram utilizados materiais como faca, trena, almofariz, mão de gal. Para caracterizar as amostras de solo quanto a sua textura foram usadas peneiras de diversas malhas que variaram de 19 a 0,075 mm. Para secagem das amostras foi utilizada estufa da marca Nova Ética - 330 D, a 116°C. Os ensaios granulométricos foram realizados com aparelho de dispersão e copo munido de chicanas com densímetro de bulbo simétrico. A determinação mineralógica das amostras de solo foi realizada empregando o espectrorradiômetro portátil ASD-FieldSpec Full Resolution 3 com acessório a sonda de contato High Intensity Contact Probe. O pHmetro de bancada MS TecnoPON-*mPA-210* com eletrodo combinado de vidro (referência de Ag/AgCl em KCl saturado) foi usado para determinar o potencial hidrogeniônico das suspensões obtidas a partir das amostras de solo.

Os estudos de adsorção com as amostras de solo e o pesticida picloram foram feitos com tubos de polipropileno falcon com capacidade de 15 mL, e a agitação com incubadora orbital Marconi MA-410 com controle de temperatura $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Para a centrifugação das amostras foi utilizada a centrífuga Excelsa Baby I-206. Membranas Millipore de 0,45 μm foram empregadas para filtrar os resíduos de picloram, antes de sua determinação.

Todos os experimentos de quantificação do picloram foram realizados em Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência Shimadzu (HPLC), LC-20AT, com detector espectrofotométrico "Photodiode Array" modelo SPD-M20A e forno de colunas modelo CTO-20A para operar na faixa de temperatura ambiente $+10^\circ\text{C}$ a 85°C com precisão de $\pm 0,1^\circ\text{C}$, a uma Coluna HP - Zorbax SB-C18, 4,6 x 150 mm, 3,5 μm .

Todos os reagentes utilizados neste trabalho foram de grau analítico (P.A) e todas as soluções de trabalho foram preparadas em água deionizada. A solução estoque de picloram 1000 mg L⁻¹ foi preparada dissolvendo o padrão sólido (Riedel de Haën, pureza >99%, massa molar 215,69 g mol⁻¹) em água deionizada e álcool etílico 98% da marca J.T. Backer. As soluções de trabalho foram preparadas diluindo esta solução em água deionizada de modo a obter as concentrações desejadas.

2.2. COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS DE SOLO

As amostras de solo foram coletadas no campus da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) em Feira de Santana, Bahia, Brasil, sem histórico de aplicação de pesticidas. Foram coletadas amostras de diferentes camadas de um perfil de solo de profundidade de 100 cm, solo A (0-40 cm) e solo B (40-100 cm).

2.3. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLO

A caracterização das amostras de solo quanto à cor foi realizada utilizando-se a caderneta de cores Munsell (Munsell, 1975). A análise granulométrica por peneiramento e sedimentação, para a obtenção da textura dos solos A e B, foi realizada conforme as especificações da Norma Brasileira – NBR 7181/84. A classificação das amostras de solo caracterizadas adotada foi a da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para solos. A análise mineralógica das amostras foi feita empregando-se a espectrorradiometria e os dados espectrais obtidos foram visualizados no software ENVI® e comparadas com a biblioteca espectral de referência.

2.4. ESTUDOS DE ADSORÇÃO

Os estudos de adsorção envolvendo o picloram em solo foram realizados em CaCl_2 0,01 mol L^{-1} e HNO_3 0,01 mol L^{-1} , em sistema de batelada, de acordo com as recomendações do Institute for Reference Materials and Measurements e da Organization for Economic Cooperation and Development (OECD,2000). A proporção entre massa de solo e volume de solução foi de 1g : 5mL.

2.5. ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS PARA O PICLORAM

Os resíduos de picloram foram determinados empregando Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), em modo de eluição isocrático, utilizando como fase móvel solução (50:50) acetonitrila:0.10% (m/v) ácido fosfórico. As análises foram feitas a um fluxo de 1,2 mL min^{-1} , com injeção de 20 μL de amostra. A absorbância foi monitorada com detector UV a 220nm.

2.6. TRATAMENTO DE DADOS PARA AS ISOTERMAS DE ADSORÇÃO

Os dados obtidos foram tratados utilizando a equação linearizada de Freundlich:

$$\log \frac{x}{m} = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (\text{Eq. 1})$$

onde, x = massa soluto adsorvido (μmol); m = massa de sólido (adsorvente) g; K_f = coeficiente de partição de Freundlich e indica a capacidade de adsorção; C_e = Concentração do soluto em solução, no equilíbrio ($\mu\text{mol L}^{-1}$); n = representa a intensidade da adsorção, sendo que $0 < 1/n < 1$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

As amostras foram caracterizadas quanto à cor, pH, textura e mineralogia nos laboratórios de Pedologia, Geoquímica e Catálise Ambiental, Geotecnia e Espectrorradiometria da UEFS. A Tabela 1 mostra os resultados obtidos.

Tabela 1. Características das amostras de solo estudadas.

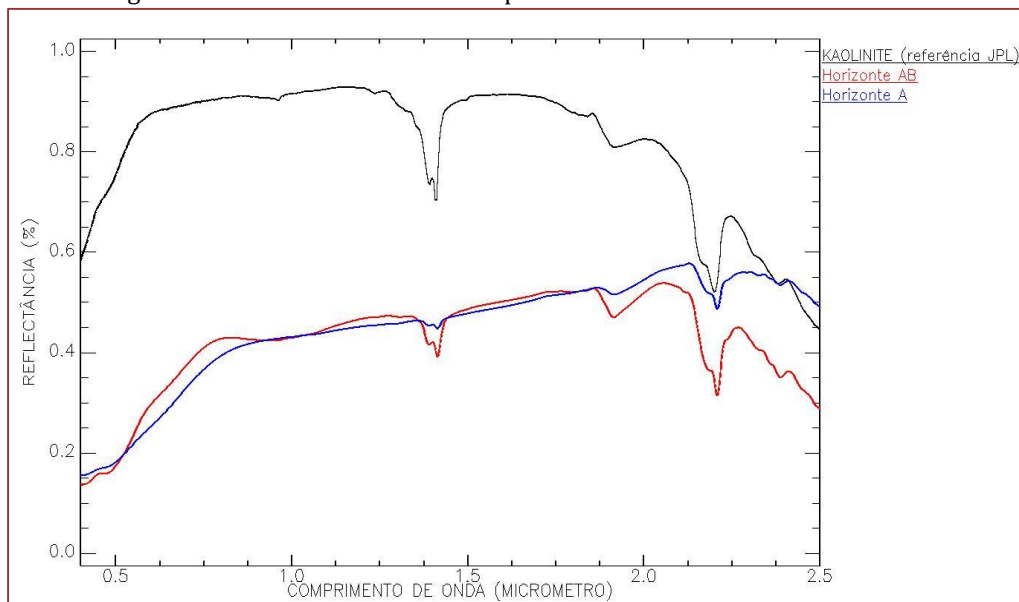
Amostra	Cor	Cor	Areia %	Silte %	Argila %	Tipo de argila	Classificação	pH	
								CaCl ₂ 0,01 molL ⁻¹	HNO ₃ 0,01 molL ⁻¹
A	Bruno - escuro (10YR 3/3, úmido)	Bruno - acinzentado (10YR 5/2, seco)	70,8	9	19	Caulinita	Areia Média com Argila	4,85	2,37
B	Bruno - amarelado escuro (10YR 4/6, úmido)	Bruno - amarelado (10YR 5/6, seco)	46,8	9	43	Caulinita	Areia Média e Fina Argilosa	4,24	2,34

Na camada superficial do perfil de solo de 0 a 40cm, a amostra tanto seca quanto úmida apresentou cores escuras. Tal fato é indício da presença de maior quantidade matéria orgânica na fração do solo A. Enquanto, no solo B, as cores amareladas são um indicativo de pobreza de matéria orgânica e presença de minerais de cor clara. O pH da fração solúvel das amostras de solo A e B mostraram-se com caráter ácido a temperatura ambiente.

O solo A apresentou majoritariamente a fração de areia média em sua composição, seguida de uma fração pequena de argila, logo este horizonte é classificado como Areia Média com Argila. Já a amostra B, apresentou percentuais iguais de areia média e fina com uma quantidade mais apreciável de argila, logo este horizonte é classificado como Areia Média e Fina Argilosa.

O resultado da análise espectral para as amostras A e B do perfil de solo coletado indicou a presença do argilomineral caulinita nas amostras citadas (Figura 2). Observou-se a presença das bandas de absorção dupla em aproximadamente 1.4 micrômetros e 2.2 micrômetros. Essas feições são típicas da presença de caulinita nas amostras, bastante ocorrente em solos tropicais.

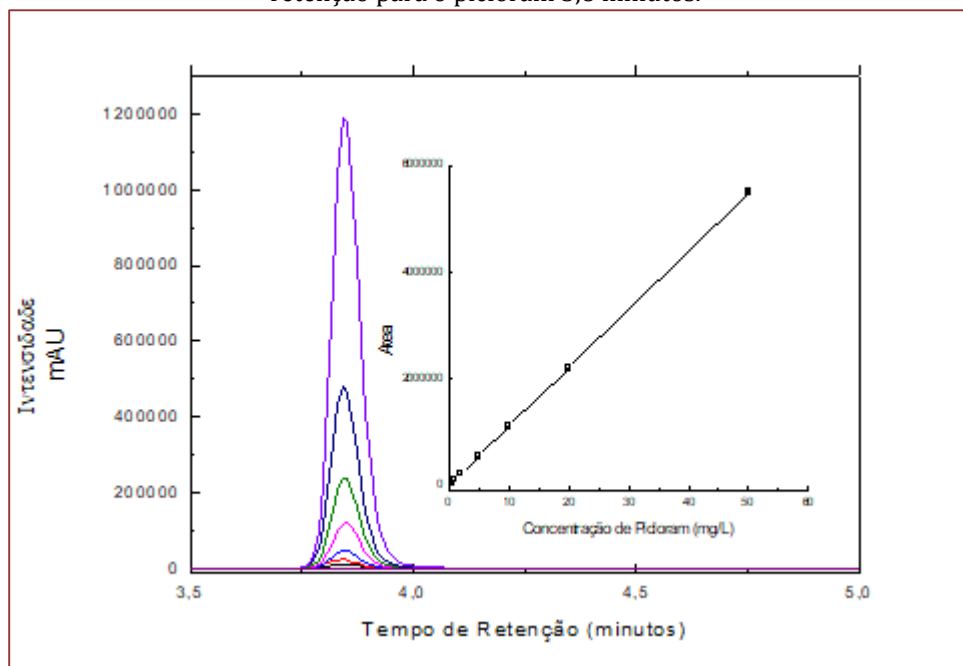
Figura 2. Curvas de reflectâncias espectrais das amostras de solo A e B.



3.2. OTIMIZAÇÃO DE CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS, CURVA ANALÍTICA, LIMITES DE DETECÇÃO E REPETITIVIDADE

As determinações do picloram foram realizadas em modo de eluição isocrático, utilizando como fase móvel solução (50:50) acetonitrila:0.10% (m/v) ácido fosfórico. As análises foram feitas a um fluxo de 1,2 mL min⁻¹, com injeção de 20 µL de amostra. A absorbância foi monitorada com detector UV a 220nm. A curva analítica (Figura 3) obtida é representada pela equação $A = (110191 \pm 604) C_{\text{picloram}} - (7083 \pm 29)$, com A expresso em área e concentração de picloram (C_{picloram}) em mg L⁻¹, $R^2 = 0,9999$ e faixa linear estudada de 0,50 a 50,0 mg L⁻¹. O limite de detecção determinado foi de 0,50 mg L⁻¹. Esse valor foi a menor quantidade de analito na amostra teste que pôde ser verdadeiramente distinguida de zero. A repetitividade do método foi testada em dois níveis de concentração, 0,50 e 5,0 mg L⁻¹, nas condições já estudadas. As médias das áreas obtidas para 0,50 e 5,0 mg L⁻¹ foram respectivamente (54253 ± 341) e (548479 ± 2270), que resultaram em coeficientes de variação de 0,63% e 0,41%. Todas as determinações foram realizadas em triplicata. Para obtenção da curva analítica as médias obtidas para os padrões foram subtraídas da média dos valores obtidos para o branco.

Figura 3. Curva analítica obtida para picloram em H₃PO₄ 0,10%, utilizando como fase móvel ACN: H₃PO₄ 0,1% 50:50 (v/v), vazão de 1,2 mL min⁻¹, volume de amostra de 20 µL realizado a 220 nm, coluna cromatográfica C-18. Concentrações de picloram: 0; 0,50; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0 e 50,0 mg L⁻¹, tempo de retenção para o picloram 3,8 minutos.



3.3. ANÁLISE DE PICLORAM EM EXTRATO DE SOLO E ISOTERMAS DE ADSORÇÃO

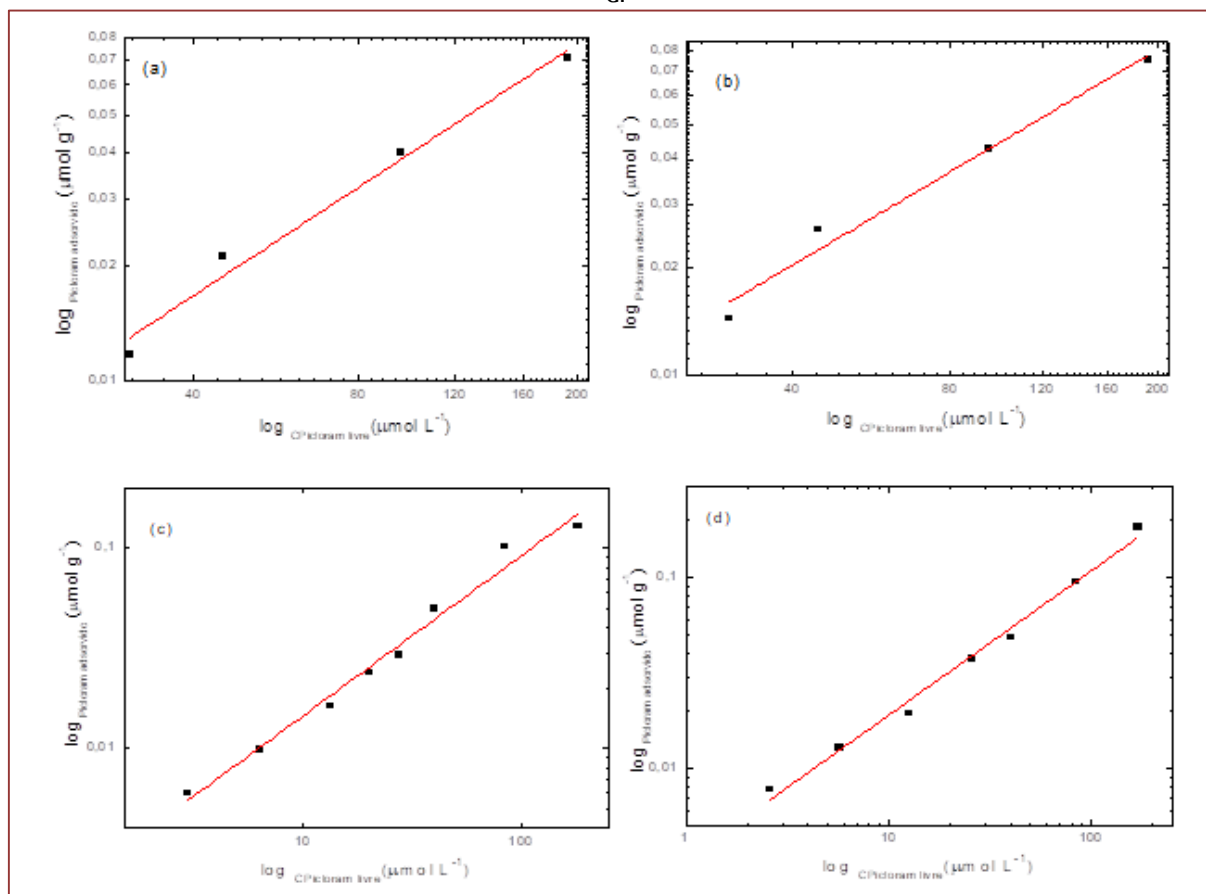
Foram estudados os tempos de equilíbrio para os sistemas pesticida-perfis de solo em meio de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ e HNO₃ 0,01 mol L⁻¹. Os sistemas estudados atingiram o equilíbrio em diferentes tempos, por questões operacionais, todos os experimentos de adsorção foram realizados utilizando 24h como tempo de equilíbrio, uma vez que neste tempo observamos que os valores das concentrações do pesticida livre, no equilíbrio, não sofreram alterações significativas. A determinação de picloram em extrato de solo na presença de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ ou HNO₃ 0,01 mol L⁻¹ foi realizada após adição de quantidade conhecida do herbicida, que variou entre 4,1 e 207,1 µmol L⁻¹ (1,0 a 50 mg L⁻¹). Os resultados obtidos para os sistemas em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ e em HNO₃ 0,01 mol L⁻¹ se ajustaram a isoterma de Freundlich com valores de R² maiores que 0,98 são apresentados na Tabela 2. Tais resultados consistem nos valores obtidos da média de duas amostras com seus respectivos desvios.

Tabela 2. Valores de concentração livre de picloram em extrato de solo na presença de CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ e HNO_3 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, obtidos por HPLC, após 24 horas de equilíbrio do pesticida com amostras de solos A e B. Estudo realizado a 25°C .

$C_{\text{conc. Pic.}}$ ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	(HPLC) $C_{\text{pic. livre}}$ ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Desvio ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	(HPLC) $C_{\text{pic. livre}}$ ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Desvio ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	(HPLC) $C_{\text{pic. livre}}$ ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Desvio ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	(HPLC) $C_{\text{pic. livre}}$ ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Desvio ($\mu\text{mol L}^{-1}$)
CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$					HNO_3 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$			
Amostra A			Amostra B		Amostra A		Amostra B	
4,1	3,2	0,1	3,8	0,1	2,94	0,03	2,8	0,3
8,3	7,6	0,1	8,1	0,2	6,3	0,4	6	0,3
16,6	16,7	0,2	14	3	13	1	13	1
24,8	24	1	24,01	0,01	20	2	20,3	0,3
33,1	32	2	32	1	27	1	27	2
49,7	48	1	48,4	0,2	39,7	0,4	40	1
103,5	102	2	98	3	83	1	84	2
207,1	201	2	197	4	181	4	170	4

Os resultados obtidos (Tabela 2) foram utilizados posteriormente para obtenção das isotermas de adsorção de picloram em solo (Figura 4). Os parâmetros de Freundlich e R^2 são apresentados na Tabela 3.

Figura 04 - Isotermas de adsorção de Freundlich obtidas em meio de (a) CaCl_2 $0,010 \text{ mol L}^{-1}$ para o solo A, (b) CaCl_2 $0,010 \text{ mol L}^{-1}$ para solo B, (c) HNO_3 $0,010 \text{ mol L}^{-1}$ para solo A, (d) HNO_3 $0,010 \text{ mol L}^{-1}$ para solo B. As concentrações iniciais de picloram variaram de $4,1$ a $207 \mu\text{mol L}^{-1}$ ($1,0$ a 50 mg L^{-1}). Temperatura = 25°C .



Para os experimentos realizados em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, não foi observada adsorção significativa do

pesticida picloram ao solo em baixas concentrações (intervalo entre 4,1 e 24,8 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de picloram adicionado). Com isso, as isotermas em meio de CaCl_2 0,01 mol L^{-1} foram obtidas no intervalo de concentrações de picloram entre 33,1 a 207,1 $\mu\text{mol L}^{-1}$.

Os sistemas estudados se ajustaram ao modelo de Freundlich. Os valores de K_f , $1/n$, n e R^2 podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros de Freundlich K_f ($\mu\text{mol}^{1-1/n}\text{L}^{1/n}\text{g}^{-1}$) e $1/n$ para adsorção de picloram em amostras A e B do perfil de solo do semiárido baiano. Faixa de concentração inicial estudada: 4,1 a 207,1 $\mu\text{mol L}^{-1}$.

Amostra	Adsorção em CaCl_2 0,01 mol L^{-1}				Adsorção em HNO_3 0,01 mol L^{-1}			
	K_f	$1/n$	n	R^2	K_f	$1/n$	n	R^2
A	(0,6±0,3)	0,95± 0,08	1,1±0,1	0,984	(2,4±0,5) $\times 10^{-3}$	0,80± 0,04	1,3±0,1	0,981
B	(0,9 ± 0,5) $\times 10^{-3}$	0,86± 0,08	1,2±0,2	0,98	(3,3±0,4) $\times 10^{-3}$	0,76± 0,03	1,3±0,1	0,989

Para ambos os sistemas (CaCl_2 ou em HNO_3), observa-se que as capacidades de adsorção (K_f) aumentam para os experimentos realizados na amostra B (Tabela 3). Conforme as características estudadas do perfil de solo mostradas na Tabela 1, o solo B possui maior quantidade do argilomineral caulinita, 43%, em sua composição em comparação ao A que possui apenas 19%, o que justifica o aumento da adsorção. Outro fato é decorrente de que solos mais arenosos geralmente apresentam valores mais baixos de adsorção devido aos grãos ter porosidade granular maiores, logo a macroporosidade torna a superfície de contato entre o pesticida e o solo menor, conferindo maior mobilidade do picloram nesta camada. Ao passo que na amostra B, camada subsuperficial do perfil de solo, a fração de caulinita é maior (43 %), como resultado há uma maior quantidade de grãos de diâmetro menor, que possuem microporosidade de tal forma a estabelecer superfície de contato maior entre o herbicida e o solo.

Quando comparamos os valores de K_f obtidos em diferentes pHs (CaCl_2 e HNO_3) Tabela 1, observa-se maior adsorção do pesticida em pH mais baixo. Isso está relacionado ao equilíbrio de ionização do picloram (Figura 1), que em pHs menores que seu $\text{pK} = 3,4$ terá seu equilíbrio deslocado para formação da espécie molecular. Moléculas de picloram possuem maior afinidade por partículas carregadas da argila e substâncias húmicas que o pesticida na forma aniônica, o que justifica maior adsorção do picloram no solo B.

O parâmetro n está relacionado à intensidade de adsorção entre adsorvente e adsorvato. Uma adsorção favorável tem valores de n entre 1 e 10. Quanto maior for o valor de n , mais forte é a interação entre o adsorvente e o adsorvato. Para os experimentos realizados temos valores de n ligeiramente maiores que 1, não apresentando grande diferença em relação aos meios testados (CaCl_2 ou HNO_3) ou perfis de solo (A ou B). Pode-se ainda afirmar que valores de $1/n$ maiores que 1, indicam uma maior afinidade do adsorvato pelo solvente que pelo adsorvente (Nascimento et al, 2014). Essa informação corrobora com resultados obtidos nos experimentos de adsorção realizados em CaCl_2 , onde para concentrações mais baixas de picloram inicialmente adicionado no solo, não houve adsorção.

4. CONCLUSÕES

Os parâmetros de adsorção (K_f e n) determinados para os estudos conduzidos entre o herbicida picloram em amostras do perfil de solo do semiárido baiano, A e B, indicaram que o comportamento do pesticida irá diferir a depender do pH do meio e características do solo, como teor de argilas.

Nos estudos conduzidos para as amostras (A e B) em CaCl_2 , onde o pH do meio foi maior do que o pK do picloram (3,4), observou-se que os valores de capacidade de adsorção (K_f) são menores que aqueles obtidos para os estudos realizados em HNO_3 cujo pH está abaixo de 3. Isso ocorre devido à forma química (aniônica) em que se encontra o pesticida. Dessa forma, os valores de n e K_f determinados através das isotermas de Freundlich, indicaram adsorção favorável e melhor capacidade de retenção do picloram nos perfis de solos A e B para pH menor do que 3, sendo também a maior adsorção verificada no solo com mais alto teor de argila, amostra B (43 %). Isso implica que ao ser aplicado em solos cujos pHs estejam acima do pK_a do picloram, uma menor fração do pesticida seria retida e em consequência teríamos maior

mobilidade do pesticida no meio podendo, por lixiviação, contaminar águas naturais subterrâneas como rios, lagos e lençóis freáticos próximos à aplicação do herbicida.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão de bolsa de Iniciação Científica para a execução deste trabalho, ao grupo de Pesquisa em Eletroquímica, Energia e Materiais (GPEEM) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) campus Ondina, ao laboratório de Catálise, Adsorção e Geoquímica Ambiental do PPGM e Laboratório de solos do PPGECEA da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Este trabalho é resultado de um projeto de iniciação científica desenvolvido na UEFS por Alessandra de Jesus Silva, enquanto estudante, sob orientação de Luciana Bagdeve de Oliveira dos Santos com a colaboração das professoras Maria do Socorro Costa São Mateus e Lilian Graicy Lima Moraes Lima, docentes da Universidade Estadual de Feira de Santana.

REFERÊNCIAS:

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.
- [2] BARBOSA, L.C.A. Os pesticidas o homem e o meio ambiente. Viçosa: UFV, 2004.
- [3] EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de Gado de Corte. Herbicidas mais utilizados em pastagens no Brasil. Disponível em: [www. http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc117/07herbicidas.html#Picloram](http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc117/07herbicidas.html#Picloram), acessado em março de 2015.
- [4] GARRIDO, E.M; DELERUE, M. C; LIMA, J.L.F.C; BRETT, A.M.O. Electrochemical Methods in Pesticides Control. Analytical Letters, Porto, v. 37, n. 9, p. 1755-1791, 2004.
- [5] GROVER, R. Influence of soil properties on phytotoxicity of 4-amin-3,5,6-trichloropicolinic acid (Picloram). Weed Research, v. 8, n. 3, p. 226-232, 1968.
- [6] Munsell Soil-Color Charts. Baltimore, Md.: 1975.
- [7] NASCIMENTO, R. F; LIMA, A. C. A; VIDAL, C. B; MELO, D. Q; RAULINO, G. S. C. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.
- [8] Organization for Economic Cooperation and Development. OECD: Guideline for the testing of chemicals. Adopted, 2000.
- [9] PINTO, C. S. Curso Básico de Mecânica dos Solos, em 16 Aulas. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- [10] REICHERT, J.M. Fundamentos da ciência do solo. Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais – Brasil, 2007.
- [11] SANTOS, L. B.O dos; ABATE, G; MASINI, J. C. Application of sequential injection–square wave voltammetry (SI-SWV) to study the adsorption of atrazine onto a tropical soil sample. Talanta, v. 68, n. 2, p. 165-170, 2005.
- [12] SANTOS, M.V.; FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, F.A.; VIANA, R.G.; TUFFI SANTOS, L.D.; FONSECA, D.M. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. Planta daninha, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 391-398, 2006.
- [13] SPADOTTO, C.A.; HORNSBY, A.G. Soil Sorption of Acidic Pesticides. J. Environ. Qual., v. 32, n. 3, p. 949-956, 2003.
- [14] TAVARES, M. C. H.; LANDGRAF, M. D; VIEIRA, E. M.; REZENDE, M. O. O. Estudo da Adsorção-Dessorção da Trifluralina em Solo e em Ácido Húmico. Química Nova, v. 19, n. 6, p. 605-608, 1996.

Capítulo 2

Diagnóstico agro-socioeconômico de uma unidade de produção na fronteira Oeste do Rio Grande do Sul

Cassiel Henrique Moreira

Dinah Pereira Rodrigues

Márcio Zamboni Neske

Resumo: Conhecer a complexidade da organização e funcionamento nas Unidades de Produção Agrícolas (UPAs) é condição fundamental para a realização de ações de planejamento que visam a melhor gestão dos fatores socioeconômicos e produtivos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise de uma UPA localizada no município de Santana do Livramento (RS), demonstrando o funcionamento dos sistemas produtivos e processos socioeconômicos envolvidos. O estudo foi realizado no mês de junho de 2018, e utilizou-se a Análise e Diagnóstico dos Sistemas Agrários (ADSA) como abordagem metodológica, realizando visitas na propriedade e entrevista com o produtor. O Sistema de Produção da UPA é caracterizado pela produção de gado de corte e ovinos. A UPA possui uma Superfície Total (ST) de 888,62 hectares de terra, sendo 100% arrendada. Em relação força de trabalho utilizada, existe uma dependência da contratação de mão de obra, representando 4 UTH (unidade de trabalho homem), enquanto a mão de obra familiar apenas 0,33 UTH. A Renda Total (RT) atingiu o montante de R\$ 561.808,55. A composição da renda familiar é proveniente da Renda Agrícola (RA) e Rendas Não Agrícolas (RÑAs), sendo que a RA representa 77% da RT, e as RÑAs, provenientes dos salários fixos (75%) e aposentadoria (25%), assume o montante de 23 da RT. Os custos de produção envolvidos somaram R\$ 232.349,48 sendo que o maior valor envolvido refere-se ao pagamento do arrendamento, que corresponde a R\$181,338,22 (78%). A UPA analisada trabalha em otimização dos recursos produtivos (terra, trabalho, capital), e apesar dos custos produtivos elevados com arrendamento e mão de obra, as rendas obtidas (RA e RNA) têm permitido a reprodução socioeconômica da UPA com relativa autonomia frente aos mercados de insumos.

Palavras-chave: Análise e diagnóstico; Unidades de produção agropecuária; Desenvolvimento rural.

1. INTRODUÇÃO

A análise de diagnóstico de sistemas surgiu devido a exigência de um melhor entendimento da realidade por parte dos profissionais, seguindo a linha de pensamento de Masoyer, onde: “Analisar e explicitar um objeto complexo em termos de sistema é, em primeiro lugar, delimitá-lo, traçar uma fronteira entre esse objeto e o resto do mundo; em particular, distingui-lo dos outros objetos que, sendo da mesma natureza, são, ao mesmo tempo, diferentes o bastante para serem considerados como pertencentes a uma outra espécie do mesmo objeto; é, portanto, em última instância, classificar. Do mesmo modo, para diferenciar as múltiplas formas atuais da agricultura, é necessário delimitar a sua distribuição geográfica e, portanto, classificá-las em tantas espécies (ou sistemas) quanto necessárias” (MAZOYER, 1993).

Assim, a análise tem como objetivo contribuir para a elaboração de linhas estratégicas do desenvolvimento rural, isto é, para a definição de políticas públicas, de programas de ação e de projetos. Para isso o diagnóstico deve ser rápido e operacional, para que tenha aplicabilidade no desenvolvimento rural. Mas deve ser, também, ter rigor científico, não apenas descrevendo a realidade, mas sobretudo, explicando-a. Compreender o meio rural, muitas vezes se torna complexo, por existir várias formas de organização e produção, Frank Ellis procurou explicar a utilidade e a função da diversidade para compreender e operacionalizar a abordagem dos meios de vida, salientando a capacidade de diversificação dos meios de vida, uma capacidade que cria a diversidade em processos sociais e econômicos e pressiona e oportuniza as famílias para que diversifique o seu meio de vida, como também o seu local (ELLIS, 2000).

Diversificar é um mecanismo utilizado pelos produtores como uma forma de manter-se economicamente equilibrado, devido os grandes riscos que monocultivos e produções únicas geram, também é uma característica histórica na agricultura, onde famílias buscavam na produção diversificada a sua subsistência, Ellis define que diversificação do meio de vida rural é um processo pelo qual a família rural constrói uma crescente diversidade nos portfólios de atividades e disponibiliza os recursos para sobreviver e melhorar seu nível de vida”. (ELLIS, 2000).

O objetivo deste estudo foi realizar um diagnóstico socioeconômico produtivo de uma Unidade de Produção Agrícola (UPA) localizada no município de Santana do Livramento (RS), demonstrando a estrutura e funcionamento dos sistemas produtivos.

2. METODOLOGIA

Foi pesquisado uma Unidade de Produção Agrícola localizada no município de Santana do Livramento, RS. Como pressuposto metodológico, utilizou-se a Análise e Diagnóstico dos Sistemas Agrários (ADSA) (MAZOYER, 2010; DUFUMIER, 2007), tendo como princípio geral aprender a diversidade e complexidade dos tipos de sistemas de produção agrícolas.

A coleta dos dados foi realizada no ano de 2018, sendo realizada entrevista com o produtor rural, contando com o apoio de roteiro de entrevista semiestruturado com questões abertas e fechadas. Os dados coletados foram sistematizados em planilhas do software Microsoft Excel (versão 2013) para posterior análise das informações.

O sistema de produção foi delimitado de acordo com o tipo de sistema de criação que são praticados na bovinocultura do estado do Rio Grande do Sul, a saber: ciclo completo; cria; cria e recria; recria e terminação; terminação. Para determinação dos indicadores agrônômicos, socioeconômicos e produtivos, realizou-se o levantamento de dados de inventário de animais, benfeitorias, maquinário, terra, custos de produção, manejo e sanidade e comercialização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de produção possui 888,62 hectares onde é realizada a produção de bovinos de corte, sendo composto por: 213 machos de 13-24 meses, 199 machos de 25-36 meses, 28 machos com mais de 36 meses, 145 fêmeas de 13-24 meses, 165 fêmeas de 25-36 meses e 107 fêmeas com mais de 36 meses, totalizando 857 animais.

Para autoconsumo são criados ovinos: 55 fêmeas de 0-12 meses, 204 fêmeas com mais de 12 meses, 55 machos de 0-12 meses e 42 machos com mais de 12 meses. Também há 44 equinos, entre eles 5 machos de 0-6 meses, 13 machos com mais de 6 meses, 5 fêmeas de 0-6 meses e 21 fêmeas com mais de 6 meses.

No sistema de produção os bovinos de corte são vendidos para frigoríficos e esporadicamente para confinamentos. As ovelhas e borregos são destinados para autoconsumo, familiares e amigos. Os equinos são utilizados para manejo do gado e só são comercializados os animais que tem uma idade avançada.

Tabela 1 – Estratificação do uso de mão de obra

Indicador	UPA
Mão de obra total (UTHt)	4,3
Mão de obra contratada (UTHc)	4
Mão de obra familiar (UTHf)	0,33
UTHf/UTHt (%)	7,68

Fonte: pesquisa de campo (2018).

Conforme a Tabela 1 foram apresentados os dados referentes a estratificação do uso de mão obra, sendo a mão de obra total em UTH de 4,3, a contratada de 4, e a familiar de 0,33. Segundo Ferrazza et al (2015) a mão de obra é um importante representante da estrutura de custos de produção da maioria das propriedades rurais do País. Devido ao aumento dos custos da mão de obra, a importância dela é cada vez maior.

Em relação a UTHf/UTHt, este fator corresponde ao grau de participação da mão de obra familiar relativamente às necessidades totais em mão de obra da UPA, sendo no sistema analisado de 7,68%.

Tabela 2 – Rendas do sistema de produção analisado

Custos	UPA	
	Valor	%
1. Rendas Agrícolas	R\$ 431.808,55	77%
2. Rendas Não-Agrícolas	R\$ 130.000,00	23%
2.1 Pluriatividade	R\$ 97.500,00	75%
2.2 Transferência de Renda	R\$ 32.500,00	25%
3. Renda Familiar Total	R\$ 561.808,55	100%

Fonte: pesquisa de campo (2018).

Conforme a Tabela 2 a renda agrícola da unidade de produção é de R\$431.808,55, e a renda não agrícola no valor de R\$130.000,00. A pluriatividade no valor de R\$ 97.500,00 e a transferência de renda de R\$ 32.500,00, totalizando em uma renda familiar total de R\$561.808,55.

Tabela 3 – Custos do sistema de produção

Custos	UPA	
	Valor	%
Insumos	R\$ 16.171,26	7%
Salários	R\$ 34.840,00	15%
Arrendamentos	R\$ 181.338,22	78%
Total	R\$ 232.349,48	100%

Fonte: pesquisa de campo (2018).

Na tabela 3 são apresentados os custos do sistema de produção, os insumos totalizam um montante de R\$ 16.171,26, pois como a UPA é totalmente voltado para os animais, existem gastos relacionados a medicamentos R\$ 3.839,76, vacinas R\$1.651,50 e vermífugos R\$ 3.600,00.

Quando trata-se de salários na UPA pela sua grande extensão e pelo sistema produtivo necessita de uma maior mão de obra, desta forma necessitando a contratação, gerando assim, um custo de R\$34.840,00 anual. Por não possuir terras tem o gasto com o arrendamento no valor de R\$ 181.338,22.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sistema de produção a área foi arrendada no ano de 2011. O sistema desde então consiste em pecuária extensiva e tem como objetivo principal aumentar a produção de gado de corte. Os terneiros e terneiras são comprados para recria (até 18 a 24 meses) para após a engorda serem encaminhados para frigoríficos ou confinamentos. A produção da propriedade faz parte do sustento da família. Segundo o pecuarista, os antigos proprietários também criavam gado e ovelhas, ou seja, sempre foi realizado um sistema de criação de animais na propriedade. Futuramente os planos são aumentar as receitas do negócio a cada ano.

A UPA analisada trabalha em otimização dos recursos produtivos (terra, capital trabalho), e apesar dos custos produtivos elevados com arrendamento e mão de obra, as rendas obtidas (RA e RNA) têm permitido a reprodução socioeconômica da UPA com relativa autonomia frente aos mercados e insumos.

REFERÊNCIAS

- [1] DUFUMIER, M. Projetos de desenvolvimento agrícola: Manual para especialistas. Salvador-BA: EDUFBA, 2007.
- [2] ELLIS, Frank. Rural livelihoods and diversity in developing countries. Oxford: Oxford University, 2000.
- [3] FERRAZZA, R. de A. et al. Índices de desempenho zootécnico e econômico de sistemas de produção de leite com diferentes tipos de mão de obra. *Ciência Animal Brasileira*, v. 16, n. 2, p. 193-204, 2015.
- [4] MAZOYER, M. 1933. História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea. Marcel Mazoyer, Laurence Roudart; [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.
- [5] MAZOYER, M. Pour des projets agricoles légitimes et efficace: théorie et méthode d'analyse des systèmes agraires. In: Land reform, land settlement and cooperatives. Paris: FAO, 1992-93

Capítulo 3

Efeito do aminoácido PT-4® adicionado ao substrato no desenvolvimento de produção de mudas de alface (Lactuca sativa L.)

*Elton Kendy Kawamoto
Ronan Gualberto*

Resumo: A alface é uma das olerícolas mais plantada e consumida em todo o Brasil e para atender essa demanda é necessário que haja um manejo correto para a cultura, desenvolvendo o seu sistema radicular nas camadas do solo. Assim, os fertilizantes organominerais auxiliam neste desenvolvimento pois, possuem características de liberação lenta que evitam a perda de nutrientes por adsorção e lixiviação. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de dosagens variadas do fertilizante organomineral classe A, comercialmente chamado de PT-4 na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*). O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Marcelo Mesquita Serva, da Universidade de Marília, situada no município de Marília – SP. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: T1 – Testemunha; T2 – 0,5 ml PT 4 por bandeja; T3 – 1,0 ml PT 4 por bandeja; T4 – 2,0 ml PT 4 por bandeja; T5 – 4,0 ml PT 4 por bandeja. O uso do fertilizante organomineral possibilitou resultados benéficos na produção de mudas de alface.

Palavras-chave: Olericultura; alface; fertilizante organomineral.

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à família Asteracea. É de origem asiática e foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, certamente uma das hortaliças mais populares e consumidas no país e no mundo (HENZ; SUINAGA, 2009).

É uma cultura plantada e consumida em todo o território brasileiro, não obstante as diferenças climáticas e os hábitos de consumo (COSTA; SALA, 2005). Por esta razão, é uma das hortaliças mais cultivadas em hortas domésticas. Segundo Sousa; Resende (2003), 60% do sucesso de uma cultura está no plantio de mudas de boa qualidade.

Para que haja um manejo e desenvolvimento adequado da cultura, é extremamente importante que seu sistema radicular se apresente bem distribuído e desenvolvido nos diferentes horizontes do solo. Assim, segundo Kluthcouski e Stone (2003) relataram que as raízes que dão suporte a parte aérea da planta e é por meio de suas estruturas que ocorre a absorção de águas e nutrientes presentes no solo.

O produtor busca por uma maior produção e rentabilidade atualmente, pois atualmente encontram dificuldades de investir em tecnologias e o faturamento da comercialização não é suficiente para pagar as despesas. Assim, o cálculo das despesas deve ser realizado para que o produtor saiba quando pode ser gasto na produção das hortaliças.

O Brasil possui uma área cultivada de hortaliças com cerca de 842 mil hectares, que geram 2 milhões de empregos diretos e média de 2,4 empregos/hectare (ABCSEM, 2014). Deste total, 174 mil hectares correspondem às hortaliças folhosas, representados por alface (49,9%), repolho (15,3%) e couve (6,1%). Segundo o ABRAFRUTAS (2018), São Paulo é o principal estado produtor de hortaliças folhosas, embora, muitos estados tenham cinturões verdes no entorno das grandes capitais.

Na região sudeste, que é a maior produtora de alface, cerca de 18% dos produtores estão no estado de Minas Gerais, onde são produzidos em média 54.911 toneladas por ano, em que sua maioria são pequenas propriedades que usam mão de obra familiar e empregam um grande número de pessoas em toda a sua cadeia produtiva, desde à sementeira até a sua comercialização (IBGE, 2017).

O sistema de bandejas multicelulares foi criado a mais de duas décadas no mercado americano e europeu, e ainda é o mais utilizado na produção de mudas de hortaliças, pois facilita a sementeira, o manuseio, melhora o controle sanitário e nutricional, facilita o transporte para o local definitivo, reduzir a necessidade de replantio e uniformidade das mudas (SILVA, 2006).

A implantação de hortaliças é marcada pelo uso intensivo do solo e água, exigindo quantidades elevadas de fertilizantes, podendo representar de 20 a 25% do custo total de produção (TRANI, 2016). O fornecimento de maneira correta e no tempo adequado dos nutrientes, irão influenciar diretamente no seu desenvolvimento e qualidade final do produto.

O uso desse fertilizante permite a reciclagem dos nutrientes contidos nos dejetos e o enriquecimento de nutrientes na forma mineral, também permite a produção de fórmulas comerciais específicas para cada cultura, aumentando a uniformidade nas concentrações e disponibilidade de nutrientes, influenciando em uma menor demanda nas taxas de aplicação no campo (FERREIRA, 2014).

Os organominerais apresentam-se de forma granulada, farelada, peletizada ou líquida, possuindo características de liberação lenta, característica essa conhecida por slow release, que evita a perda de potássio e nitrogênio por lixiviação, impedindo o contato imediato do fósforo com óxidos presentes no solo, o que reduz substancialmente a perda deste nutriente por adsorção (PROFIRO, 2016, citado por AGUIAR 2018).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de dosagens variadas do fertilizante organomineral classe A, comercialmente chamado de PT-4 na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Marcelo Mesquita Serva, da Universidade de Marília, situada no município de Marília - SP, geograficamente localizado em latitude 22º 12' 50" S e longitude 49º 56' 45" W, a uma altitude de, aproximadamente, 610 m, em relação ao nível do mar, no período de março a abril de 2017. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 ml PT 4 por bandeja; T3 - 1,0 ml PT 4 por bandeja; T4 - 2,0 ml PT 4 por bandeja; T5 - 4,0 ml PT 4 por bandeja.

Os ensaios foram conduzidos em casa-de-vegetação de 500 m² (estufa tipo arco com 4,0 m de pé direito), com estrutura metálica, cobertura com filme de polietileno aditivado (antiultravioleta) com 150 microns de espessura, fechamentos frontais e laterais com tela de sombreamento malha para 50% de sombra, fixadas na parte superior, cantos e mureta perimetral com perfis de alumínio.

Os fertilizantes organominerais utilizados foram provenientes da empresa LBE Biotecnologia, localizada em São José - SC. Foram semeadas 6 bandejas de 200 células e retiradas 4 repetições por bandejas.

Foi realizada a semeadura da cultivar Vanda no dia 16 de março de 2017, onde os fertilizantes foram diluídos em 2 litro de água e incorporados ao saco de substrato Carolina Padrão® de 8 kg.

Foram avaliadas as características altura de plantas (AP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), porcentagem de germinação (% Germinação), teor de clorofila, número de folhas (NF).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através do programa computacional SISVAR, utilizando-se o teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade para comparação das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas para as características avaliadas como altura de planta e massa seca da raiz (MSR) (Tabela 1). Para a altura, destaca-se o tratamento com 4 ml de PT4.

Primeiramente, analisando o número de folhas da parte aérea (NFPA), as médias não apresentaram diferenças significativas, assim como as demais características avaliadas, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e clorofila.

O tratamento com 4 ml de PT-4 obteve melhor média para todas as características avaliadas onde diferiu dos demais, seguidos dos tratamentos com 0 ml de PT-4 e com 0,5 ml de PT-4. Para massa fresca da raiz (MFR), o tratamento 2 ml de PT-4 obteve o melhor resultado, seguido do tratamento 4 ml de PT-4.

Portanto, para a característica massa seca da raiz, imprescindível o tratamento com 4 ml de PT-4 obteve uma média onde diferiu dos demais, os quais obtiveram médias significativas entre si. Além disso, para os valores de massa seca de raiz, os tratamentos 2 ml de PT-4 4 ml de PT-4 não diferiram entre si apresentando melhores médias dos demais.

Para a característica de porcentagem de germinação (%), houve diferenças significativas na qual o tratamento com 2 ml de PT-4 apresentou melhor resultado, dentre os demais tratamentos.

Tabela 1. Valores médios obtidos do ensaio com adicionando doses de PT4 na produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.)

TRATAMENTO	ALTURA (cm)	NFPA	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)	MSR (g)	CLOROFILA	GERMINAÇÃO (%)
0 ml	10,75 b	16,50 a	8,59 a	2,33 a	0,48 a	0,10 b	22,60 a	89,50
0,5 ml	10,60 b	17,25 a	6,98 a	1,76 a	0,50 a	0,13 b	19,62 a	90,50
1 ml	5,70 d	13 a	5,03 a	2,87 a	0,28 a	0,08 b	19,77 a	91,50
2 ml	9,40 c	15,75 a	10,70 a	3,96 a	0,65 a	0,20 a	22,70 a	97
4 ml	14,30 a	16 a	10,92 a	2,94 a	0,57 a	0,17 a	16,15 a	82,50
CV(%)	4,35	15,68	37,81	50,48	29,6	18,91	16,65	

Médias seguidas de letras diferentes diferiram entre si através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. MFPA: Massa fresca da parte aérea; MFR: Massa fresca da raiz; MSPA: Massa seca da parte aérea; MSR: Massa seca da raiz.

4. CONCLUSÃO

O uso do fertilizante organomineral possibilitou resultados benéficos na produção de mudas de alface. Além disso, apresentou-se como uma possível opção no uso dos fertilizantes minerais devido ao seu baixo efeito residual, bem como efeito da adição de carbono orgânico ao solo. Para as características

avaliadas, podemos concluir que o tratamento com 4 ml de PT-4 apresentou melhores médias dentre os demais tratamentos avaliados.

REFERÊNCIAS

- [1] ABCSEM, Associação Brasileira de Comercialização de Sementes e Mudanças (Brasil). 2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. Holambra, p.58, 2014.
- [2] ABRAFRUTAS, Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados. Cenário Hortifruti Brasil. 2018. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/62891/1554990596Relatorio-Hortifruti.pdf>. Acesso em 08/junho/2019.
- [3] AGUIAR, F. R. Produção de beterraba submetida a diferentes adubações. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018
- [4] COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacultura brasileira. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 1, 2005
- [5] FERREIRA, N. R. Eficiência agrônômica de fertilizantes Organominerais sólidos e fluidos em relação à Disponibilidade de fósforo. Dissertação (Mestrado em Agronomia Agricultura) Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. 2014.
- [6] HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. Tipos de alface cultivados no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 7 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 75)
- [7] IBGE. Censo Agropecuário: TABELAS. 2017. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-epecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- [8] KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-441. SILVA, J.B.C. da; GIORDANO, L.B; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L.S; FRANÇA, F.H.; VILLAS BÔAS, G.L.; BRANCO, M.C; MEDEIROS, M A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W.L.C.; LOPES, C.A; ÁVILA, A.C.; NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, W. Cultivo de Tomate para Industrialização - Sistemas de Produção. EMBRAPA Hortaliças. Brasília. 2º Edição. Dez. 2006. <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/mudas.htm>. Acesso em: 02 jul. 2017.
- [9] SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, Washington, v. 30, n. 2, p. 507-512, 1974.
- [10] SOUSA J.L; RESENDE P. Manual de Horticultura Orgânica. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p. 2003
- [11] TRANI, P.E. Manejo do Solo Calagem e Adubação de Hortaliças. Informações Agrônômicas, 2016.

Capítulo 4

Big Earth Observation Data e aprendizado de máquina para mapeamento da agricultura sustentável no Brasil

Patrick Calvano Kuchler

Margareth Simões

Agnés Bégué

Rodrigo Demonte

Damien Arvor

Resumo: a implementação do iLP, ou seja, a diversificação, rotação, consórcio e/ou sucessão das atividades agrícolas e de pecuária na mesma área formando um único sistema, é considerada uma importante estratégia de intensificação agrícola sustentável para Brasil, com diversos impactos positivos com destaque na conservação do solo e rentabilidade e viabilidade econômica. O acompanhamento da implantação desta iniciativa é fundamental como instrumento de gestão pública, porém ainda é um desafio. Nesta direção, este trabalho discute a aplicação dos conceitos de BIG DATA e aprendizado de máquina para o sensoriamento remoto. Como teste foi utilizado o classificador *Random Forest* (RF) aplicado a séries temporais MODIS para analisar a capacidade de detecção de certos iLPs. Para isso, avaliamos a precisão do RF aplicado ao NDVI do MODIS para os anos de 2012 a 2016 em uma área no norte do Mato Grosso. Dois modelos foram testados: (i) usando 11 métricas fenológicas derivadas do MODIS (ii) usando as métricas e os dados originais. O índice kappa para (i) foi de 0,63, sendo 9 deles com potencial discriminatório; o resultado de (ii) foi de 0,84, onde somente 01 métrica foi significativa para discriminação. Nossos resultados indicam que o uso da técnica de classificação RF com dados MODIS tem grande potencial para compor uma metodologia de monitoramento do iLP, sendo o grande desafio o tratamento das SITS em larga escala, necessitando em termos de arquitetura de sistemas processamento paralelo em nuvem, tecnologia esta, cada vez mais disponível.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, séries-temporais, *random forest*, Mato Grosso, sistemas integrados, Big Earth Observation Data, aprendizado de máquina.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é uma das maiores potências agrícolas no mercado mundial, exercendo papel significativo no suprimento atual e das próximas décadas na demanda global de alimentos e energia (Arvor et al., 2012). A dinâmica atual de expansão de áreas agropecuárias fez com que o Brasil entrasse como 6º maior país emissor de Gases de Efeito Estufa (GEE) reportado na 17ª Conferência das Partes (COP-17). Em um esforço para reverter e frear esta situação, o antigo governo brasileiro incentivou a adoção de medidas para promover práticas agrícolas que possam intensificar a produção de forma menos agressiva ao ambiente. Estas medidas são fruto de um compromisso assumido voluntariamente de redução da emissão de GEE entre 36,1% e 38,9% durante a COP15 ocorrida em Copenhague no ano de 2009. Neste momento, foram propostas algumas ações, dentre as quais, na área agrícola, a promoção da agricultura de baixo carbono, dando origem ao plano setorial de mitigação das mudanças climáticas para a agricultura, o chamado plano ABC. Os Sistemas Integrados (SI) merecem ser destacados neste contexto como uma estratégia muito promissora para atingir as metas firmadas. Combinando culturas, pecuária e / ou silvicultura nas mesmas áreas eles formam um único sistema harmônico capaz de aumentar a fertilidade e a matéria orgânica contida no solo, que favorece a produção de biomassa (Bungenstab, 2012; Carvalho et al., 2014). Os SI podem ser divididos em dois grandes grupos: A integração Lavoura, Pecuária e Floresta (iLPF) e a integração Lavoura e Pecuária (iLP). Neste trabalho iremos focar no iLP, que é mais amplamente implementado e é baseado em consórcio, sucessão de culturas e/ou rotação, onde sempre terá que haver o elemento pastagem. O iLP ainda pode ser definido como Intra-Anual, quando a integração é realizada no mesmo ano/safra e a Inter-Anual, quando a integração é realizada em anos diferentes. Uma estimativa de implantação de iLP Inter-Anual utilizando Análise Espacial de dados oriundos de SR é encontrado em Kuchler et al., 2019.

Um ponto em destaque no plano ABC se refere ao desafio de criar mecanismos efetivos para monitorar e acompanhar o desenvolvimento dessas ações propostas (MAPA, 2011).

As séries temporais de imagens de satélite (SITS) são amplamente utilizadas para o mapeamento de sistemas agrícolas e têm grande potencial para compor uma metodologia de monitoramento do referido plano. Neste sentido, para monitorar o crescimento das culturas ao longo das estações e identificar mudanças nas práticas agrícolas, faz-se necessária uma coleção de dados capaz de construir uma série temporal de Índice de Vegetação (IV), por este motivo satélites com alta resolução temporal são instrumentos necessários principalmente em regiões com alta incidência de nuvens. Dados do satélite MODIS, oferecem a vantagem de uma revisita diária, possibilitando a realização de interpolações temporais e a geração de produtos com poucas nuvens. O processamento de uma série de imagens em grandes porções de terra aplicado a uma série histórica não é trivial considerando métodos clássicos de classificação. Os conceitos de *Big Data* em conjunto com os algoritmos de aprendizagem de máquina vem suprindo cada vez mais estes desafios dentro da área de SR e *Earth Observation*, porém impondo outros como é o caso da disponibilidade necessária de amostras de campo para treinamento dos algoritmos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Mato Grosso (MT) é um estado brasileiro dentro da “Arco do desmatamento”, onde a agricultura está se expandindo rapidamente contribuindo para o aumento da pressão global da terra e mudança do uso da terra. Considerando que Mato Grosso é o principal produtor de gado e soja do país e fica adjacente à porção mais densa da floresta amazônica, a adoção de SI neste estado poderia ajudar a alcançar o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e sustentáveis. Foi selecionada uma área na porção norte do estado para testar a metodologia proposta, onde havia disponibilidade de dados. figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

Correntes atuais assumem que para o monitoramento da agricultura por SR, uma única imagem de satélite, de uma única data, não fornece informações espectrais suficientes para identificar culturas plantadas em uma determinada estação, por este motivo, séries temporais de dados de Índices de Vegetação (IV) são utilizados para o mapeamento de sistemas agrícolas. Este tipo de abordagem utilizando dados do sensor MODIS estão sendo testadas no Brasil e em particular no MT para o mapeamento de culturas anuais.

Figura 01: Localização Área de Estudo



Spera et al. (2014) usam o SR para examinar padrões de terra cultivável para a expansão agrícola no estado na janela temporal de 2001 a 2011. Eles usaram uma série temporal de EVI do MODIS, com um algoritmo de árvore de decisão. Foram identificados dados de cultivos específicos para mapear cinco classes: soja, algodão, soja-milho, soja-algodão, e culturas irrigadas.

Arvor et al. (2011) também utilizou a série temporal MODIS EVI para identificar cinco classes de culturas: culturas de soja, milho e algodão plantadas em sistemas de cultivo simples ou duplo. Eles assumem que o milho só é plantado em consórcio com soja. Os autores aplicam uma segmentação para produzir resultados mais homogêneos. A precisão relatada é de 85% para a máscara de agricultura e 74% para a classificação.

Para descrever a dinâmica espacial da produção agrícola no MT de 2001 a 2014, Kastens et al. (2017) usam a série temporal MODIS NDVI. Eles utilizam dados de referência de campo de 2009 a 2016 para criar uma base de aprendizagem do classificador RF. A precisão relatada foi de 79% para distinguir classes de culturas (soja-pousio, algodão em pousio, soja-algodão e soja). Chen et al. (2018) desenvolveram uma metodologia para identificar tipos de culturas, incluindo soja, algodão e milho em sistemas: soja-milho, soja-algodão, soja-pasto, soja-pousio, pousio-algodão e cultura única no MT. Foram utilizados dados NDVI do MODIS que passaram por processo de filtragem e extração de métricas fenológicas das séries temporais pré-processadas e posteriormente foi utilizado um classificador de árvore de decisão para o mapeamento nos anos de 2015 e 2016. Eles alcançaram uma acurácia de 90% para áreas cultivadas, 73% para padrões de culturas e 86% para tipos de culturas.

Foram publicados no mês de novembro de 2017 pelo portal Pangaea dados do mapeamento de tipos de cultura entre os anos de 2001 e 2016 no estado do MT com as seguintes classes e seus respectivos coeficientes de acurácia: Cerrado (99%), Pousio-Algodão (100%), Floresta (99%), Pasto (95%), Soja-Milho (87%), Soja-Algodão (99%), Soja-Pousio (100%), Soja-Milho (84%), e soja Girasol (85%) (CÂMARA et al., 2017).

Entre os estudos citados, é possível identificar a ausência de métodos para a detecção de iLP. Para o nosso trabalho, foi utilizada uma série temporal com intervalo de 16 dias do índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI, sigla em inglês) do MODIS MOD13Q1 para os anos de 2012 a 2016 totalizando 155 imagens.

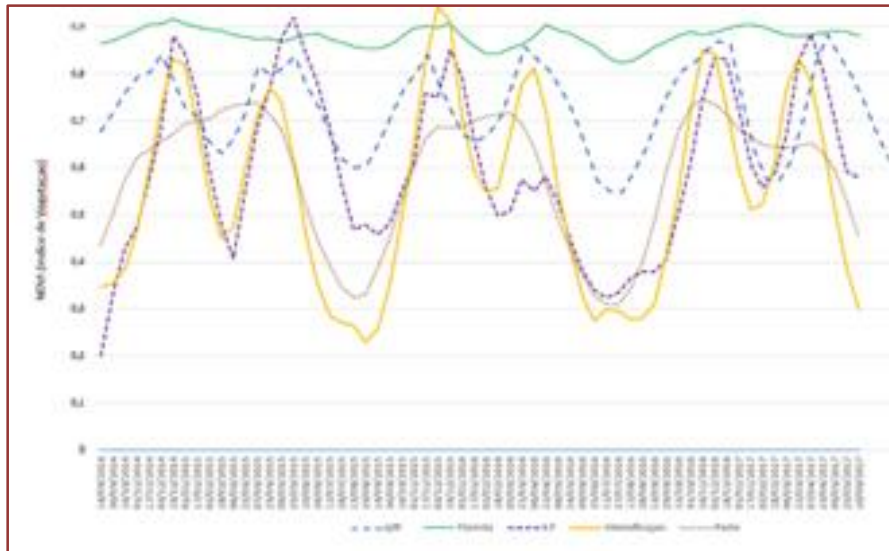
Jönsson e Eklundh (2004) desenvolveram o programa TIMESAT que tem com o objetivo de extrair informações sobre a fenologia da vegetação com base na sazonalidade através de dados de IV oriundos de produtos obtidos por séries temporais de SR, que inicialmente devem passar pelo pré-processamento de filtragem e suavização das curvas. o TIMESAT extrai 11 diferentes atributos da série temporal, criando arquivos matriciais do que é chamado de métricas fenológicas. São elas: a- início e b-fim do ciclo fenológico, c e d- o nível de 80% de distribuição dos dados a direita e a esquerda, e- ponto mais alto, f- amplitude sazonal, g- a duração da estação, h e i- integrais do valor cumulativo de crescimento da vegetação j- o valor mais baixo e k- é o meio do ciclo fenológico, Jönsson e Eklundh (2012).

Para a filtragem e suavização da série temporal NDVI MODIS, foi utilizado o método *Savitsky Golay* (SG) através do software TIMESAT 3.2, indicado como melhor método por Chen et al., 2004. Posteriormente, 11 métricas fenológicas foram extraídas com valores relativos a informação de sazonalidade da vegetação, resultando em 55 dados matriciais.

Realizamos experimentos na mesma região do estado para avaliar o nível adequado de pré-processamento para um ano de séries temporais MODIS no intuito de mapear os SI, o estudo e seus resultados podem ser encontrados em Kuchler et al., 2020.

Além de dados de SR, foram utilizados dados da fazenda Gamada, URT (Unidade de Referência Tecnológica da EMBRAPA) e mais dados de terreno coletados via aplicações SatVeg, TerraClass e dados *Pangae*. Com estes dados e informações do terreno, foi construída uma base de aprendizagem do algoritmo RF. Ao todo, foram selecionadas 197 amostras de 05 classes diferentes, sendo iLP (36 amostras), iLPF (1 amostra), Floresta (57 amostras), Pasto (60 amostras), Agricultura Intensificada, que representa duas culturas de verão (43 amostras). No local selecionado para o estudo, não foram encontradas mais amostras de iLPF além da fazenda Gamada, por este motivo a classe iLPF foi eliminada do modelo final. A figura 3 apresenta exemplo de curva padrão para cada uma das 5 classes extraída dos dados suavizados pelo método SG, representando o valor médio das parcelas da fazenda Gamada.

Figura 03: Perfis das amostras por classe



Randon Forest (RF) é uma técnica de aprendizado de máquina que gera uma infinidade de árvores de decisão aleatórias que são agregadas, para então gerar uma classificação (BREIMAN, 2001). Cada árvore de classificação (500 árvores em uma floresta típica) é construída de um conjunto amostrado aleatoriamente composto por aproximadamente um terço do conjunto completo de dados, para uma boa aprendizagem do modelo, é necessária uma quantidade significativa de amostras (CUTLER, 2007). Em estudos de classificação de uso e ocupação do solo, o classificador é considerado estável e relativamente eficiente, além de envolver poucos parâmetros definidos pelo usuário e mesmo assim gerar bons níveis gerais de precisão (LAWRENCE, 2006). Dos resultados gerados através da abordagem de RF, a diminuição média na precisão (DMP) para uma variável permite avaliar a importância de cada variável usada para classificação. Quanto mais a precisão do RF diminui devido à exclusão de uma única variável, mais importante é essa variável. Consequentemente, valores mais altos de DPM indicam variáveis que são mais importantes para a classificação (CUTLER, 2007).

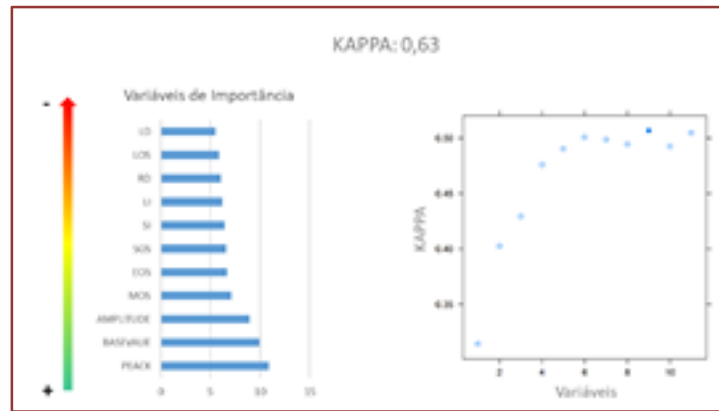
Como dados de entrada para o classificador RF, foram utilizados os dados originais do MODIS, assim como os dados das métricas fenológicas.

3. RESULTADOS

Dois modelos de classificação RF foram aplicados, (i) utilizando somente as métricas fenológicas e (ii) utilizando as métricas e a série temporal original. O índice *kappa* para (i) foi de 0,63 sendo que das 11 métricas, 09 apresentam potencial discriminatório entre classes. Neste resultado, as três variáveis que obtiveram maior valor DPM foram o ‘valor de pico’ (PEACK), ‘valor de base’ (BASEVALUE) e ‘amplitude’ (AMPLITUDE),

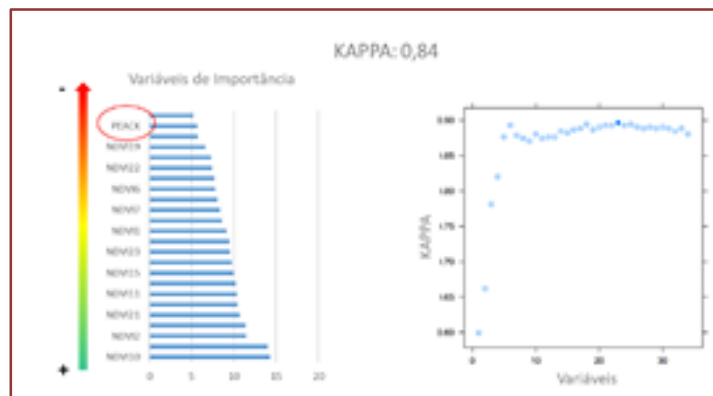
respectivamente. Os menores valores DPM foram a ‘derivativa a esquerda’(LD), a ‘duração da estação’ (LOS) e a ‘derivativa a direita’ (RD), respectivamente. O algoritmo indica as variáveis que não tem representatividade para a discriminação entre as classes, que neste caso foram as duas últimas, ou seja, a ‘derivativa a direita’ (RD) e a ‘duração da estação’(LOS). A figura 4 apresenta os gráficos gerados pelo algoritmo.

Figura 04: A) Valores DPM das variáveis. B) Número de variáveis efetivamente discriminativas. Perfis das amostras de cada classe na fazenda Gamada



O segundo modelo utilizando os dados originais e das métricas apresentou um valor de *kappa* de 0,89. Os valores de DPM apresentaram uma maior significância nas variáveis do NDVI bruto, excluindo praticamente todas as métricas fenológicas, considerando somente o ‘valor de pico’ (peack). A figura 5 apresenta os gráficos gerados pelo algoritmo para esta classificação.

Figura 6: A) Valores DPM das variáveis. B) Número de variáveis efetivamente discriminativas



4. DISCUSSÃO

Devido ao baixo valor de acurácia encontrado, pretendeu-se realizar uma classificação utilizando os dois pacotes de dados para analisar se há alguma melhora na classificação e também para comparar os valores de DPM entre os dados brutos e das métricas geradas. O resultado melhorou consideravelmente, atingindo um valor de *kappa* bem acima. Os valores de DPM apresentaram uma maior significância nas variáveis do NDVI bruto, excluindo praticamente todas as métricas fenológicas.

5. CONCLUSÕES

Os estudos atuais sobre a identificação e o mapeamento da dinâmica agrícola no estado do MT apresentam diversas abordagens no que se refere a técnicas e objetivos, porém a respeito de dados de sensores remotos óticos, ainda há uma grande tendência de esgotar a aplicação dos produtos MODIS, pois a região em que o estado se localiza é de alta frequência de nuvens, dificultando outros sensores óticos a atingir a

temporalidade desejada. A limitação da resolução espacial não se caracteriza como um impeditivo para a aplicação dos estudos de agricultura nesta região, visto que as glebas são geralmente acima de 10 ha.

Nossos resultados apontam que a utilização de métricas fenológicas não representaram melhora significativa na detecção de SI no MT. O resultado baseado nas métricas tem um valor considerado baixo quando comparado com o resultado do modelo que utiliza as séries originais. Quando integrada a série original com as métricas, a melhora no valor de *kappa* é alcançada, porém sem grande representatividade. Os resultados apontam que a utilização da técnica de classificação RF em abordagem multitemporal tem grande potencial para compor uma metodologia de monitoramento dos SI. No caso apresentado, foram utilizadas 155 imagens para uma pequena área no MT. A aplicação de um modelo que cubra todo o estado ou todo o corredor de grãos do país, alcançando estados como Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Pará resultaria em um processamento na ordem de terabytes. As técnicas de aprendizado de máquina e *Big Earth Observation Data* são essenciais em momentos como este, onde a grande disponibilidade de dados não são mais possíveis de serem processadas de forma tradicional, ao mesmo tempo, sistemas de computação de alto desempenho com processamento em nuvem estão se tornando cada vez mais disponíveis, muitas vezes sendo comercializadas. Estes conceitos lançam uma nova dimensão e escala sobre o sensoriamento remoto, mas também o desafiam a medida que amostras de “verdade de campo” são essenciais para a construção uma base de aprendizagem significativa para alcançar uma boa acurácia na classificação. A limitação atual não é mais referente a área a ser mapeada, que pode ser continental ou mesmo planetária, mas é referente a quantidade de amostras necessárias para compor a base de aprendizagem dos algoritmos de aprendizado de máquina.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi realizado no âmbito do projeto CAPES-COFECUB GeoABC e do projeto Europeu H2020-MSCA-RISE-2015 ODYSSEA project (Project Reference: 691053), EMBRAPA Agrosilvipastoril e Embrapa Labex Europa.

REFERÊNCIAS

- [1] Arvor D, Jonathan, M.; Meirelles, M. S. O. P.; Dubreuil, V.; Durieux, L. “Classification of MODIS EVI timeseries for crop mapping in the state of Mato Grosso, Brazil”. *International Journal of Remote Sensing*, v. 32, n 22, pp. 7847 – 7871, 2011.
- [2] Bungenstab, D.J. “Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – A Produção Sustentável”. ed. EMBRAPA, Brasília, 2012.
- [3] Brasil. Ministério da Agricultura. “Plano Setorial de mitigação e adaptação ao clima, Livestock and Food Supply”. Brasília-DF: MAPA, 2011.
- [4] Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. “Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil”. Brasília-DF: MCTI, 2014.
- [5] Câmara, Gilberto; Picoli, Michelle; Simoes, Rolf; Maciel, Adeline; Carvalho, Alexandre; Coutinho, Alexandre; Esquerdo, Julio; Antunes, Joao; Begotti, Rodrigo; Arvor, Damien. “Land cover change maps for Mato Grosso State in Brazil: 2001-2016”. links to files. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.881291>, 2017.
- [6] Carvalho, J.L.N., Raucci, G.S., Frazao, L.A., Cerri, E.C., Bernoux, M., Cerri, C.C. “Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gases emissions in the Brazilian Cerrado”. *Agric. Ecosyst. Environ.* v. 183 n 1, pp. 167–175. 2014
- [7] Chen, Y., Dengsheng, L., Emilio Moran, Mateus Batistella, Luciano Vieira Dutra, Ieda Del’Arco Sanches, Ramon Felipe Bicudo da Silva, Jingfeng Huang, Alfredo José Barreto Luiz, Maria Antonia Falcão de Oliveira. “Mapping croplands, cropping patterns, and crop types using MODIS timeseries data”. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*. v. 66 pp. 133-147. 2018.
- [8] Chen, J.; Jönsson, P.; Tamura, M.; Gu, Z.; Matsushita, B.; Eklundh, L. “A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter”. *Remote Sensing of Environment*, v. 91, n 3, pp. 332 – 344. 2004.
- [9] Cutler, D.R.; Edwards, T.C.; Beard, K.H.; Cutler, A.; Hess, K.T.; Gibson, J.; Lawler, J.J. ‘Random forests for classification in ecology’. *Ecology*, v.88, pp. 2783–2792. 2007
- [10] Jönsson, P.; Eklundh, L. “TIMESAT – a program for analyzing time-series of satellite sensor data”. *Computers and Geosciences*, v. 30, n 8, pp. 833 – 845. 2004

- [11] Kastens, J., Brown, J., Coutinho, A., Bishop, C., Esquerdo, J. "Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil". PLOS ONE 12 (4), e0176168. 2017.
- [12] Kuchler, P.C.; Bégué, A.; Simões, M.; Gaetano, R.; Arvor, D.; Ferraz, P.D.R "Assessing the optimal preprocessing steps of MODIS time series to map cropping systems in Mato Grosso, Brazil". International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 92 (outubro de 2020): 102150. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102150>.
- [13] Kuchler, P.C.; Bégué, A.; Simões, M.; Arvor, D.; Ferraz, P.D.R "SENSORIAMENTO REMOTO E ANÁLISE ESPACIAL: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O MAPEAMENTO DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA". In Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3, 1-10. Atena Editora, 2019. <https://doi.org/10.22533/at.ed.3791923091>.
- [14] Lawrence, R.L.; Wood, S.D.; Sheley, R.L. "Mapping invasive plants using hyperspectral imagery and breiman cutler classifications (randomforest)". Remote Sens. Environ. v.100, pp. 356-362. 2006.
- [15] Spera, S. A., Cohn, A. S., VanWey, L. K., Mustard, J. F., Rudorff, B. F.,Risso, J., Adami, M. "Recent cropping frequency, expansion, and abandonment in Mato Grosso, Brazil had selective land characteristics". Environmental Research Letters v.9 n.6, 064010. 2014.

Capítulo 5

Avaliação temporal das áreas plantadas e rendimento de culturas agrícolas no Oeste do estado de Santa Catarina

Neudi José Bordignon

Elisandro Pires Frigo

Resumo: A atividade agrícola é uma importante fonte geradora de empregos e de produtos indispensáveis para a qualidade de vida. A pesquisa e a evolução tecnológica contribuíram para o aumento da produtividade das culturas, mas, as mudanças climáticas podem reduzir avanços já conquistados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução das áreas plantadas e rendimento da produção das quatro principais culturas em 59 municípios pertencentes à RH2, no período de 1988 a 2018 através da análise de dados do IBGE. Os resultados mostram que existe uma dinâmica espaço-temporal das principais culturas da região. Apesar da área total plantada ter reduzido, a área da cultura da soja se expandiu. O rendimento aumentou ao longo do tempo, mas em períodos de estiagens severas, ele tem diminuído.

Palavras-Chave: produtividade agrícola, estresse hídrico, mudanças climáticas

Apresentado no XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2020 – 03 a 05 de agosto de 2020 – Foz do Iguaçu – PR, Brasil

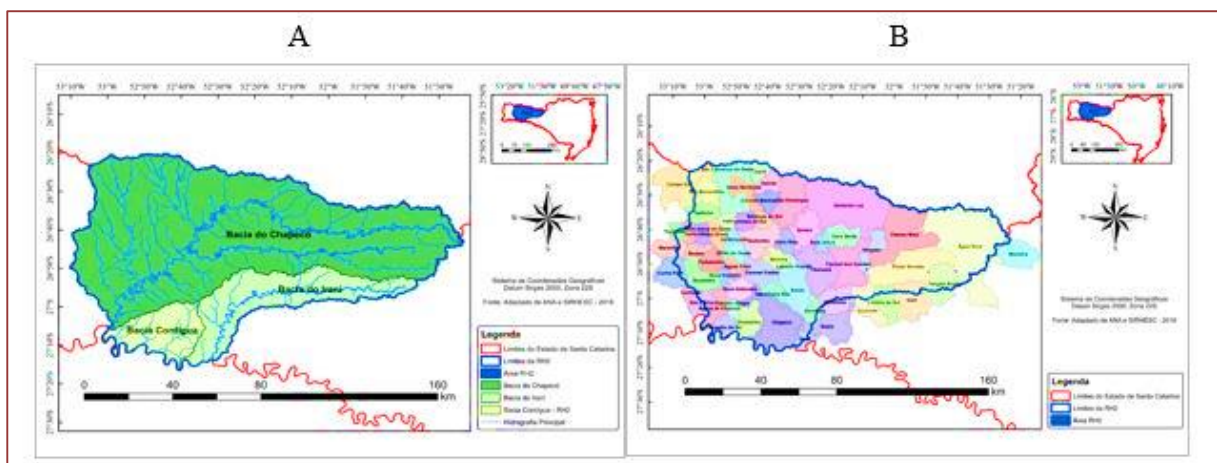
1. INTRODUÇÃO

A região hidrográfica dos rios Chapecó e Irani (RH2), é a 4ª maior região hidrográfica do estado de Santa Catarina, com uma extensão territorial de aproximadamente 10.784 km². Localizando-se na parte oeste do estado, a RH2 abrange a bacia hidrográfica do Rio Chapecó (área de 8.302 km²) e a do Rio Irani (área de 1.690 km²), além de bacia contígua (área de 792 km²). Nesta região, são desenvolvidas atividades voltadas ao setor agroalimentar (principalmente as culturas de soja e milho, assim como, feijão e trigo). Soma-se a isto, uma forte atividade agroindustrial (sobretudo no setor de carnes e leite), que abastece parte do mercado interno e externo. A UNESCO (2016), reconhece que a produção agrícola, também, é um setor gerador de empregos e empregos autônomos. De acordo com Caetano et al. (2018), os impactos das mudanças climáticas globais têm sido uma preocupação mundial, inclusive, para áreas que lidam com recursos essenciais ao bem-estar humano, como a agricultura, que impactam diretamente as atividades econômicas e a segurança alimentar. Segundo esses autores, a tecnologia é mais importante que o clima para explicar a produtividade da soja no Brasil. No entanto, alguns municípios são mais dependentes da adequação ambiental (principalmente no sul do Brasil). Em Santa Catarina, o somatório dos prejuízos na agricultura reportados no período de 1995 a 2014 foi de 7,6 bilhões de reais. Boa parte deste valor está relacionado aos efeitos das severas estiagens que atingiram principalmente municípios do oeste catarinense (CEPED UFSC, 2016). O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução das áreas plantadas e rendimento da produção das quatro principais culturas em 59 municípios pertencentes à RH2, no período de 1988 a 2018.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados anuais de áreas plantadas, produção e rendimento das culturas de soja, milho, feijão e trigo para o período compreendido de 1988 a 2018 foram obtidos da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Figura 1 mostra o mapa de localização do estudo e os diversos municípios abrangidos pelo trabalho. Os dados foram organizados e representados graficamente para melhor compreensão e visualização, confrontando-se áreas totais plantadas e rendimentos médios das culturas de soja, milho, feijão e trigo no período de 1988 a 2018. Buscou-se avaliar o comportamento das variáveis ao longo do tempo e, notadamente, o rendimento das culturas, inclusive em períodos específicos de ocorrência de estiagens severas na região.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo (A) e municípios abrangidos (B) pelo trabalho



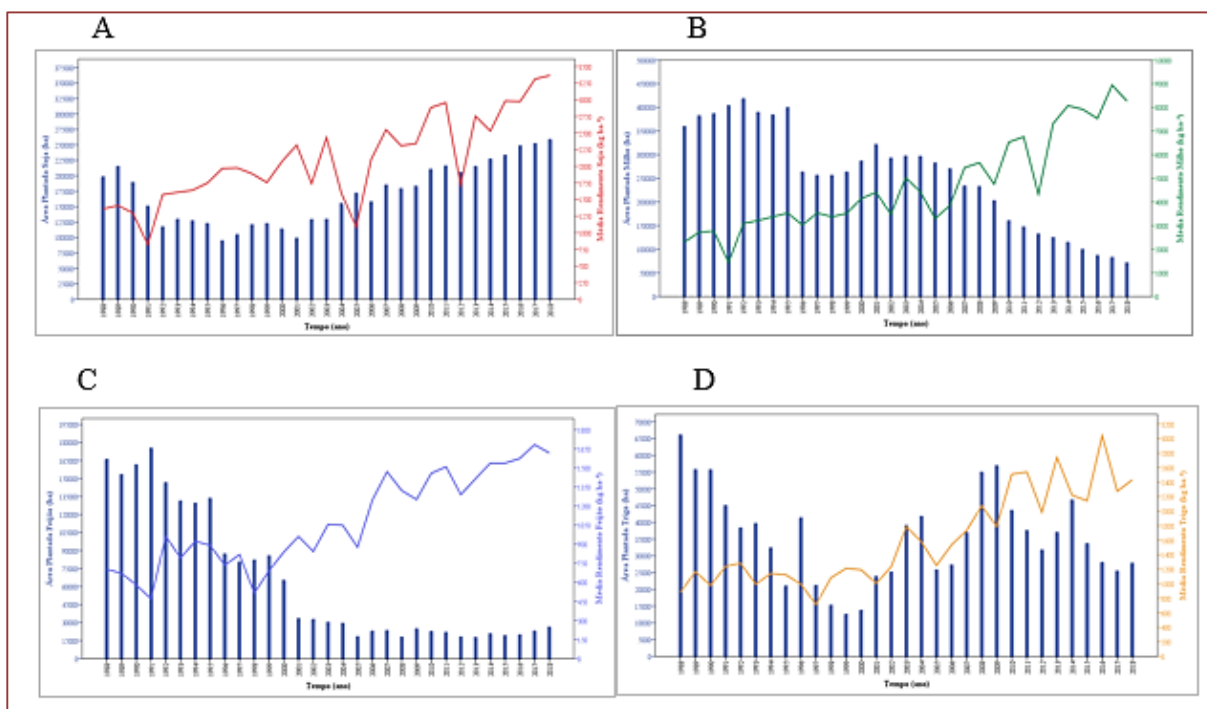
(Adaptado de ANA e SIRHESC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com base na análise de dados de áreas plantadas, produção e rendimento, pode-se verificar que existe uma dinâmica espaço-temporal de culturas na região. Essa dinâmica pode ter ocorrido em função de diversos fatores, a saber, o preço dos produtos e dos insumos, disponibilidade de recursos, adaptação climática, processo de urbanização, entre outros. Desde o final da década de 1980, as áreas plantadas das principais culturas regionais têm sofrido variação significativa. A cultura de milho, por exemplo, vivenciou uma redução, principalmente, em municípios com as maiores áreas plantadas. No decorrer do tempo,

influenciada por diversos fatores, a cultura do milho teve sua área plantada reduzida gradativamente na região, sendo substituída pela soja. A cultura de feijão, desde o final da década de 1980 e início da década de 1990, também passou a apresentar redução significativa em suas áreas plantadas. Essa tendência reverteu-se a partir de meados da década de 2000, porém pouco significativa. A cultura de trigo, embora tenha sido menos expressiva na região, também apresentou uma redução em suas áreas plantadas (inclusive na última década), principalmente entre os municípios que possuíam as maiores áreas plantadas. Em relação à produção, observou-se que a partir de meados da década de 2000 ocorreu um aumento acentuado na produção de soja na maior parte dos municípios da região, sendo que o município de Abelardo Luz tem se consagrado como maior produtor regional. Apesar da redução significativa das áreas plantadas da cultura de milho na região (redução que se tornou mais expressiva na última década), na produção, esta redução não ocorreu na mesma proporção, pois a produtividade da cultura de milho sofreu um acréscimo significativo. Apesar dos ganhos em produtividade, tem-se observado uma redução da produção de milho em grande parte dos municípios da região. A cultura de feijão sofreu uma redução em sua produção quando comparada ao início da década de 1990. No decorrer do tempo, também apresentou uma mudança geográfica dos seus maiores produtores. Do início até meados da década de 1990, os maiores produtores de feijão da região eram Chapecó, Coronel Freitas e Quilombo. A partir de meados da década de 2000, essa configuração mudou, destacando-se os maiores produtores em regiões próximas à divisa com o estado do Paraná, configuração esta, que predomina atualmente. A cultura de trigo teve seu pico de produção na região, no ano de 2008. Nos últimos anos (2014 a 2018), houve redução na produção dessa cultura na região. Em relação ao rendimento das principais culturas da região, pode-se observar que, no decorrer do tempo, houve um acréscimo generalizado (Figura 2).

Figura 2. Evolução das áreas plantadas e rendimento médio do Soja (A), milho (B), feijão (C) e trigo (D), dos 59 municípios analisados no período de 1988 a 2018



(IBGE, 2019).

A cultura de soja teve um aumento significativo do seu rendimento. Na década de 1980, esse rendimento não chegava a 2.500 kg ha^{-1} em nenhum município da região. A partir da década de 1990, houve um incremento significativo, chegando aos dias atuais com rendimentos que ultrapassam os 3.700 kg ha^{-1} , em alguns municípios da região, embora a média do rendimento regional da cultura seja menor. A cultura de milho foi a que apresentou maior crescimento em termos de rendimento. Na década de 1980, o rendimento da cultura de milho não atingia 4.000 kg ha^{-1} em nenhum município da região. A partir da década de 1990, houve um avanço crescente em termos de rendimento, chegando, nos últimos anos, a superar os $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$, em alguns municípios. O rendimento do feijão, que, na década de 1980, não atingia os 1.500 kg ha^{-1} em nenhum município, aumentou seu rendimento para mais de 2.000 kg ha^{-1} em

diversos municípios, embora a média do rendimento regional da cultura seja menor. A cultura de trigo teve um aumento significativo do seu rendimento. Entre as décadas de 1980 e 1990, na região, esse rendimento não chegava a 2.000 kg ha⁻¹, na maioria dos municípios. A partir da década de 2000, houve um incremento significativo, chegando aos dias atuais com rendimentos que ultrapassam os 3.300 kg ha⁻¹ em alguns municípios da região, embora a média do rendimento regional da cultura seja menor. Analisando-se os gráficos da Figura 2, pode-se observar que nos anos de 2005, 2009 e 2012, o rendimento das diversas culturas analisadas apresentou picos simultâneos de redução bastante significativos. Nestes anos ocorreram estiagens bastante severas na região, ocasiões em que foram registrados os maiores números de decretações de situação de emergência e calamidade pública.

4. CONCLUSÕES

O somatório das áreas plantadas das quatro culturas elencadas na região tem diminuído no decorrer do tempo, reduzindo-se (em 2018), a praticamente a metade do valor observado no ano de 1988. A área plantada da cultura de milho sofreu a maior redução na região neste período, assim como houve redução da área plantada de feijão e de trigo. Por outro lado, a cultura de soja experimentou um incremento positivo, superando no ano de 2010 a área plantada da cultura de milho. O rendimento médio de cada uma das culturas consideradas sofreu elevado incremento positivo. Apesar disso, a região tem sofrido prejuízos com estiagens severas e recorrentes que promovem perdas de rendimento e de produção, afetando principalmente as culturas do milho e da soja.

REFERÊNCIAS

- [1]. ANA (Agência Nacional de Águas). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/> Acesso em: 12 de fevereiro de 2019.
- [2]. CAETANO, J. M.; TESSAROLO, G.; OLIVEIRA, G.; SOUZA, K. S.; DINIZ-FILHO, A. F.; NABOUT, J. C.; Geographical patterns in climate and agricultural technology drive soybean productivity in Brazil. *Revista PLOS ONE*, San Francisco, USA, v.13, n.1, p.1-16, jan., 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191273>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/>. Acesso em: 22 mar. 2019.
- [3]. CEPED UFSC. Relatório Dos Danos: Materiais e Prejuízos Decorrentes de Desastres Naturais em Santa Catarina 1995 – 2014, 2016. Florianópolis, 2016. 71 p. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/relatorio-dos-danos-materiais-e-prejuizos-decorrentes-de-desastres-naturais-em-santa-catarina/>. Acesso em: 03 mai. 2019.
- [4]. EPAGRI/CIRAM. Mapas Digitais. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em: http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=559&Itemid=200. Acesso em: 23 jul. 2018.
- [5]. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- [6]. UNESCO. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos: Água e emprego. Resumo executivo, 2016. Florianópolis, 2016. 71 p. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244040_por. Acesso em: 19 ago. 2019.

Capítulo 6

Centro de Inovação do Cacau: Estratégia de inovação e sustentabilidade da cadeia produtiva do cacau

Jorge Chiapetti

Cristiano Villela Dias

Adriana Cristina Reis Ferreira

Samuel Takashi Saito

Resumo: O objetivo deste estudo de caso é analisar um novo movimento de organização da cadeia produtiva do cacau, no marco de uma nova abordagem de desenvolvimento de regiões agrícolas que tem uma commodity como principal produto. Como uma iniciativa de organização “de baixo para cima” pelos agentes da produção da cadeia produtiva do cacau do Brasil, o Centro de Inovação do Cacau (CIC), iniciativa do Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia (PCTSul), é uma iniciativa inédita que fornece suporte técnico para a análise da qualidade das amêndoas de cacau, com o objetivo de qualificar o cacau brasileiro, fomentar um novo mercado, agregando valor e aumentando a renda do produtor. Em três anos de atuação do CIC já é possível observarmos um reposicionamento do produtor e um aumento do padrão de qualidade das amêndoas de cacau. Assim, tem transformado a realidade produtiva regional, sinalizando para um novo momento da cacaicultura brasileira, que pode ser visualizada como um processo de descomoditização, isto é, de revalorização de formas específicas de produção. Ações essas que podem ser entendidas como uma iniciativa de inovação e sustentabilidade da cadeia produtiva do cacau, servindo de exemplo para outras cadeias produtivas do Brasil.

Palavras-chave: cacau de qualidade, descomoditização, cadeia produtiva, inovação, desenvolvimento.

1. INTRODUÇÃO

Com condições fisiográficas favoráveis e um mercado externo em expansão, a produção e a exportação de cacau ocupou papel de destaque junto ao comércio exterior brasileiro a partir do século XX, constituindo-se uma importante atividade de dinamização da economia da Bahia. A região Sul do estado da Bahia passa a ter todo o seu processo de desenvolvimento urbano e regional fortemente influenciado pelos impulsos produzidos pela economia cacauceira. (CHIAPETTI, 2009). Outro aspecto importante desta atividade nesta região é sua contribuição para a preservação ambiental, pela exploração do sistema de cultivo “cacau cabruca¹”. Atualmente, o cacau cabruca vem recebendo atenção dos órgãos de pesquisa quanto a sua caracterização, pois esse cultivo tem preservado muitas espécies de árvores nativas da Mata Atlântica e prestando muitos serviços ecossistêmicos. (AGUIAR *et al.* 2003; LOBÃO, 2007; SAMBUICHI *et al.* 2012).

Contudo, durante as décadas de 1980 e 1990, transformações de ordem técnica, política e econômica foram responsáveis por culminar num marcante processo de estagnação e diminuição da produção regional. A desregulação dos mercados agrícolas globais; o rebaixamento dos preços internacionais de commodities agrícolas; e a disseminação da praga da “vassoura de bruxa” – que causou grandes prejuízos na produção de cacau da Bahia - concorreram para a eclosão da chamada crise do cacau (CHIAPETTI, 2009; 2014). Atualmente, o mercado de commodity para as amêndoas de cacau não se apresenta favorável. Se analisarmos o comportamento do preço da tonelada de amêndoas de cacau na última década, observamos uma tendência de queda de preço (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Tendência dos preços da tonelada de cacau em dólares (2010 a 2020)



Fonte: [www.https://pt.tradingeconomics.com/commodity/cocoa](https://pt.tradingeconomics.com/commodity/cocoa).

Foi neste contexto e como forma de superar a crise do cacau, que novas estratégias de modernização, valorização e reinserção da produção cacauceira da região Sul da Bahia no mercado internacional e nacional passaram a ser implementadas na região. Em linhas gerais, desenvolveram-se estratégias orientadas à promoção de modelos de produção e comercialização de amêndoas de cacau, ancoradas na valorização da qualidade superior do produto, assim como, na revalorização de formas específicas de produção praticadas historicamente, dentre as quais se destaca o caso do sistema de produção cabruca, do cacau orgânico, do cacau certificado e de qualidade superior.

As novas estratégias adotadas ao longo dos anos é um exemplo de união em torno de uma causa, pois foi fomentada por produtores de cacau, com apoio de instituições de pesquisa, associações de classe, poder público (governos estadual e federal), ONGs e empresas, que buscaram, de maneira geral, ressignificar a

¹ Segundo Lobão (2007, p. 7): “A palavra cabruca é, possivelmente, uma corruptela do verbo brocar, a qual deu origem a uma outra, cabrocar ou cabruca, que significa roçar a mata, cortando arbustos e algumas árvores para plantar o cacauero”.

produção local e ao mesmo tempo revalorizá-la, distinguindo-a das demais regiões produtoras através da certificação da origem e da qualidade única da produção. Em suma, pode-se dizer que o intuito dos agentes foi o de consolidar “marcos de distinção” (HARVEY, 2005) da produção regional, conferindo a ela e aos produtores maior identidade; agregando valor à produção; e possibilitando a região tornar-se menos vulnerável às oscilações de preços e as baixas remunerações, muito comuns nos mercados mundiais de produtos agrícolas *commodizados*, que apostam na produção de escala, pagam por peso e não valorizam atributos de qualidade.

Tal esforço de diferenciação da produção regional esteve alinhado ao fenômeno denominado de descomoditização da produção agrícola, movimento abrangente e, cujo objetivo, vem sendo o de aproximar produtores e consumidores; reduzir o número de intermediários na comercialização dos produtos; possibilitar aos agricultores maior autonomia no mercado agrícola; além de agregar valor à produção, através de certificações que destacam a qualidade única e a procedência geográfica dos produtos (COGUETO, 2014; FREDERICO; BARONE, 2015).

O mercado de produtos agrícolas *commodizados* possui uma estrutura de controle que operam hegemonicamente e tendem a padronizar os procedimentos de comercialização usando forças dominantes que ditam as regras no mercado. Por outro lado, a competitividade que hoje se mostram como um requisito para as grandes empresas obterem seus privilégios no mercado, pode dar lugar à solidariedade e a cooperação organizadas “de baixo para cima”², isto é, pelos agentes da produção de matéria prima. Sobre esse sistema, auto organizado, de baixo para cima é que novas relações, mais solidárias, podem ser estabelecidas no mercado.

O movimento de valorização das formas específicas de realização da produção local, constitui-se num fenômeno que abrange atualmente os mais diversos produtos agrícolas, podendo-se citar como exemplos: a produção de vinhos, café, queijo, entre outros. De maneira geral, a certificação pode contemplar diferentes aspectos da produção, tais como: as denominações geográficas de origem (Indicação geográfica); as certificações de realização de comércio justo (Fair Trade); a certificação de bens produzidos através de técnicas ecologicamente sustentáveis (orgânico, Rain forest); e a produção de bens agrícolas de qualidade superior (produtos finos, gourmet) (COGUETO, 2014; FREDERICO; BARONE, 2015).

Em tese, a busca pela consolidação dos marcos de distinção da produção local é propugnada como alternativa às regiões agrícolas tradicionais para que estas tornem-se menos instáveis e vulneráveis frente ao mercado mundial de commodities e, concomitantemente, os produtores tornem-se também menos subordinados às políticas e ao poder regulador dos mercados exercido pelas grandes empresas (tradings, exportadoras, processadoras) atuantes no agronegócio global (FREDERICO, 2013; SANTOS, 2010).

Até o início do século XXI, não existia diferenciação na forma de comercialização de amêndoas de cacau no Brasil. Não existia um prêmio pela qualidade das amêndoas de cacau. O preço sempre foi regulado pelo valor de referência da bolsa de valores de Nova Iorque e Londres, com um pequeno ágio para o cacau brasileiro. As amêndoas de cacau são comercializadas no mercado em três grandes categorias de classificação: o cacau “Bulk”³, que só considera as características físicas, os “Especiais”⁴, o “Fino”⁵ e de “qualidade superior”⁶. As amêndoas de cacau especiais, finos e qualidade superior possuem um valor diferenciado no mercado, “usualmente são pagos prêmios ao produtor, que podem chegar, em alguns casos, a 100% da cotação de referência” (LEITE, 2018, p. 58). Atualmente, 97% das amêndoas produzidas

² O conceito “de baixo para cima” é um contraponto do pensamento tradicional do planejamento tecnocrático, difundido na economia clássica, a partir de Adam Smith, de que caberia ao Estado as diretrizes nas políticas públicas para a alocação ótima de recursos e de distribuição de produtos. Consistia, portanto, uma visão, na qual os participantes da produção de matéria prima não tinham autonomia (SANTOS, 1987; FOLEY, 2019).

³ É uma amêndoa de cacau sem aroma, denominado de cacau comum ou padrão. O seu preço é definido pela Bolsa de Nova Iorque ou de Londres. O critério de classificação é definido pela Instrução Normativa 38/2008, como Tipo 1; Tipo 2; Tipo 3 e Fora de Tipo, seguindo apenas os parâmetros de defeito como: porcentagem de amêndoas mofadas, fumaça, danificadas por insetos, ardósias, germinadas e achatadas.

⁴ São amêndoas que possuem certificação de orgânico, Fair trade, e Rain Forest.

⁵ O cacau fino é definido pela *The International Cocoa Organization* (ICCO), utilizando parâmetros físicos, genéticos, geográficos, químicos, organolépticos e varietais (que são a variedade crioulo, trinitário ou nacional do Equador). A ICCO possui um comitê que reavalia constantemente a lista dos países produtores. No ano de 2019 o Brasil começou a fazer parte da lista de países produtores de cacau fino. Muito se deve a essa inclusão o conhecimento e comprovação da qualidade do cacau brasileiro.

⁶ A qualidade de cacau pode ser definida como: o resultado de uma interação entre uma boa genética, beneficiamento eficiente e a vontade de um grupo ou de um produtor, de produzir e vender, o melhor cacau que ele pode fazer (FERREIRA, 2017a).

no Brasil são comercializadas no mercado como cacau Bulk, 2% cacau especiais e 1% cacau fino ou qualidade superior (SEBRAE, 2019; CHIAPETTI, et al. 2020).

No Brasil não existe um modelo de padrão para as amêndoas de cacau de qualidade superior, o padrão é estabelecido pelo mercado. Cada comprador de amêndoas exige um padrão de acordo com suas necessidades e características que queira atribuir ao produto final, o chocolate. Basicamente os compradores de amêndoas do cacau de qualidade superior estabelecem os critérios de qualidade em relação a porcentagem de fermentação das amêndoas (principal característica), defeitos, Ph, aroma etc. (FERREIRA, 2017b). Embora a produção de cacau especiais, finos ou de qualidade superior tenham despertado o interesse dos produtores a partir da primeira década de 2000 (ESTIVAL, 2015; SANTOS et al. 2015; FERREIRA, 2017b; VIOTTO et al. 2017), no Brasil, até o surgimento do CIC, não existia um laboratório que caracterizasse os lotes de amêndoas de cacau e por isso, não existia diferenciação na comercialização, isto é, as amêndoas eram comercializadas pelos produtores de cacau, na sua grande maioria, apenas pelo critério de peso. Seguindo padrões de análise internacional o CIC vem caracterizando e certificando os lotes de amêndoas dos produtores de cacau, nas suas características físicas, químicas e sensoriais, e faz uma “ponte” com os compradores que buscam atribuir qualidade no seu produto final.

Diante disso, o objetivo deste estudo é discutir a iniciativa do CIC que vem consolidando novas formas de produção e comercialização de amêndoas de cacau no Sul da Bahia, bem como compreender as características desse novo círculo de cooperação. A especialização e certificação da produção vem se constituindo numa estratégia adotada por produtores para explorar novos nichos de mercado, ao passo em que também almeja reinserir a região em modernos circuitos de produção de cacau e derivados.

A elaboração do estudo de caso sobre o CIC tem um caráter descritivo e explicativo e está organizado em 4 seções, incluindo a introdução na qual realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, entendendo as formas específicas de valorização que apontam para a inovação e novas inserções nos mercados. Na segunda seção delinea-se a qualificação das amêndoas de cacau do Brasil e o esforço para construir um padrão de qualidade. Na terceira seção, se discute a criação do CIC, seus objetivos e as suas estratégias para aumentar a qualidade do cacau e a inserção do Brasil como produtor de amêndoas de qualidade. Na quarta seção discutem-se os pontos comuns entre o caso do cacau do Brasil e a abordagem cepalina para a sustentabilidade. Por fim, na seção cinco são feitas as considerações finais do estudo.

2. A QUALIFICAÇÃO DAS AMÊNDOAS DE CACAU DO BRASIL

Muito ainda precisa ser compreendido sobre os critérios de diferenciação e padronização do cacau de qualidade superior. O que é correto afirmar é: o mercado é quem define quais são os atributos desejáveis para produzir os mais diversos tipos de produtos que podem ser derivados de uma amêndoa de cacau especial. Cada origem ou região produtora de cacau e suas variedades genéticas relacionadas tem características físico-químicas e sensoriais próprias, que irão determinar sua utilização e processamento pela indústria. Porém, existem alguns fatores que podem ser destacados como determinantes para qualidade das amêndoas do cacau, que são: o genótipo, o clima, o solo onde o cacau é cultivado, o manejo e a tecnologia pós-colheita empregada.

O cacau origem Sul da Bahia tem sido historicamente considerado um bom cacau, mesmo com suas variedades genéticas tradicionais descendentes do cacau Forastero. Na década de 1940, esse cacau recebia prêmios pagos nas bolsas de valores acima dos preços do mercado internacional, principalmente, devido às características marcantes de brilho e cor (avermelhado) e de intensidade de sabor e aroma, muito apreciados pela indústria do chocolate, sendo comercializado como Cacau Bahia Superior. Esse reconhecimento foi perdido há décadas, mas recentemente, com a introdução de novas variedades e com um extenso trabalho de melhoramento genético realizado na região pela Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira – CEPLAC (uma entidade governamental dedicada a pesquisa e desenvolvimento da produção de cacau), produtores do Sul da Bahia iniciaram um novo movimento, que resultou no reconhecimento das amêndoas produzidas na região, em importantes concursos internacionais de qualidade das amêndoas de cacau.

O Brasil vem mostrando nos últimos anos um grande potencial para a produção de amêndoas de cacau de qualidade superior. Como marco desse movimento podemos citar o ano de 2010, com a premiação em concurso internacional de cacau fino, no Salon du Chocolat de Paris. Esse concurso escolheu os melhores cacaos finos do mundo, concorrendo 134 amostras de cacau de diversos países e somente 50 foram selecionados como cacao of excellence. Entre as amostras selecionadas, 7 eram de produtores brasileiros. (SANTOS et al. 2015) Na seleção final desse concurso, o cacau do produtor baiano João Tavares foi escolhido o melhor da América do Sul na categoria “aroma cacau chocolate”. Esse caso de sucesso incluiu o

Brasil no mapa internacional de cacau fino, como uma origem nova entre esses produtores, com um produto final inovador, que apresentava notas de alcaçuz, especiarias e frutas secas. (ANDRADE, 2018). Para fortalecer ainda mais este cenário, o mercado de chocolate redescobriu a origem Sul da Bahia e os produtores de cacau da região, embora ainda em pequena escala, vêm se consolidando na comercialização de amêndoas com qualidade superior.

Este reconhecimento despertou o interesse da indústria de chocolate gourmet e levou o cacau do Sul da Bahia a conquistar mercados onde os fabricantes apreciam sabores e aromas peculiares e atributos específicos, para produzir chocolates considerados “Premium”, de alta qualidade. De acordo com Sebrae (2019, p.68) “o chocolate gourmet tem taxa de crescimento anual de 20% (3 vezes mais que o chocolate comum)”. Diante deste novo cenário, além da implementação do CIC, os produtores da região se organizaram e iniciaram um projeto de proteção do cacau Sul da Bahia, através do reconhecimento da Indicação Geográfica (IG), visando agregar valor ao produto final, através da valorização da sua história e da sua forma peculiar de cultivo e de suas características físico-químicas e organolépticas. (FERREIRA, 2017^a). A região Sul da Bahia é rica em conhecimentos tradicionais, passados de geração a geração por mais de 200 anos. Este sistema é a maior identidade do cacau da região, além de que a sua forma tradicional de cultivo protege as ricas fauna e flora, abrigadas sob as grandes árvores da Mata Atlântica.

Dentro desse movimento de monitoramento e aumento da qualidade do cacau brasileiro, apoiado por diversas instituições, o que podemos denominar de um movimento “de baixo para cima”, o CIC exerce um papel fundamental. As análises realizadas pelo CIC⁷ e seus respectivos laudos revelam atributos e características, não percebidas pelos produtores, inerentes às amêndoas de cacau, que se traduz numa valorização da produção regional e vem colaborando na construção de novos mercados, consolidando a imagem do Brasil perante o mercado internacional do cacau, até então impensáveis e inalcançáveis pelos produtores de amêndoas do Sul da Bahia. Esse movimento, para alcançar sua máxima eficiência de sustentabilidade, deverá ser estendido para todas as regiões produtoras de amêndoas de cacau do Brasil.

3. CRIAÇÃO DO CIC: A INSERÇÃO DE PADRÕES DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE AMÊNDOAS DE CACAU DO BRASIL

O CIC surgiu através de muitos debates entre os agentes da cadeia produtiva do cacau a respeito de medidas para as saídas da crise da cacaicultura, iniciada no final da década de 1980. O cultivo de amêndoas de cacau possui um conhecimento tácito construído por mais de 200 anos, além disso, o cacau cultivado no sistema cabruca promove serviços ecossistêmicos, um atributo importante quando se pensa nas questões ambientais. Levando-se em consideração esses fatores, era preciso desenhar uma política de desenvolvimento para transformar a região Sul da Bahia, tendo como vetor de transformação a atividade cacauzeira e o aumento de renda dos produtores, mas sem cair na armadilha da gangorra de preços dos mercados de commodities, regulados pela oferta e demanda. Assim, surgiu a questão da “qualidade” como um vetor de transformação dessa região. Mas ainda havia uma barreira para ser transponível, pois sem um sistema de validação da qualidade das amêndoas, o produtor não conseguiria conhecer o que estava produzindo em termos de qualidade para poder melhorar e valorizar o seu cacau para atingir mercados mais rentáveis, ficando preso à forma tradicional de comercialização pelo peso do produto, somente.

O CIC foi concebido como um centro de inovação muito parecido com os centros da cadeia produtiva do vinho da Itália e da França, por exemplo. Nesses países, todas as vinícolas têm laboratórios de análises associados que realizam análises de ácido málico, orgânicos e outros compostos presentes no mosto da uva, para que as vinícolas saibam que tipo de vinho esse mosto pode produzir e quais as medidas de controle para corrigi-lo e produzir um vinho de qualidade superior. As análises desses laboratórios contribuem para o entendimento do processo de qualidade e auxiliam as vinícolas a produzirem vinhos de qualidade superior, que ganham prêmios internacionais e são valorizados no mercado.

Nesse sentido, o CIC exerce um papel fundamental na nova organização da produção regional, pois a qualidade das amêndoas de cacau envolve critérios bastante complexos, que têm como componentes as características físicas das amêndoas: cor, tamanho, peso, espessura da casca, teor de gordura e qualidade intrínseca; as características sensoriais que são determinadas pelo sabor, que está relacionado a um conjunto de fatores como o genótipo, o clima e o solo, e pelas técnicas de manejo e pós-colheita adotadas. A qualidade das amêndoas pode envolver também atributos sanitários, ambientais entre outros. A relação de todos estes fatores garante ao produto final, padrão e identidade próprios.

⁷ O CIC usa como referência de qualidade para realizar as suas análises a ISO 2451/2014.

Atualmente, não existem critérios mundiais padronizados que permitam avaliar e enquadrar as características das qualidades física e organoléptica de um cacau de qualidade superior. Então, o que acontece é que cada país produtor estabelece seus próprios critérios de qualidade e o mercado mundial aprova.

O CIC é uma associação sem fins lucrativos, gerida por uma diretoria científica e faz parte das ações do Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia (PCTSul)⁸, respondendo, diretamente ao seu conselho de Administração. Iniciando suas atividades no final de 2016 o CIC foi, formalmente, inaugurado em março de 2017 e faz análises variadas em amêndoas de cacau e chocolate. Trata-se de um laboratório dedicado para fazer análises de amêndoas de cacau, prestando serviços a produtores de variados portes e mesmo à indústria processadora. São testes de qualidade para detectar defeitos, classificar e avaliar a fermentação (um dos principais indicadores de qualidade do cacau), medir o nível de acidez, percentual de gordura, índice de oxidação de gordura e vários outros. Também faz análises sensoriais, como estratégia de mapeamento do potencial do cacau brasileiro. Além de oferecer cursos e capacitações em produção de chocolate e melhoria da qualidade do cacau. Recentemente fomentou a criação do Comitê Nacional de Cacau Especial do Brasil⁹, entidade criada em colaboração com a CEPLAC, Empresas e Associações. Esse comitê está encarregado da realização do concurso nacional de qualidade de cacau para fortalecer o mapeamento das variedades brasileiras e dos produtores que se destacam na produção de amêndoas de cacau de qualidade superior.

A viabilização do CIC teve uma participação importante da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), que cedeu a infraestrutura necessária para o seu funcionamento e do Instituto Arapyau, que aportou os recursos financeiros para custear o seu funcionamento na sua fase inicial, também contou com o apoio do Centro Mars de Ciência do Cacau, que forneceu alguns equipamentos para os laboratórios.

O CIC funciona num prédio de 302 m², no campus da UESC, estruturado com recepção, salas de reuniões e cinco laboratórios. São eles: Laboratório de Classificação Vegetal, onde se faz o teste de corte; Laboratório de físico-química básica, onde se determina o Ph, a acidez titulável e de gordura; Laboratório de Análise Sensorial, composto por cabines sensoriais de amostra cegas; Laboratório de preparação de Amostras, que prepara o padrão de amostras, composto por equipamentos de processamento das amêndoas como, torrador, descascador, moinho e melanger, para fazer chocolate em pequena escala. Esse laboratório consegue fazer os derivados das amêndoas de cacau, como o pó, liquor e chocolate para serem analisados no laboratório sensorial; e o Laboratório de Química, que possui cromatógrafos que analisam açúcares redutores, micotoxinas, ácidos orgânicos, voláteis, organofosforados, álcool, etc.

O CIC ainda possui uma pequena planta piloto, que processa 50 kg de amêndoas de cacau por dia, funcionando como uma incubadora para os produtores de amêndoas de cacau ou empreendedores que queiram desenvolver seus chocolates. Nessa planta piloto, já foram trabalhadas mais de 20 marcas de chocolate regionais e que hoje estão atuando no mercado de *bean-to-bar*¹⁰ (do grão à barra). Segundo o SEBRAE (2019) em 2004 existiam apenas três empresas *bean-to-bar* que compravam cacau de qualidade superior. Atualmente existem mais de setenta empresas que atuam neste setor, incluindo compradores de cacau de qualidade e produtores rurais que produzem cacau de qualidade e processam seus chocolates com marcas próprias.

Inicialmente, o CIC tinha como objetivo a caracterização das amêndoas de cacau da Bahia como estratégia de diferenciação para agregação de valor e implemento de renda ao produtor, um processo que pode ser denominado de descomoditização. A forma estruturante dessa ação foi através da viabilização de seus laboratórios para caracterizar e dar uma identidade às amêndoas de cacau produzidas na Bahia, para atender mercados mais específicos, diferentes do cacau commodities. Num primeiro momento, ele cumpriu sua missão de caracterizar o cacau, onde o produtor começou a conhecer a qualidade das amêndoas produzidas em termos de acidez, teor de gordura, quantidade de flavonoides, porcentagem de

⁸ Fazem parte do PCTSul as seguintes instituições: Sócios Fundadores: Instituto Arapyau, SINEC e CEPEDI. Sócios Efetivos: UESC, UFSB, IFBa, IFbaiano, SECTI/BA, CEPLAC, WWI - Worldwatch Institute, AIPC, ABAF, FAEB.

⁹ <https://forumdocacau.com.br/e-lancado-o-comite-nacional-de-qualidade-de-cacau-especial-do-brasil/>

¹⁰ Esse movimento surgiu, especificamente, nos EUA e Europa, para diferenciar do chocolate industrial feito a partir do chocolate de transformação. Existe uma grande diferença entre os chocolates *bean-to-bar* em relação aos chocolates convencionais. Os chocolates convencionais industriais são fabricados da mistura de amêndoas de cacau de diferentes procedências com o uso de aditivos para padronizar o sabor. Mesmo alguns chocolates ditos finos não chegam a complexidade dos *bean-to-bar*. (MESQUITA, 2016).

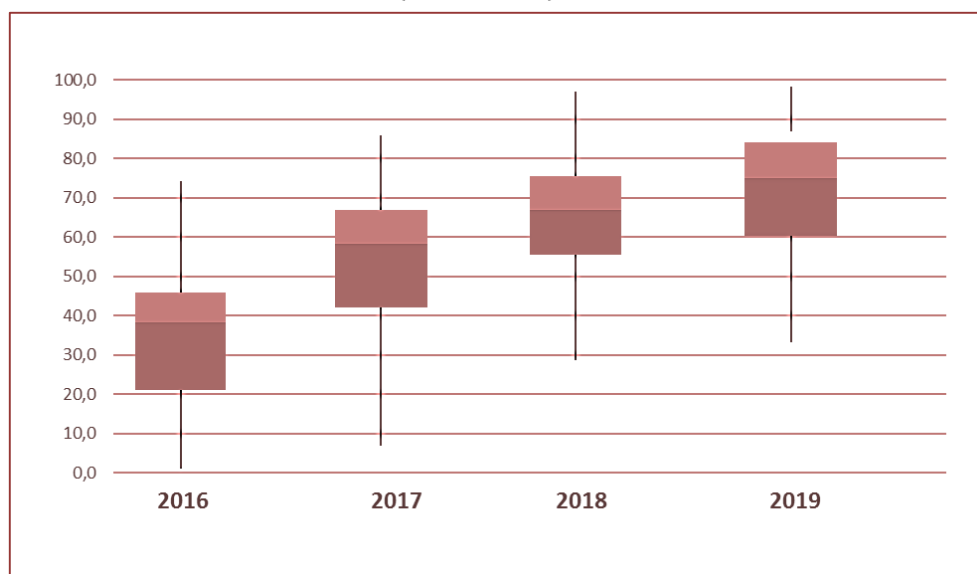
fermentação, etc. Com esse conhecimento os produtores iniciaram novas formas de comercialização, não mais o cacau tipo 1 e 2 Bulk, mas o cacau de qualidade superior, agregando valor à produção.

Embora esse tenha sido um movimento que iniciou uma transformação na forma de comercialização da produção de cacau de qualidade superior, outro entrave foi percebido na questão da divulgação desse mercado. Não bastava apenas atestar a produção de uma amêndoa de cacau de qualidade, mas sim, era preciso aproximar o produtor do consumidor, a exemplo das empresas produtoras de chocolate *bean-to-bar*, ou chocolates fabricados por produtores de cacau a partir de suas amêndoas (*tree to bar*)¹¹.

Concomitante ao movimento de aumento da qualidade das amêndoas de cacau promovido pelo CIC, as empresas produtoras de chocolate *bean-to-bar* iniciaram a compra de amêndoas de qualidade atraídas pelo trabalho de certificação do CIC. O caso mais notório é o da empresa Dengo, que iniciou as atividades em 2018 comprando amêndoas de cacau de qualidade superior da região Sul da Bahia, pagando um ágio que varia de 70 % até 145 % do valor tipo *bulk*¹². (SEBRAE, 2019). Outros exemplos de venda de cacau de qualidade com altos valores, para empresas nacionais e internacionais, têm crescido consideravelmente na Bahia.

A crescente busca de qualidade entre os produtores de amêndoa de cacau pode ser observada nos resultados de melhoria da qualidade observados pelo CIC desde a sua criação (Gráfico 2) e dos números de análise realizadas. Em 2017 o CIC analisou 848 amostras de cacau de qualidade em 2018 foram analisadas 2222 e em 2019 foram analisadas 3327 amostras de cacau representando um volume total de mais de 400 toneladas

Gráfico 2 – Tendência da melhoria da qualidade das amostras analisadas pelo CIC por fazendas (2016 a 2019)

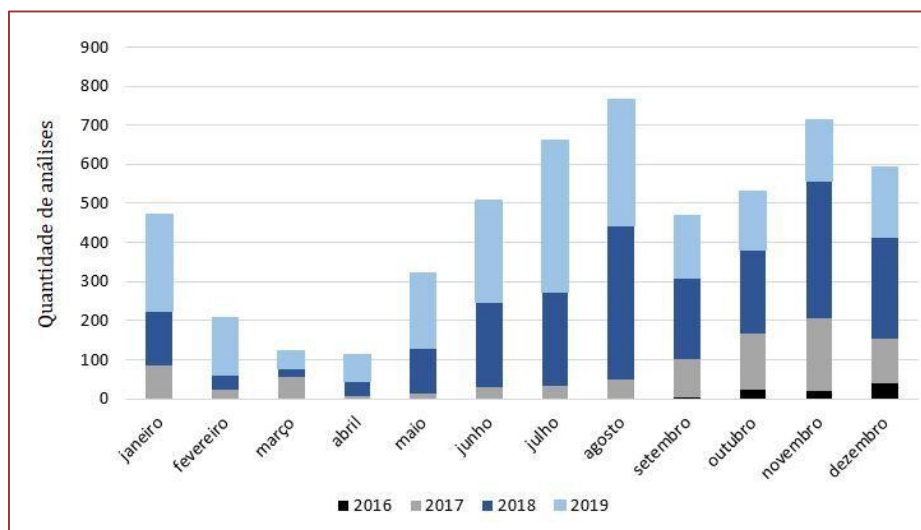


Fonte: Banco de dados do CIC

¹¹ O conceito *tree-to-bar* (da árvore à barra) foi criado pelos produtores de cacau do Sul da Bahia que produzem seus chocolates a partir das amêndoas produzidas em suas fazendas para diferenciar do conceito *bean-to-bar*. Embora os dois conceitos trazem como característica o domínio de todas as etapas de produção.

¹² A Dengo possui uma escala de valor para pagamentos das amêndoas de acordo com a qualidade atestada pelo CIC. São elas: fermentação 70 % o mínimo; Ph entre 5,2 e 5,6; umidade entre 6 a 8 %; somatório de defeitos 2,5 % e odor característico de cacau. O prêmio é de acordo com a fermentação (70 a 100 %) acima do valor de mercado. O cacau orgânico tem um acréscimo de 30 % e o cacau varietal tem um acréscimo de 15 %. Ex. Amêndoas de cacau 100 % fermentadas, orgânico e varietal pode ter um ágio de 145 % do valor do cacau *commodities*. Disponível em: <https://dcomercio.com.br/categoria/negocios/o-jeito-sustentavel-da-dengo-produzir-chocolate>

Gráfico 3 – Crescimento das análises de classificação realizadas pelo CIC mês a mês (2016 a 2019).



Fonte: Banco de dados do CIC

Atualmente o CIC, que iniciou suas atividades com o foco na análise e na difusão dos parâmetros de qualidade das amêndoas de cacau, está atuando em três áreas:

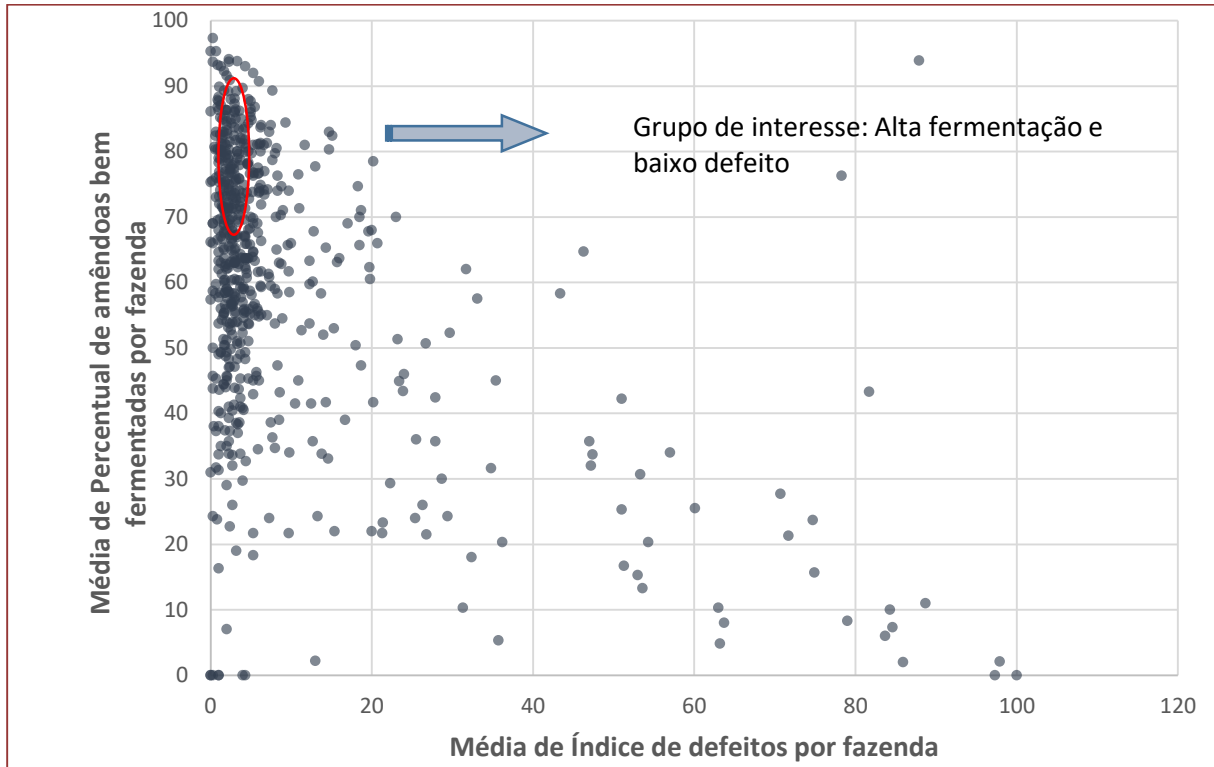
- **Qualificação:** a principal área de atuação e que envolve a classificação físico-química, determinando a quantidade de gorduras, teor de flavonoides, conteúdos de teobromina, cafeína e outros compostos importantes do ponto de vista da qualidade e análise sensorial.
- **Grupo de Excelência:** que são consultorias através de cursos e treinamentos, utilizando todo o conhecimento gerado pelo CIC, na parte analítica, para fornecer ao produtor condições de evolução do nível de qualidade da sua produção do cacau *commoditie* para uma produção de cacau *gourmet*, prêmio ou especial. O objetivo é em 10 anos contribuir com a formação de mais de 10 produtores de excelência, reconhecidos pela sua qualidade, premiados nacional e internacionalmente.
- **Rastreabilidade:** essa é uma demanda dos compradores de amêndoas de cacau de qualidade superior, que utilizam o laudo do CIC e seu banco de dados como referência na escolha dos melhores produtores de amêndoas. A tecnologia de rastreabilidade está sendo desenvolvida pelo CIC no formato de *Blockchain* (protocolo de confiança), onde todas as amostras que entram no CIC para análise poderão ser rastreadas pelo fabricante de chocolate. Isto é, de onde o lote de amêndoas veio, como foi produzido, quem é o produtor, qual o perfil de qualidade do cacau, etc.; tudo isso rastreável e auditável.

Com esse trabalho, o CIC está gerando uma base para a criação de uma plataforma de *marketplace* (portal de vendas online colaborativo), para poder atuar nos principais gargalos da cadeia produtiva do cacau, que é a compra direta das empresas com o produtor em um canal de venda específico, qualificado, com informações relevantes sobre os lotes disponíveis e sem a ação de intermediários.

Outras ações estão sendo implementadas pelo CIC, como o apoio da IG do Cacau, em que realiza todos os laudos dos lotes de amêndoas que recebem o selo de certificação, bem como da Rede Povos da Mata, que é uma associação de produtores de cacau orgânico, onde o CIC faz as análises gratuitamente para a certificação dos lotes de amêndoas desse cacau.

Outro aporte importante do CIC diz respeito à difusão e apreensão da informação na construção do conhecimento comercial, por meio do uso do seu banco de dados, vem ajudando o mercado consumidor final a ajustar as suas preferências e as decisões de compras, estabelecendo critérios relacionados às características físico-químicas de determinado lote de amêndoas de cacau ou da forma de produção, ou seja, cacau com alto padrão de fermentação e baixo índice de defeitos, cacau orgânico, cacau cabruca, etc. Tudo isso podendo ser rastreado, tanto pelo produtor no que diz respeito a seu estoque, quando ao comprador, no que diz respeito à qualidade do lote comprado (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Rastreabilidade das fazendas com maior percentual de fermentação e menor percentual de defeitos



Fonte: Banco de dados do CIC

4. ANÁLISE DO CIC À LUZ DA SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade de uma cadeia produtiva representa uma articulação e coordenação de políticas (públicas e privadas, nacionais e subnacionais, setoriais, tributárias, regulatórias, fiscais, de financiamento, de planejamento, etc.), que alavancam investimentos para produzir um ciclo virtuoso de crescimento econômico, gerador de emprego e renda, redutor de desigualdades e promotor de sustentabilidade (CEPAL/FES, 2019).

Podemos afirmar, a partir do que foi discutido, que o CIC é um exemplo claro de articulação e coordenação da cadeia produtiva do cacau, na medida em que congregou várias instituições, investimentos e fornece um arcabouço coeso de diretrizes, metas e linhas de ação para uma nova realidade de qualificação e comercialização da produção de amêndoas de cacau, com base nos requisitos de qualidade. Por exemplo, as áreas de atuação do CIC contribuem para uma governança ordenada e eficiente da cadeia do cacau ao indicar claramente os caminhos a serem seguidos pelos produtores de amêndoas que buscam produzir uma amêndoa com qualidade superior, bem como, a ponte com o mercado consumidor de amêndoas de qualidade.

As políticas estabelecidas pelo CIC ajudam a construir uma visão comum para o futuro dos produtores de amêndoas de cacau de qualidade do Brasil, oferecendo informações tanto para os produtores como para o mercado, reduzindo incertezas e criando um ambiente de negócios favorável aos investimentos sustentáveis.

Ficou clara a capacidade do CIC de fomentar um mercado com base na qualidade das amêndoas, fato esse que não existia no Brasil. Somente a discussão da possibilidade de produzir amêndoas de qualidade superior despertou outro movimento de diferenciação da produção capitaneada pela IG do Cacau. Hoje, o Brasil começa a nortear a sua produção através das IGs. A primeira IG do cacau foi a de Linhares, do estado do Espírito Santo. A segunda foi a de Tomé-Açu, no estado do Pará e a terceira a IG do Sul da Bahia. Esse é um movimento de valorização da produção cacauzeira, que deverá colocar o Brasil entre os países produtores de amêndoas de qualidade. Destacam-se as ações da empresa Dengo e outras que estão fomentando um mercado, cada vez mais crescente, de amêndoas de cacau de qualidade, através do trabalho do CIC.

Ainda, quanto a produzir um ciclo virtuoso de desenvolvimento no tripé da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), fizemos uma reflexão a partir das três eficiências definidas no contexto da abordagem cepalina para a sustentabilidade:

- a) Primeiro, destacamos eficiência schumpeteriana, segundo a qual uma matriz produtiva mais integrada e intensiva em inovação gera externalidades positivas do aprendizado e do conhecimento acumulado, que se irradiam em toda a cadeia de valor (CEPAL/FES, 2019). A difusão de tecnologias de produção de amêndoas de cacau de qualidade superior, que até então era inexistente no Brasil, vai gerar externalidades positivas em toda a cadeia produtiva do cacau, integrando os produtores as novas tecnologias de produção. Observamos que os laboratórios do CIC produzem um conhecimento favorável ao processo inovador ao desenvolverem novas tecnologias para o setor, tanto da produção de amêndoas como da produção final do chocolate. Quanto mais amostras forem realizadas no CIC, mais conhecimento será gerado sobre o perfil e a evolução da qualidade das amêndoas de cacau e os tipos de produtos finais possíveis. Instrumentos dessa magnitude impulsionam fluxos de conhecimento por toda a cadeia produtiva, contribuindo para diminuir riscos e a dependência de apenas um mercado.
- b) A segunda eficiência é a keynesiana, que destaca os benefícios de se atuar em nichos de mercado cuja demanda esteja em rápida expansão nacional ou internacionalmente (CEPAL/FES, 2019). Ao apresentarem rápido crescimento, tais segmentos de mercado permitem gerar ganhos de escala e escopo, que aceleram ainda mais a economia, gerando mais empregos. Notadamente, as principais empresas mundiais de chocolate atuam também no mercado de chocolate fino, com alto grau de inovação de seus produtos finais. O mercado do chocolate artesanal cresceu 23 % nos últimos anos e a grande indústria teve uma redução de 1% (SEBRAE, 2019). Esse processo está fazendo com que a grande indústria busque se diversificar. A Nestle já lançou uma linha de chocolate produzida com amêndoas de qualidade superior, focada na origem e rastreabilidade. A linha *Les Recettes de L'Atelier* já foi lançada com dez versões de chocolate em tabletes¹³. A presença das grandes indústrias demonstra a importância deste mercado. Tanto o lançamento de novos produtos, como a compra de pequenas indústrias renomadas já é uma realidade no mercado de cacau fino¹⁴.
- c) A terceira eficiência é a da sustentabilidade ambiental, que se refere à preservação de uma atividade agrícola que conserva a biodiversidade. O cultivo do cacau cabruca à sombra das árvores da Mata Atlântica tem proporcionado ganhos ambientais que agregam valor ao produto final. O abandono da produção de cacau e sua substituição pela pecuária e outras culturas agrícolas é uma ameaça para a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica do Sul da Bahia. Valorizar o sistema cabruca e o cacau produzido na Amazônia em sistemas agroflorestais é uma forma efetiva de promover a conservação dos biomas brasileiros mais ameaçados, além de poder atribuir à atividade cacauzeira um selo verde.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da atuação do CIC no Sul da Bahia, principalmente, pelo fato de ser um evento de desenvolvimento organizado “de baixo para cima”, proporciona aprendizados importantes. Como uma ação que visa diminuir a dependência do mercado de *commodities*, a partir da diferenciação da produção ou descomoditização, o CIC tem sido capaz de transformar, ainda que incipiente, a realidade da comercialização das amêndoas de cacau do Brasil, com uma significativa agregação de valor e impactos positivos para a economia, a sociedade e o meio ambiente.

O CIC representa uma iniciativa organizada “de baixo para cima” que permitiu gerar impulsos positivos na realidade de quem produz a matéria prima. Num primeiro momento, ele cumpriu sua missão de caracterizar o cacau, onde o produtor começou a conhecer a qualidade das amêndoas produzidas em termos das suas características físico-químicas e sensorial. Com esse conhecimento os produtores iniciaram novas formas de comercialização. Esse processo permitiu constituir uma nova cultura entre os produtores de amêndoas, tornando-os mais eficientes e conectados com as novas demandas de um mercado novo e em crescimento.

¹³ <https://www.metropoles.com/gastronomia/comer/nestle-lanca-linha-de-chocolates-premium-les-recettes-de-latelier>

¹⁴ A Kraft adquiriu as empresas Suchars e Cotê d’Or e a Nestle incorporou a empresa Cailler e Perugira (SANTOS, *et al.* 2015).

Atuar progressivamente, de forma a gerar aprendizados, baseado em uma visão de longo prazo e de planejamento é uma lição que está sendo aprendida dia a dia e o caso do CIC do Sul da Bahia pode ser utilizado em outros locais que produzem cacau ou outra matéria prima comoditizada ou não e que necessite melhorar a sua qualidade.

Finalmente, destacamos o crescimento da qualidade do cacau brasileiro e o entendimento do produtor desta nova realidade de mercado. A ideia é fortalecer a imagem do Brasil no mercado internacional e criar um grande banco de dados sobre a qualidade das amêndoas de cacau, diferenciando-as por aroma, índice de qualidade ou outro atributo valorizado pelo mercado.

Por outro lado, com o crescimento do consumo per capita de chocolate no Brasil o CIC pode representar um novo impulso para novas empresas do ramo. É preciso se debruçar sobre essas iniciativas organizadas “de baixo para cima” para entendermos possíveis saídas e aproveitarmos as brechas oportunizadas pelo mercado nacional e internacional.

REFERÊNCIAS

- [1] Andrade, L. “João Tavares resgata o cacau Bahia”. Plantproject.com.br. 2018. Disponível em: <http://plantproject.com.br/novo/2018/02/joao-tavares-resgata-o-cacau-na-bahia/>
- [2] Aguiar, A.P.; Chiarello, A.G.; Mendes, S.L.; Matos, E.N. The Central and Serra do Mar Corridors in the Brazilian Atlantic Forest. In: Galindo-Leal, C.; Câmara, I.G. The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: Conservation International, p. 118-132, 2003.
- [3] Amores et al. Project to determine the physical, chemical and organoleptic parameters, to differentiate between fine and bulk cocoa. Raport ICCO/06 (CFC), London. 2006.
- [4] Barone, Marcela; Frederico, Samuel. “Globalização e cafés especiais: a produção do comércio justo da Associação dos Agricultores Familiares do Córrego D’Antas –ASSODANTAS”, Poços de Caldas (MG). Sociedade & Natureza, Uberlândia, 27 (3): 393-404. 2015.
- [5] CEPAL/FES (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe)/(Fundação Friedrich Ebert Stiftung) “Big Push Ambiental: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável”, Perspectivas, N.20, (LC/BRS/TS.2019/1 e LC/TS.2019/14), São Paulo. 2019
- [6] Chiapetti, Jorge. “O uso corporativo do território brasileiro e o processo de formação de um espaço derivado: Transformações e permanências na Região Cacaueira da Bahia”. Tese de Doutorado, Rio Claro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP, 2009.
- [7] Chiapetti, Jorge. “A crise da atividade cacaueira no contexto do reordenamento da economia mundial”. Revista Agrotrópica 26(3): 165 - 174. 2014.
- [8] Chiapetti, Jorge; Rocha, Rui Barbosa da; Coceição, Alessandro Santos da; Baiardi, Amilcar; Dimitri Szerman; VanWey, Leah. “Panorama da Cacaicultura no Litoral Sul da Bahia”. Instituto Floresta Viva:Ilhéus-BA, 2020.
- [9] Cogueto, Jaqueline Vigo. “Indicação Geográfica e cafés especiais: circuito espacial produtivo e círculos de cooperação dos cafés da Região da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais”. Dissertação (mestrado) - UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP. 2014.
- [10] ESTIVAL, K. G. S; LAGISNESTRA, A. M. “A construção dos mercados de qualidade do cacau no Brasil”. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2015.
- [11] Foley, Duncan, “Socialismo Democrático: o papel da autonomia”. [online] 2019. Disponível em: <https://outraspalavras.net/crise-civilizatoria/socialismo-democratico-o-papel-da-autonomia/>
- [12] Ferreira, Adriana Cristina Reis. “Indicação de Procedência Sul da Bahia - Manual de controle da Qualidade do Cacau Sul da Bahia / Adriana Cristina Reis Ferreira. – Editora: PTCSB, Ilhéus-BA; 2017a.
- [13] Ferreira, Adriana Cristina Reis. “Beneficiamento de cacau de qualidade superior”. Editora: PTCSB, Ilhéus, Bahia, 76p. 2017b.
- [14] Frederico, Samuel. “Lógicas das commodities, finanças e cafeicultura”. Boletim Campineiro de Geografia, vol.3 ,n.1. 2013.
- [15] Harvey, David. Produção capitalista do espaço. David Harvey. São Paulo: Annablume. 2005.
- [16] Leite, Lucas Rasi Cunha. “Estudo de Competitividade do Cacau e Chocolate no Brasil Desafios para aumentar a Produção e Participação no Comércio Global”. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC. Brasília. 2018.

- [17] Lobão, Dan Érico Vieira Petit. "Agroecossistema cacauero da Bahia: cacau-cabruca e fragmentos florestais na conservação de espécies arbóreas". Tese (Doutorado), UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. UNESP. 2007.
- [18] Menezes, José Alexandre de Souza. A modernização do agronegócio do cacau. São Paulo: Fundação Cargil. 1993.
- [19] Mesquita, R. Fantásticas minifábricas de chocolate em São Paulo. O Estado de S. Paulo. Disponível em: <http://paladar.estadao.com.br/noticias/comida,fantasticas-minifabricas-de-chocolate-na-cidade,10000027287>. 2016.
- [20] Miragaia, M. (2016, Junho 26). "Acabou o complexo de vira-lata", diz produtor de cacau gourmet no Fartura. Folha de S. Paulo. Recuperado de <http://www1.folha.uol.com.br/comida/2016/06/1785919-acabou-o-complexo-de-vira-lata-diz-produtor-de-cacau-gourmet-no-fartura.shtml>
- [21] Sambauchi, R.H.R.; Vidal, D.B.; Piasentin, F.B.; Jardim, J.G.; Viana, T.G.; Menezes, A.A.; Mello, D.L.N., Ahnert, D.; Baligar, V.C. Cabrucaagroforests in Southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation. *Biodiversity and Conservation*, v. 21, n. 4, p.1055-1077, 2012.
- [22] Santos, Almir Martins dos; Santos, Givago Barreto M; Santos, Pricilla B. M. dos. "Cacau fino: produção, consumo e tecnologia. In: Gomes, Andreia da Silva; Pires, Mônica de Moura (Orgs.). "Cacaicultura: estrutura produtiva, mercados e perspectivas. Ilhéus, BA: Editus. 2015.
- [23] Santos, Milton. Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal, Rio de Janeiro: Record. 2010.
- [24] Santos, Milton. O espaço do cidadão. São Paulo: Nobel. 1987.
- [25] SEBRAE. "Análise Estratégia Setorial: cacau do Sul da Bahia". Documento final. 2019. Disponível em: https://arapyau.org.br/wp-content/uploads/2019/05/PUBLICA%C3%87%C3%83O_SEBRAE_BA_estudo-de-mercados-para-o-cacau.pdf

Capítulo 7

Ciclo de palestras PET-Agronegócio

Luiza Nunes Rodrigues

Larissa Trindade de Lima

Thais Ribeiro da Silva

Tamires Porto Lima

Angélica Tarouco Machado

Amanda Bento Aloy

José Acélio Silveira da Fontoura Júnior

Resumo: O programa PET tem como uma das finalidades propiciar aprendizagem e incentivo à realização de atividades extracurriculares a fim de que complemente a formação acadêmica, tanto dos alunos do grupo como aos demais acadêmicos da Universidade. O objetivo do ciclo de palestras é levar informações, conhecimentos, integrar a comunidade, e permitir treinamento aos petianos para organização de eventos. O ciclo de palestras teve início em 2016 com 3 palestras no ano, e no presente ano (2017) a proposta é de 4 palestras. Para a realização das palestras foram convidados palestrantes que se disponibilizaram gratuitamente, para não gerar custos aos participantes, e com esse intuito também foram firmadas parcerias com locais da cidade, para a realização das palestras. Dentre as atividades que foram realizadas pelos petianos, estavam: a definição do tema e do palestrante, contato com o palestrante, o planejamento, a divulgação, a organização do local, abertura do evento e apresentação do convidado e, posteriormente, a confecção das declarações de participação. Para avaliação das palestras, ao final, os participantes avaliavam o tema e organização da palestra, posteriormente eram contabilizadas as opiniões dos participantes para avaliar a atividade. O público médio obtido nessa atividade foi de 140 participantes. Os eventos que tiveram maior participação foram realizados no início do ano letivo, isso foi atribuído ao ingresso de novos estudantes e a menor concentração de atividades acadêmicas. De maneira geral, houve uma boa aceitação por parte do público que foi bastante expressivo a cada evento. Uma palestra a organização teve opiniões que a julgaram como regular, possivelmente pela superlotação do local, algo que fugiu do controle da organização, já que houve poucas inscrições prévias. A realização do ciclo de palestras alcançou os objetivos propostos quanto a aquisição de conhecimentos e networking. Além disso, também resultou em um grande aprendizado para os integrantes do grupo e permitiu uma integração entre a universidade e a comunidade externa.

Palavras-chave: Conhecimento, Networking, Integração, Extensão

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Educação Tutorial tem como uma das finalidades, propiciar aprendizagem e incentivo à realização de atividades extracurriculares a fim de que complemente a formação acadêmica, tanto dos alunos pertencentes ao grupo, como proporcionar aprendizado, através de atividades organizadas pelos petianos, aos demais acadêmicos da Universidade, auxiliando na formação dos acadêmicos e comunidade em geral.

Segundo Mizukami (1986), o conhecimento humano, dependendo dos diferentes referenciais, é explicado diversamente em sua gênese e desenvolvimento, o que condiciona conceitos diversos de homem, mundo, cultura, sociedade, educação, etc. Dentre os diferentes componentes que contribuem para a formação profissional e acadêmica, palestras são alternativas para aquisição de conhecimento e experiência.

Além do conhecimento, as palestras fazem com que aconteça integração entre acadêmicos, professores, palestrantes e o público em geral, através de debates de assuntos de interesse da região, na qual a Universidade Federal do Pampa está inserida. Essa integração permite realizar contatos (networking) que são essenciais, principalmente, para os futuros profissionais. Assim, o ciclo de palestras realizado pelos integrantes do grupo, tem como objetivo levar informações, conhecimentos, integrar a comunidade, além de permitir o treinamento dos petianos na organização de eventos.

2. METODOLOGIA

O ciclo de palestras teve início no ano de 2016, com a realização de três palestras durante o ano e, a proposta para 2017 é de realização de quatro, divididas em duas em cada semestre letivo, sendo que até o momento já foram realizadas três.

Para realização das palestras foram convidados palestrantes que disponibilizaram gratuitamente, com o objetivo de não gerar custos aos participantes, e que pudessem abordar assuntos que, preferencialmente, fossem ligados aos três cursos que compõem a formação do grupo, sendo eles o Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio e os Bacharelados em Enologia e Zootecnia. Ainda no propósito de não haver custos ao grupo e aos participantes do evento, no ano de 2016, foi firmada uma parceria com o CTG Herança Paternal e no ano de 2017 com o Sindicato Rural de Dom Pedrito, para que concedessem suas sedes, o que, juntamente com o apoio da Universidade Federal do Pampa, através do empréstimo de materiais necessários, permitiu a realização das palestras.

Na organização de cada palestra eram designados quatro petianos responsáveis, sendo que a cada evento eram diferentes integrantes para esse fim, os quais comandavam as atividades para que todo o grupo trabalhasse em conjunto. A definição dos grupos era feita no começo do ano letivo. Dentre as atividades estavam, a definição do tema e do palestrante e o posterior contato com o mesmo, o planejamento, a divulgação, a organização do local do evento, a abertura do evento e apresentação do palestrante, e por fim a confecção das declarações de participação, que eram disponibilizadas de duas maneiras: impressas ou em arquivo digital, disponível no site do grupo.

A fim de avaliar a atividade, a partir da primeira palestra do ano de 2017, ao término dos eventos, os mesmos foram submetidos a avaliação quanto a organização e o tema da palestra. Essa avaliação foi feita com o auxílio de um painel que era disponibilizado aos participantes, onde os mesmos assinalavam, com o uso de alfinetes, as opções BOA, REGULAR ou RUIM (Figura 1).

Figura 1. Painel de avaliações sobre a palestra e organização.



Fonte: Organização

Após cada palestra eram contabilizadas as opiniões dos participantes para avaliar a atividade, no intuito de implementar melhorias aos próximos eventos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da contabilização do número de presentes, foi possível verificar que as palestras tiveram uma boa procura, de acordo com esses dados, pode-se observar que as seis palestras do ciclo, obtiveram uma média de 140 participantes (Tabela 1). Esse número é considerado bom, pois eventos dessa natureza registram públicos com número semelhante de participantes (Corrêa et al., 2013).

Os eventos que tiveram maiores públicos, foram realizados no início do ano letivo, fato esse que se justifica pela presença de novos acadêmicos no campus e por ser início de semestre, onde as atividades acadêmicas estão menos concentradas.

Tabela 1: Palestras e os respectivos números de participantes.

Palestras	Números de participantes
O que você quer ser em 2026?	241
Coaching no Agronegócio: Utilização de Técnicas paramaximizar resultados na pecuária.	105
Gestão humana no Agronegócio.	53
Agregando valor à carne gaúcha.	208
Agro Negociação: Os processos de negociação e o setor primário	122
Extensão Rural: Muito além da assistência técnica	110
Média	140

Nas palestras realizadas em 2017, foram feitas avaliações por parte dos ouvintes onde se pode notar que o ciclo de palestras teve boa aceitação por parte do público, tendo poucas avaliações na opção regular e nenhuma na opção ruim (Tabela 2).

Tabela 2 – Palestras avaliadas e as respectivas avaliações, em número, classificando-as em boas, regulares e ruins, quanto a palestra e a organização.

Palestras	Avaliação						
	Palestra			Organização			Total
	Boa	Regular	Ruim	Boa	Regular	Ruim	
Agregando valor à carne gaúcha	208	0	0	195	13	0	208
Agro Negociação: Os processos de negociação e o setor primário	120	2	0	115	7	0	122
Extensão Rural: Muito além da assistência técnica	110	0	0	110	0	0	110
Médias	146	1	0	140	7	0	147

As palestras que foram avaliadas como regular, no quesito organização, possivelmente tenha sido devido à superlotação do evento, e a consequente falta de assentos a todos os ouvintes, o que, provavelmente, tenha gerado essa insatisfação. Nesse caso, houve poucas inscrições prévias, o que não permitiu um correto planejamento do espaço necessário. Uma proposta a ser desenvolvida, é a distribuição de questionários para sugestões de melhorias, temas de palestras ou nomes de palestrantes.

Nas figuras abaixo, pode-se observar o público nos eventos (Figuras 2, 3, e 5), nas quais pode ser visto o grande número de participantes. As Figuras 2 e 3, mostram os primeiros eventos dos anos 2016 e 2017, respectivamente, os quais tiveram maior participação de público. Na Figura 4, os integrantes do grupo juntamente com o tutor e o palestrante de um dos eventos.

Figura 2. Palestra: O que você quer ser em 2026?



Figura 3. Palestra: Agregando valor à carne gaúcha.

Figura 4. Tutor, petianos e palestrante na palestra Agro Negociação.



Figura 5. Público participante na palestra Extensão Rural.



As palestras que ocorreram a partir das 19 horas e tiveram duração de cerca de 2 horas, e ao final eram destinados aproximadamente 30 minutos para realização de questionamentos dos participantes ao palestrante sobre o tema abordado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do ciclo de palestras obteve uma boa aceitação do público e foi importante para agregação de conhecimento e troca de experiências. Além disso, também resultou em um grande aprendizado para os integrantes do grupo e permitiu uma integração entre a universidade e a comunidade externa.

REFERÊNCIAS

- [1] CORRÊA, G.F.; MOREIRA, B.S.; VASCONCELLOS, M.M. Ações para o desenvolvimento da ovinocultura na região da Campanha Gaúcha. Revista de Extensão. V. 5, n. 1. 2013. Cruz das Almas, BA.
- [2] MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: EPI, 1986. (Temas básicos da educação e ensino).

Capítulo 8

Germinação de espécies da Mata Atlântica no Sul da Bahia

Mariana Meneses Batista

Khétrin Silva Maciel

Carlos Eduardo Pereira

Rafael Henrique de Freitas Noronha

Paula Aparecida Muniz de Lima

Resumo: Objetivou-se neste estudo avaliar o comportamento de quatro espécies da Mata Atlântica do Sul da Bahia em relação a sua germinação e dormência, avaliando o comportamento germinativo das sementes de: capeba, fruto-de-paca, bordão-de-velho e cedro, verificando qual a metodologia de superação de dormência é mais eficiente. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (quatro espécies x quatro tratamentos para superação de dormência), foram utilizados os tratamentos: T1- testemunha, T2- imersão em água em temperatura ambiente por 24 horas, T3- imersão em água a 80 °C por 24 horas e T4- choque térmico com água a 80 °C mais água em temperatura ambiente. As avaliações foram feitas até 60 dias após a semeadura. Verificou-se então que para as sementes de fruto de paca não houve germinação em nenhum tratamento utilizado. Para as sementes de capeba os melhores índices foram: germinação (85%), índice de velocidade de germinação (3,25) e tempo médio de germinação (6,25 dias) no T3. Com as sementes de bordão de velho os melhores índices obtidos foram: germinação (74%), índice de velocidade de germinação (3,61), tempo médio de germinação (6,72 dias) no T2. Nas sementes de cedro os resultados foram: germinação (61%), índice de velocidade de germinação (3,07), tempo médio de germinação (6,05 dias) com os melhores índices no T2. Pode-se concluir que a embebição em água a 80 °C por 24 horas em sementes de capeba apresenta maior germinação e vigor e para as sementes das espécies bordão de velho e cedro apresentam maiores valores de germinação e vigor para o tratamento imersão em água a 25 °C por 24 horas.

Palavras-chave: nativas; dormência; árvores

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma rica biodiversidade na Mata Atlântica, com diversas espécies que ainda são pouco estudadas. A grande variedade da Mata Atlântica, revela um grande desafio de conservação das espécies, podendo ser encontradas aproximadamente 20 mil espécies de árvores com cerca de 7 mil endêmicas (APREMAVI, 2018).

Até os dias atuais, cerca de 7% de toda a área da Mata Atlântica já foi reduzida da sua área original, e a floresta já chegou a representar 15% de todo território brasileiro e hoje é um dos biomas brasileiros mais devastado. A Mata Atlântica está localizado desde a faixa litorânea do Rio Grande do Norte, ao litoral de Santa Catarina, e o seu clima é predominantemente o tropical úmido (TERRAVISTA, 2019), caracterizado por temperaturas em torno de 24 °C e chuvas de 1500 mm ao ano, duas estações bem definidas, uma seca que é de maio a setembro e outra chuvosa que são nos meses de outubro a abril (FREITAS, 2019).

As espécies de árvores encontradas na Mata Atlântica, podem ser utilizadas para diversas atividades, desde para construções, produção de madeira, alimentação animal e humana, além dos novos estudos a respeito da utilização das espécies nativas da Mata Atlântica em usos medicinais, para tratamentos como cura e prevenção de diversas doenças e ao longo do tempo, é cada vez mais frequente o estudo da eficácias dessas plantas nos mais diversos procedimentos (JUNIOR et al., 2005). Por isso também é importante que haja a prevenção das espécies nativas da Mata Atlântica, pois são utilizadas pela população local para diversas atividades.

Com isso, existem algumas técnicas que são capazes de garantir a sobrevivência de algumas das espécies vegetais que são encontradas na Mata Atlântica, para isso algumas podem receber alguns estímulos que altera o seu comportamento e garante a continuidade de algumas delas (OLIVEIRA, 2017).

Além da utilização da semente para a propagação das espécies nativas, também podem ser utilizado propagação vegetativa para dar continuidade às espécies, como por exemplo: a estaquia que consiste em propiciar ou estimular o enraizamento de (estacas) de caules, ramos ou de folhas; enxertia que é a união dos tecidos de duas plantas, passando a formar uma planta com duas partes: o enxerto e o porta-enxerto; alporquia que provoca a formação de raízes adventícias num ramo de uma planta já enraizada e também a técnica da cultura de tecidos que é o desenvolvimento de tecidos e/ou células separados do organismos, porém para a realização destes protocolos é necessário maiores informações específicas da espécie, para identificar qual é o mais adequado para cada espécie. Nem sempre é possível ter informações específicas de espécies nativas da Mata Atlântica por isso a utilização da semente como meio de propagação da espécie é mais proveitoso (PIROLA, 2017).

Com a utilização das sementes como continuidade da espécies nativas, existem alguns fatores (que podem ser ligados ao ambiente ou relacionado com a parte interna da semente) que devem ser levados em consideração para garantir uma boa germinação dessas sementes.

Variáveis ambientais como temperatura, luminosidade, água e oxigênio são fatores que influenciam diretamente no índice de germinação das sementes. Normalmente as espécies nativas seguem a protocolos ambientais, como clima e temperatura da região e estações do ano. Por isso é importante fazer um estudo prévio sobre o local ao qual a espécie está mais adaptada para preparar o ambiente no qual será germinada a semente.

Com estudos prévios sobre o ambiente no qual a semente será germinada, e ainda assim a germinação não ocorre da forma desejada, deve ser considerada problemas internos com a semente, que podem ser causadas por uma infinidade de fatores, desde o tempo de armazenamento da semente, e também deve ser considerada a dormência na semente.

A dormência nas sementes é um fenômeno extremamente comum, e nas espécies nativas, a dormência ocorre quando mesmo com o ambiente ideal, não ocorre a germinação, ou seja, indica algum problema interno na semente. Podendo ocorrer tanto nas regiões e estações mais quentes e mais frias do ano do Brasil (OLIVEIRA, 2017 apud de TUNES et al., 2009).

Assim como a dormência é um problema interno da semente, que pode ocorrer por diferentes modos, algumas sementes podem exigir a quebra da dormência como exemplos: escarificação química, escarificação física, escarificação térmica, uso hormonal e embebição hídrica (FOWLER, 2000).

O objetivo do trabalho é avaliar o comportamento de quatro espécies da Mata Atlântica do Sul da Bahia em relação a sua germinação e dormência para uso das mesmas pela população local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) em Ilhéus-BA, localizado a -14° 45' 18,62" S e 39° 13' 52,58" O.

Foram utilizadas sementes de espécies nativas da Mata Atlântica do Sul da Bahia que foram: sementes de capeba (*Piper umbellatum* L.), fruto-de-paca (*Carpotroche brasiliensis* Endl.), bordão-de-velho (*Samanea tubulosa* Benth.) e cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) coletadas em matrizes localizadas na CEPLAC.

Os tratamentos utilizados para superação da dormência testados foram: T1- testemunha, T2- imersão em água em temperatura ambiente por 24 horas, T3- imersão em água a 80 °C por 24 horas e T4- choque térmico com água a 80 °C mais água em temperatura ambiente.

A germinação foi conduzida com quatro repetições de 25 sementes, semeadas em placas de Petri e forradas com papel tipo germitest, umedecido com água destilada na proporção de três vezes a massa do papel seco e foram mantidos em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura constante de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram feitas até 60 dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2013) e os resultados foram expressos em porcentagem de germinação. A germinação foi caracterizada pela emissão da raiz primária com comprimento maior ou igual a 2 mm. Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

O índice de velocidade de germinação foi determinado concomitante com o teste de germinação, utilizando-se os dados das contagens diárias do teste de germinação, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da raiz primária com comprimento ≥ 2 mm. O cálculo do IVG foi realizado segundo a metodologia proposta por Maguire (1962).

Tempo médio de germinação foi calculado utilizando-se a fórmula proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum_{i=1}^k niti}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Em que:

TMG = tempo médio de germinação;

k = último tempo de germinação das sementes;

ni = número de sementes germinadas no tempo ti (não o número acumulado, mas aquele referido para a i-ésima observação);

ti = tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação (em dias).

O comprimento da parte aérea foi avaliado após 60 dias da semeadura, com o auxílio de régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o colo e o ápice da última folha de cada plântula da amostra e o resultado expresso em cm planta⁻¹ e o comprimento da raiz foi obtido pela medida tomada entre o colo da plântula e a ponta da maior raiz e os resultados expressos em cm planta⁻¹

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (quatro espécies x quatro tratamentos para superação de dormência). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos e à análise de variância, e quando o valor de F for significativo em nível de 5%, foi realizado a comparação de médias pelo teste de Tukey. Para todas as análises foi utilizado o programa estatístico R, empregando-se o pacote ExpDes (R CORE TEAM, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a semente de *Carpotroche brasiliensis* Endl. não houve germinação em nenhum tratamento utilizado. O que indica que para a quebra de dormência dessa espécie normalmente deveria ser utilizado outros mecanismos de quebra de dormência, do que os mecanismos utilizados neste estudo. É indicado a escarificação com lixa com as sementes secas, pois são utilizadas em sementes que tem problemas com a embebição, que causa a dormência na semente, a escarificação com a lixa favorece a entrada de água o que possibilita uma ativação do sistema metabólico, que acelera o processo germinativo da semente (JUNIOR, 2009). A semente pode ter altos níveis de ABA (ácido abscísico) ou baixas concentrações de GA

(giberelina), que impede a germinação da semente, essas alterações ocorrem internamente na semente (NASCIMENTO, 2004).

As maiores porcentagens de germinação (85%), índice de velocidade de germinação (3,25) e tempo médio de germinação (6,25 dias) de sementes de *Piper umbellatum* L. foram obtidas no tratamento de imersão em água por 24 horas a 80 °C (T3) (Tabela 1). A quebra de dormência desta espécie é comum se utilizar a luz solar direta, o que explica que o melhor índice de germinação tenha sido com a imersão em água, por conta do fatores ambientais que estão relacionados com a luz solar direta na quebra de dormência, por melhorar a oxigenação e a hidratação da semente (FERRARESI, 2009).

Tabela 1: Germinação (Ger), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) de sementes de *Piper umbellatum* L. submetidas a diferentes tratamentos

Tratamento	Ger (%)	IVG	TMG (dias)	CPA (cm)	CR (cm)
T1	40,50c	2,30c	3,25d	8,45a	3,12a
T2	30,75d	2,05c	4,25c	2,25d	3,00a
T3	85,00a	3,25a	6,25a	7,20b	2,35b
T4	65,00b	2,70b	5,25b	6,35c	1,55c
CV (%)	7,75	6,73	6,08	4,75	11,21

Médias seguidas de mesma letra minúscula coluna não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Legenda: T1: controle; T2: imersão em água por 24 horas em temperatura ambiente; T3- imersão em água por 24 horas a 80 °C e T4- choque térmico com água a 80 °C mais água em temperatura ambiente.

Com as sementes de *Samanea tubulosa* Benth. o melhor tratamento utilizado para a quebra de dormência foi a imersão em água em temperatura ambiente por 24 horas (T2) para as variáveis analisadas: germinação (74%), índice de velocidade de germinação (3,61), tempo médio de germinação (6,72 dias). Para o comprimento da parte aérea e raiz para os tratamentos T2 e T4 não apresentou diferença estatística (Tabela 2).

Tabela 2: Germinação (Ger), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) de sementes de *Samanea tubulosa* Benth. submetidas a diferentes tratamentos

Tratamento	Ger (%)	IVG	TMG (dias)	CPA (cm)	CR (cm)
T1	32,00c	1,65c	2,25c	0,00b	0,00d
T2	74,00a	3,61a	6,72a	2,00a	4,50a
T3	0,00d	0,00d	0,00d	0,00b	0,00d
T4	52,00b	2,25b	4,25b	1,50a	4,12a
CV (%)	2,92	11,5	9,31	32,99	19,62

Médias seguidas de mesma letra minúscula coluna não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Legenda: T1: controle; T2: imersão em água por 24 horas em temperatura ambiente; T3- imersão em água por 24 horas a 80 °C e T4- choque térmico com água a 80 °C mais água em temperatura ambiente.

Com as sementes de *Cedrela fissilis* Vell. o melhor tratamento utilizado para a quebra de dormência foi a imersão em água em temperatura ambiente por 24 horas (T2) em todas as variáveis analisadas: germinação (61%), índice de velocidade de germinação (3,07), tempo médio de germinação (6,05 dias), comprimento da parte aérea (5,10 cm) e comprimento da raiz (1,62 cm) (Tabela 3).

Tabela 3: Germinação (Ger), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. submetidas a diferentes tratamentos

Tratamento	Ger (%)	IVG	TMG (dias)	CPA (cm)	CR (cm)
T1	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b
T2	61,00a	3,07a	6,05a	5,10a	1,62a
T3	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b
T4	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b
CV (%)	3,79	6,23	3,31	4,53	58,92

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Legenda: T1: controle; T2: imersão em água por 24 horas em temperatura ambiente; T3- imersão em água por 24 horas a 80 °C e T4- choque térmico com água a 80 °C mais água em temperatura ambiente.

Observa-se que dos tratamentos utilizados para a quebra de dormência o mais eficiente foi o T2- imersão em água em temperatura ambiente por 24 horas, ainda levando em conta a sua praticidade na utilização, é um mecanismo bastante eficiente para a quebra de dormência (ALVES et al., 2008; SMIDERLE, 2014).

Além das variáveis ambientais que influenciam o sucesso germinativo das sementes, o tempo de armazenamento e local de armazenamento das sementes também influenciam se o mecanismo de quebra de dormência vai ser eficiente (SALVADOR, 2007).

4. CONCLUSÃO

Não houve germinação em nenhum tratamento para as sementes de *Carpotroche brasiliensis* Endl.

A embebição em água a 80 °C por 24 horas em sementes de *Piper umbellatum* L. apresenta maior germinação e vigor.

Para as sementes das espécies *Samanea tubulosa* Benth e *Cedrela fissilis* Vell. apresentam maiores valores de germinação e vigor para o tratamento imersão em água a 25 °C por 24 horas.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, E. U. et al. Métodos para quebra de dormência de unidades de dispersão de *Zizyphus joazeiro* Mart. (RHAMNACEAE). *Revista Árvore*, v. 32, n. 3, p. 407-415, 2008.
- [2] FERRARESI, D. A.; YAMASHITA, O. M.; DE CARVALHO, M. A. C. SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E QUALIDADE DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Murdannia nudiflora* (L.) Brenans. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 4, 2009. Disponível em: <https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=01013122&AN=48667923&h=uTwiiGUzz26gR9%2fn7jrQ6HEbVEeZzg4cvsdFckAmbB9yATiRt9tjwcUDc3BGDK9VrUIBr%2bFaSh5YTCHJVLW6TA%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d01013122%26AN%3d48667923>. Acesso em 2 de dez de 2019.
- [3] FOWLER, João Antonio Pereira; BIANCHETTI, Arnaldo. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

- [4] JUNIOR, Valdir F. Veiga; PINTO, Angelo C.; MACIEL, Maria Aparecida M. Plantas medicinais: cura segura. Química nova, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.
- [5] FREITAS, Eduardo de. "Clima brasileiro"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/clima-brasileiro.htm>. Acesso em 05 de novembro de 2019.
- [6] Júnior, M., São José, A., Rebouças, T., Morais, O., & Dourado, F. (2009). Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). Rev. Bras. Frutic, 32(2), 584-590. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/2010nahead/aop4710.pdf>. Acesso em 02 de Dez de 2019.
- [7] MAGUIRE, J. B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. Crop Science, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. Ministério do Meio Ambiente., Plantas Para o Futuro ., 2018, Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/plantas-para-o-futuro>>. Acesso em: 23 de Julho de 2018.
- [8] NASCIMENTO, Ronaldo do; MOSQUIM, Paulo R.. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influência de hormônios vegetais. Rev. bras. Bot., São Paulo , v. 27, n. 3, p. 573-579, Sept. 2004 . Disponível em/: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042004000300016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 02 de dez de 2019.
- [9] OLIVEIRA, Adriana S. et al. Ácidos ciclopentênicos do óleo da sapucainha (*Carpotroche brasiliensis* Endl, Flacourtiaceae) &58; o primeiro antileprótico usado no Brasil Cyclopentenyl acids from sapucainha oil (*Carpotroche brasiliensis* Endl, Flacourtiaceae) &58; the first antileprotic used in Brazil. Química Nova, v. 32, n. 1, p. 139-145, 2009.
- [10] PIROLA, K.; DOTOO, M. CASSOL, D. A.; JÚNIOR, A. W.; POSSENTI, J. C.; CITADIN, I. Conservation methods for native fruit seeds. Brazilian Journal of Agriculture - Revista de Agricultura, v. 92, n. 2. P 161-175, 2017.
- [11] R CORE TEAM. A language and environment for statistic al computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2016. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 30 ago. 2017.
- [12] SMIDERLE, Oscar José; SCHWENGBER, Luís Augusto Melo. Superação da dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). Rev. bras. sementes, Londrina , v. 33, n. 3, p. 407-414, 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 Nov. 2019.
- [13] TERRAVISTA BRASIL. "A biodiversidade da mata atlântica". Disponível em: <https://terravistabrasil.com.br/a-biodiversidade-da-mata-atlantica/>. Acesso em 5 de Nov de 2019.

Capítulo 9

Cinética de secagem do bagaço cervejeiro gerado na produção de cerveja

Francisco de Assis Oliveira

José Sérgio de Sousa

Natália Costa da Silva

Arianne Dantas Viana

Anderson Ferreira Vilela

Antônio Alef Pereira de Oliveira

Najara Sousa da Silva

Maria José de Figueiredo

Resumo: O processo de secagem é uma operação unitária que envolve transferência de calor e transferência de massa quando o alimento é submetido a uma fonte de calor que promove através desses mecanismos a redução do teor de umidade e atividade de água do alimento favorecendo um maior tempo de vida útil, além da redução de volume dentre outras vantagens. Tanto os alimentos sólidos quanto líquidos podem ser submetidos ao processo de secagem, o bagaço cervejeiro, por exemplo, é um resíduo sólido descartado pela indústria que pode ser utilizado após seco e moído como farinha para uma futura elaboração de produtos da panificação. O objetivo deste estudo foi obter a cinética de secagem do bagaço cervejeiro. Utilizou-se secadores de bandejas com circulação de ar forçado ajustados para as temperaturas de 40 °C, 50°C e 60°C e verificou-se quais os modelos matemáticos (Newton, Page, Page modificado 1, Page modificado 2, Henderson e Pabis, Logarítmico, Dois termos, Dois termos exponencial, Wang e Singh, Difusão de aproximação, Verma, Henderson e Pabis modificado e Midilli) se ajustaram melhor aos dados experimentais baseando-se nos valores de coeficiente de determinação e erro padrão. O bagaço cervejeiro apresentou conteúdo de umidade inicial de 70% em base úmida e foi seco até o alcance da umidade de equilíbrio. Dos modelos estudados, os de Newton, Page, Henderson e Pabis, Wang e Singh apresentaram os melhores coeficientes de determinação ($R^2 > 90\%$) e os menores desvios padrões ($SE < 10\%$).

Palavras-Chave: bagaço cervejeiro; secagem; umidade

1. INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare L.*) é uma cultivar pertencente ao gênero *Triticace* da família das gramíneas. Possui características sensoriais atraentes (cor, sabor, odor e textura), e a cor de suas espigas se assemelham a do trigo, embora seja ligeiramente mais clara. Mundialmente, é o quinto cereal mais importante economicamente (VIEIRA; BRAZ, 2009).

Conhecida como importante ingrediente na fabricação da cerveja, a cevada viu sua produção aumentar 49,2% entre 2017 e 2018 no Brasil. O cereal ganhou espaço principalmente no Paraná e no Rio Grande do Sul, alcançou seu recorde na série histórica como alternativa ao trigo, mais tradicional na região. Provavelmente por apresentar tolerância ao frio e poder ser semeada e colhida mais cedo do que os demais grãos. Essas características favoreceram o aumento da produção e redução dos custos de produção (MINELLA, 2018; PARADELLA, 2018).

Impulsionados por mudanças nos hábitos de consumo de cerveja, produtos derivados da cevada estão em alta no varejo. De acordo com o PORTAL BRASIL (2016), o Brasil já conta com 5.254 produtos de cervejarias registrados, distribuídos em cerca de 80 tipos diferentes de cerveja. O crescimento se deve à abertura do mercado para novas tendências, principalmente as cervejas artesanais (MARQUES, 2016).

Cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 2009).

Da produção da cerveja há a geração de grande volume do bagaço cervejeiro, formado pela parte sólida obtida da filtração do mosto cervejeiro antes da fervura. Para cada 100L de cerveja são produzidos 20 kg de resíduos sólidos ricos em fibras e proteínas (SOUZA, 2014).

O descarte desses resíduos no meio ambiente resulta em uma série de transtornos para o ecossistema, devido à sua rica composição. Neste contexto, Mathias, Mello e Servulo (2014), afirmam que a indústria cervejeira gera diferentes subprodutos e que devido às características de composição dos resíduos cervejeiros, estes apresentam significativo potencial para aplicação em tecnologias de produção.

O bagaço cervejeiro para alimentação humana pode ser utilizado tanto para obtenção de farinhas como para posteriores elaborações de subprodutos da panificação (SOUZA, *et al.* 2014). A farinha do bagaço cervejeiro pode ser obtida após passar pela operação unitária de secagem e moagem do bagaço seco, apresentando a vantagem de redução do peso e o volume do material, facilitando o transporte, além de contribuir na agregação de valor do subproduto (CARDOSO, 2012).

A secagem de alimentos, pode se dar por duas formas: natural e artificial. A primeira é realizada utilizando a radiação solar ou eólica e a segunda utilizando energia elétrica para o funcionamento dos secadores que permite o controle de parâmetros (temperatura, velocidade do ar e umidade relativa) que favorecem a taxa de secagem dos alimentos sem que haja interferência climática (DOMENICO e CONRAD, 2015).

O estudo de sistemas de secagem, o dimensionamento, a otimização e a determinação da viabilidade de sua aplicação comercial, podem ser feitos por simulação matemática, o qual é fundamentado na secagem de sucessivas camadas do produto, utilizando modelos matemáticos que representam satisfatoriamente a perda do teor de água do produto durante o período de secagem (AFONSO JÚNIOR e CORRÊA, 1999).

A modelagem matemática e simulação de curvas de secagem sobre diferentes condições são importantes para obter um melhor controle da operação da umidade e melhoria global da qualidade do produto final (TEIXEIRA, ZUNIGA e RIBEIRO, 2015).

De acordo com Batista (2016), ao estudar três temperaturas diferentes (50°C, 60°C e 70°C) fazendo uso dos modelos matemáticos de Henderson & Pabis, Midilli, Newton e Page, o mesmo percebeu que o tempo de secagem é influenciado pela temperatura, chegando à conclusão que o modelo que melhor se adequou aos dados foi o de Page, o qual obteve um excelente ajuste para descrever a função de umidade relativa com o tempo de secagem do bagaço do malte, com coeficientes de determinação superior a 0,9996 em todas as condições testadas.

Considerando o melhor aproveitamento do subproduto constituído na elaboração de cerveja, o presente estudo teve como objetivo estudar a cinética de secagem do bagaço cervejeiro em secador com circulação forçada de ar nas temperaturas de 40, 50 e 60°C e ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Frutas e Laboratório de Análises Físico-Químicas do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus III, Bananeiras PB.

2.2 MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima utilizada foi o bagaço cervejeiro obtido da produção artesanal de cerveja tipo Lager no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Bebidas Fermento-destiladas da Universidade Federal da Paraíba, Campus III.

2.3 UMIDADE

A determinação de umidade foi realizada pelo método direto em estufa convencional à 105°C de acordo com a metodologia padrão do Instituto Adolfo Lutz (ADOLFO LUTZ, 2008).

2.4 PREPARO DO BAGAÇO CERVEJEIRO

O bagaço cervejeiro congelado foi transportado para o laboratório de Tecnologia de Frutas em saco plástico, descongelado sob temperatura de refrigeração, prensado com pano de algodão para retirada do excesso de água. Após essas etapas, determinou-se a umidade inicial.

2.5 CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS E METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Os experimentos de secagem foram realizados utilizando as temperaturas de 40, 50 e 60°C. A cinética de secagem foi estudada mediante as curvas de redução de umidade em função do tempo de processo, obtidos após a modelagem matemática dos dados experimentais. Considerou-se o modelo mais adequado o que apresentou o melhor coeficiente de determinação e o menor desvio padrão. Os ajustes foram efetuados utilizando-se o STATISTICA versão 7.0.

Os modelos matemáticos utilizados para ajuste dos dados experimentais foram os descritos no quadro 1.

Quadro 1- Modelos matemáticos e respectivas expressões matemáticas

Modelos matemáticos	Expressões matemáticas
Newton	$\text{var2}=\exp(-K*\text{var1})$
Page	$\text{var2}=\exp(-K*\text{var1}^n)$
Modific Page 1	$\text{var2}=\exp((-K*\text{var1})^n)$
Modific Page 2	$\text{var2}=\exp(-(k*\text{var1})^n)$
Henderson & Pabis	$\text{var2}=a*\exp(-k*\text{var1})$
Logarithmic	$\text{var2}=a*\exp(-k*\text{var1})+c$
Two term	$\text{var2}=a*\exp(-k_0*\text{var1})+b*\exp(k_1*\text{var1})$
Two term exponential	$\text{var2}=a*\exp(-k*\text{var1})+(1-a)*\exp(-k*a*\text{var1})$
Wang & Singh	$\text{var2}=1+(a*\text{var1})+(b*\text{var1}^2)$
Aproximation of diffusion	$\text{var2}=a*\exp(-k*\text{var1})+(1-a)*\exp(-k*b*\text{var1})$
Verma	$\text{var2}=a*\exp(-k*\text{var1})+(1-a)*\exp(-k_1*\text{var1})$
Modif. Henderson & Pabis	$\text{var2}=a*\exp(-k*\text{var1})+b*\exp(-k_0*\text{var1})+c*\exp(-k_1*\text{var1})$
Midilli	$\text{var2}=a*\exp(k*\text{var1}^n)+b*\text{var1}$

2.6 SECAGEM CONVECTIVA EM SECADOR DE BANDEJAS COM CIRCULAÇÃO FORÇADA

A secagem convectiva foi realizada em secador de bandejas de alimentos com circulação forçada –Meloni consultoria. Inicialmente, pesou-se a amostra do bagaço cervejeiro, aproximadamente 100 g em cada bandeja, em seguida as bandejas com o bagaço cervejeiro foram transportadas para os secadores, que estavam com as temperaturas ajustadas para 40, 50 e 60°C. Iniciou-se o processo de cinética, retirada para pesagem (balança semi-analítica com precisão de $\pm 0,01$ g) da bandeja com o bagaço na primeira hora a cada 15 minutos, na segunda hora a cada 30 minutos e a partir da segunda hora a cada hora até obter peso constante da amostra.

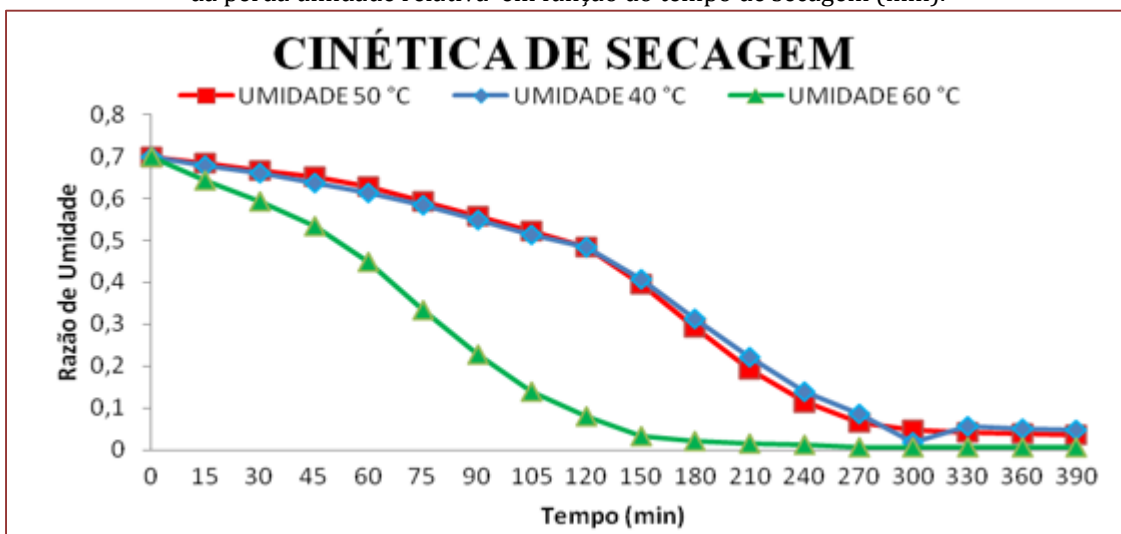
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

O processo de secagem pode ser representado por curvas que representam a variação da umidade ao longo do tempo, considerando o teor de umidade do material. O bagaço cervejeiro apresentou conteúdo de umidade inicial de 70% em base úmida e foi seco até o alcance da umidade de equilíbrio em torno de 4%. O tempo de secagem atingido foi em torno de 270 min, com conteúdo de umidade variando de 8% / 40 °C, 6,5 %/ 50 °C e 0,5 %/60 °C.

Como se pode observar, no gráfico 1 as temperaturas de secagem 40 e 50 °C apresentaram curvas parecidas, em comparação a curva da temperatura de 60°C. A partir de 50°C o aumento de 10°C na temperatura reduziu em 130 min o tempo de secagem.

Gráfico 1: Cinética de secagem do bagaço cervejeiro nas temperaturas de 40, 50 e 60°C, expressa através da perda umidade relativa em função do tempo de secagem (min).



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O aumento da temperatura do ar de secagem permite uma maior taxa de remoção de água do produto, deste modo, existe maior gradiente de pressão de vapor de água entre o produto e o ar, favorecendo o mecanismo de transferência de massa e consequentemente a redução do tempo de secagem (QUEIROZ *et al.* 2013; BACURAU, 2013).

Batista (2016) relata que a estabilidade acontece a partir da equivalência entre massa e calor recebido, com água suficiente na superfície do produto para acompanhar a taxa de evaporação. Ou seja, a água evaporada vai sendo substituída pela água do interior do material, que migra por meio dos interstícios à superfície. Esse processo é contínuo até que o equilíbrio se mantenha, ou seja, a água interna do bagaço seja capaz repor a água evaporada na superfície (LOPES *et al.* 2015).

3.2 DADOS DA CINÉTICA

Os dados experimentais foram submetidos à modelagem matemática utilizando os modelos de cinética de secagem da literatura citados por LAHSASNI *et al.* (2004). Dos modelos utilizados, os que obtiveram os melhores coeficientes de determinação e erro padrão foram: Wang & Sing (40°C) e Page (50 e 60°C) conforme demonstrado no quadro 2.

Quadro 2 - Valores de parâmetros e de ajuste de modelos de cinética de secagem para o bagaço cervejeiro em três temperaturas.

Modelos	C*	40°C	50°C	60°C
Newton	K	0,0053	0,0054	0,0119
	R ²	0,9432	0,9347	0,9680
	SE	0,1250	0,1381	0,0876
Page	K	-	0,0003	0,0004
	n	-	1,5822	1,7689
	R ²	-	0,9873	0,9976
	SE	-	0,0618	0,0251
Herdenson & Pabis	K	0,0063	0,0065	0,0134
	a	1,1594	1,1806	1,1338
	R ²	0,9602	0,9553	0,9757
	SE	0,1049	0,0815	0,0788
Wang & Sing	a	-0,0035	-0,0036	-0,0080
	b	0,0000	0,0000	0,0000
	R ²	0,9836	0,9777	0,9763
	SE	0,0676	0,1197	0,0778
Modificado de Henderson & Pabis	k	0,0064	0,0065	0,0134
	a	0,3957	0,3958	0,3780
	b	0,3868	0,3958	0,3780
	K0	0,0064	0,0065	0,0134
	c	0,3868	0,3958	0,3780
	k1	0,0063	0,0065	0,0134
	R ²	0,9601	0,9553	0,9757
SE	0,1050	0,1148	0,0788	

C* constante e as letras a, b, c, K e n são constantes obtidas através do ajuste dos modelos.

É possível observar para as três temperaturas que o modelo que apresentou os maiores coeficientes de determinação e menores erros padrões foi o de Wang & Sing. Ao se analisar as temperaturas separadamente, para a temperatura de 40°C o melhor modelo foi o de Wang & Sing, já para as temperaturas de 50 e 60°C o melhor modelo foi o de Page. Nas figuras 2, 3 e 4 é possível observar o comportamento da redução de umidade com o tempo.

Figura 2 – Cinética de secagem do bagaço cervejeiro para a temperatura de 40°C, modelo de Wang & Sing.

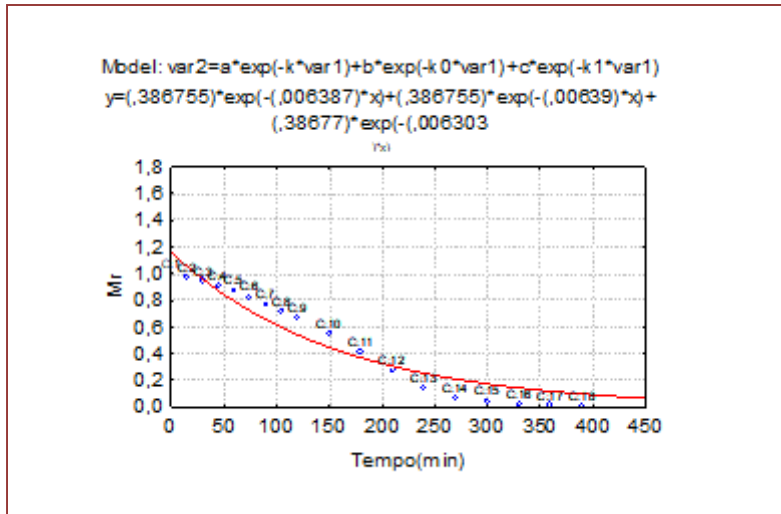


Figura 3 – Cinética de secagem do bagaço cervejeiro para a temperatura de 50°C, modelo de Page.

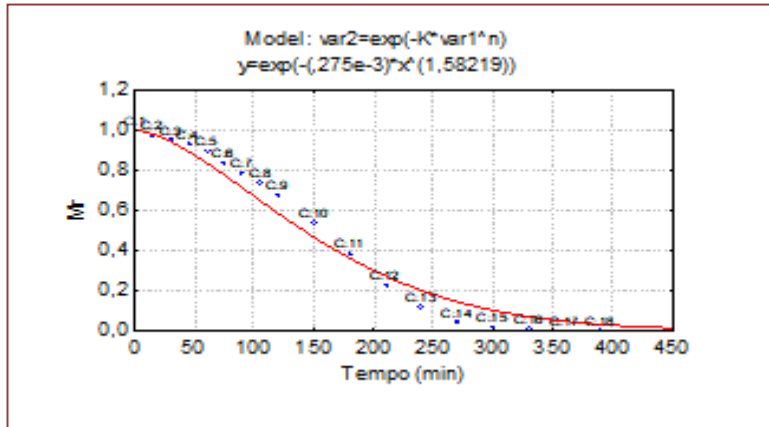
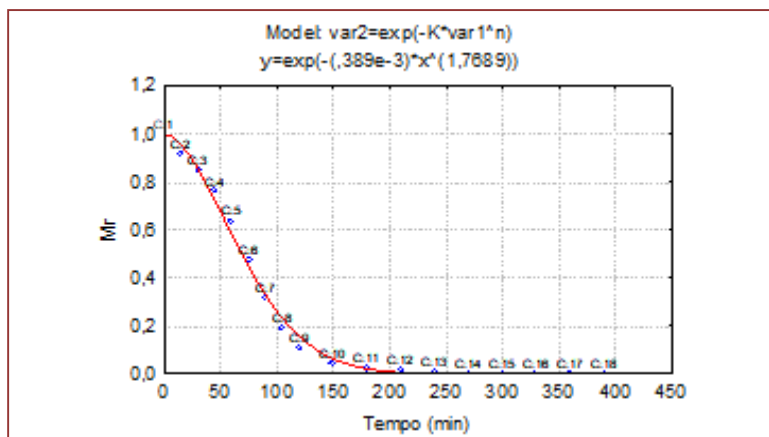


Figura 4 – Cinética de secagem do bagaço cervejeiro para a temperatura de 60°C, modelo de Page.



O estudo da cinética de secagem (Figura 2, 3 e 4) mostrou que a temperatura de 60°C promoveu o alcance de umidade de equilíbrio em um tempo menor (210 minutos) em comparação as outras temperaturas (40 e 50°C – 360 minutos), verificando a influência da temperatura sobre o tempo de secagem.

Verificou-se que para todas as temperaturas utilizadas (40, 50 e 60°C), a perda do conteúdo de umidade foi mais visível no início da secagem nas primeiras duas horas e, posteriormente, a diminuição tornou-se mais lenta. Nos tempos iniciais de secagem a água mais fracamente ligada (água livre) aos constituintes sólidos do alimento é mais facilmente evaporada durante o processo de secagem, daí justifica-se no

processo de secagem a pesagem ser realizada na primeira hora a cada 15 minutos e na segunda a cada 30 minutos.

Fiorentin *et al.* (2010) ao estudarem a cinética de secagem de resíduos constituídos por bagaço de laranja, evidenciaram o comportamento retilíneo no início do processo, evidenciando a influência da temperatura, o que pressupõe que esse fato se deu em decorrência da água livre presente no alimento, a qual pode ser desprendida facilmente, resultado que se assemelha ao presente trabalho.

Boffo *et al.* (2014), em seu estudo sobre a cinética de secagem da mistura bagaço de malte e levedura observaram que há uma grande influência da temperatura do ar quanto ao tempo de secagem, o mesmo comportamento observou Já Batista (2016), ao estudar o processo de secagem do resíduo de malte.

3.3 AJUSTE DE MODELOS MATEMÁTICOS

Através da modelagem dos dados experimentais aos modelos matemáticos utilizados para explicar a cinética de secagem obteve-se coeficientes de determinação maiores do que 90% e os modelos que apresentaram os melhores ajustes foram os de Newton, Henderson e Pabis, Wang e Singh.

Franciski, *et al.*, (2018) ao desenvolver um trabalho usando resíduos sólidos de uma indústria de cerveja (bagaço de malte de cevada) como precursor no desenvolvimento de um material (biochar) ativado por CO₂ para remover o Azul de Metileno (AM), verificou que os valores de R² melhor se ajustaram quando utilizou-se o modelo matemático pseudosegunda ordem, uma vez que esses valores ficaram mais próximos de 1. Vale ressaltar que este modelo matemático se apresenta sempre de forma crescente, de modo que a velocidade da reação vai aumentando em função do tempo, com tendência a se estabilizar em um tempo ótimo.

Analisando a afirmação do parágrafo acima o trabalho de cinética de secagem do bagaço cervejeiro está em conformidade com o parâmetro de coeficiente de determinação, já que apresenta uma crescente perda de água nas primeiras horas, e uma estabilização na redução de umidade por parte do bagaço cervejeiro no final do processo.

Por fim, Lopes *et al.*, (2015) ainda afirma que o período de taxa decrescente começa quando a quantidade de água interna do bagaço diminui, assim não consegue suprir a água que está sendo evaporada, consequentemente a água da superfície reduz até que a umidade do bagaço altere a umidade de equilíbrio.

4. CONCLUSÕES

De acordo com o desenvolvimento deste estudo, conclui-se que as curvas de secagem do bagaço cervejeiro apresentaram dois períodos cinéticos de secagem: constante e decrescente. O comportamento das curvas de secagem para as três temperaturas estudadas mostrou forte influência da temperatura no tempo de secagem. Com base nos resultados obtidos, para secagem do bagaço cervejeiro em secador convectivo, pode-se concluir que este processo é possível nas temperaturas estudadas, constatando que o tempo de secagem é inversamente proporcional à temperatura. Pela avaliação dos modelos cinéticos de secagem utilizados neste trabalho, os modelos de Newton, Henderson e Pabis, Wang e Singh e Modificado de Henderson & Pabis apresentaram coeficientes de determinação e erro padrão que descreve a função de redução de umidade com o tempo de secagem do bagaço cervejeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, p.349-353, 1999.
- [2] BACURAU, I. M. Estudo da Cinética de Secagem do Mesocarpo da Melancia (*Citrullus Lanatus*). Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2013.
- [3] BATISTA, E. A; Estudo do processo de secagem de resíduo de malte gerado na produção de cerveja. Trabalho de conclusão de curso, Bacharel em Química Industrial, Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, p. 48, 2016.
- [4] BOFFO, E.V.; SILVA, G.M.C. da; KLAGENBOECH, R.; TONEL, J.J. Modelagem Matemática para Descrição da Cinética de Secagem da Mistura de Bagaço de Malte e Levedura (*Saccharomyces Cerevisiae*). COBEQ - XX Congresso de Engenharia Química, Florianópolis/SC, 19 a 22 de outubro de 2014.

- [5] BRASIL. Decreto n. 6.871, de junho de 2009. Regulamenta a lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm> Acesso 30 Agost 2018.
- [6] DOMENICO, C. N. B. D.; CONRAD, T. M. Simulação de Processos de Secagem Através dos Modelos Matemáticos Exponencial e de Page. *Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI*. Vol. 11, N.20: p.134-146, Maio de 20 15.
- [7] FIORENTIN, L. D.; MENON, B. T.; ALVES, J. A.; BARROS, S. T. D.; PEREIRA, N. C.; MÓDENES, A.N. Determinação da cinética e das isotermas de secagem do bagaço da laranja. *Acta Scientiarum. Technology*, v.32, p.147-152, 2010.
- [8] FRANCISKI, M. A.; PERES, E. C.; GODINHO, M.; PERONDI, D.; FOLETTO, E. L.; CALLAZZO, G. C.; DOTTO, G. L. Development of CO₂ activated biochar from solid wastes of a beer industry and its application for methylene blue adsorption - waste management, v. 78, p. 630-638, 2018.
- [9] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS PARA ANÁLISE DE ALIMENTOS. 4.ED, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. SÃO PAULO. 2008. 1020P.
- [10] LAHSASNI, S.; KOUHILA, M.; MAHROUZ M.; IDLIMAM, A.; JAMALI, A. Thin layer convective solar drying and mathematical modeling of prickly pear peel (*Opuntia ficus indica*). *Energy* v. 29, n. 2, p. 211-224, 2004.
- [11] LOPES, C. R.; QUEIROZ, A. M.; SILVA, K. C.; MENDES, E. C. S.; SILVÉRIO, B. C.; FERREIRA, M. M. P; Estudo Cinético de Desidratação e Caracterização do Bagaço de Malte Resíduo da Indústria. p. 9, 2015.
- [12] MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [Home page]. Disponível em: <http://www.agricultura.com.br>. Acesso em: 14 agost 2018.
- [13] MARQUES, D. R.; Cerveja artesanal brasileira: uma abordagem à mensagem visual do rótulo. 121f. 2016. Dissertação (Mestre em Ciências da Comunicação) Cerveja artesanal brasileira: uma abordagem à mensagem visual do rótulo. Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2016.
- [14] MATHIAS, T. R. S.; M. MELLO, P. P.; SERVULO, E. F. C. Caracterização de
- [15] Resíduos Cervejeiros. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química -
- [16] Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Florianópolis, Santa Catarina, outubro de 2014.
- [17] MINELLA, E. Cevada. Agência Embrapa de Informação tecnológica. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cevada>. Acesso em: 31/07/2018.
- [18] PARADELLA, R. Alternativa ao trigo, cevada ganha espaço no Sul e projeta produção recorde. Estatísticas econômicas. Disponível em: <https://agencialdenoticias.ibge.gov.br>. Acesso em 31/07/2018.
- [19] PORTAL BRASIL. Economia e Emprego. Disponível em< <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/05/registro-de-cervejarias-sobe-de-320-para-397-em-pouco-mais-de-um-mes>> acesso em 05 Outu 2018.
- [20] QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; DIÓGENES, A. M. G. Secagem de farinha de sementes residuais de abóbora. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil. VII Congresso Iberico de Agroingeniera Y Ciencias Hortícolas, Madrid, 2013.
- [21] SOUZA, L. F. G.; HIDALGO, C. B.; FERRAZ, I. C.; LIMA, T. C. G.; ZONHO, V. C.;
- [22] Estudo da secagem do bagaço de malte para aplicação em formulação de pré-mistura para pão cervejeiro. 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, p. 9, 2014.
- [23] TEIXEIRA, P. C. M.; ZUNIGA, A. D. G.; RIBEIRO, L. Modelagem Matemática e Cinética da Secagem da Amêndoa do Baru (*Dipteryx alata Vog*). *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, V.11 n.21; p. 1309. 2015.
- [24] VIEIRA, A. A.; BRAZ, J. M. Bagaço de cevada na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 6, n. 3, p. 973-979, 2009.

Capítulo 10

Otimização da prensagem da semente de cumaru (Dipteryx odorata)

Rogério da Silva Camargo

Bruna Couto Nicaretta

Candice Soares Dias

Valéria Terra Crexi

Marcilio Machado Morais

Resumo: O cumaru é uma árvore da família das Fabaceae, cujos frutos possuem sementes que apresentam quantidades significativas de óleo. O método de extração desse óleo por prensagem tem como finalidade retirar o mesmo do interior da semente obtendo como produtos resultantes o óleo e a torta de prensagem. Este trabalho apresenta como objetivo otimizar o processo de prensagem para extração do óleo das sementes de cumaru. As sementes utilizadas serão da espécie *Dipteryx odorata*, e foram adquiridas no mercado popular do município de Santarém do Para no estado do Pará. Para o estudo da prensagem será utilizado a metodologia do planejamento experimental, sendo que as variáveis de estudo serão tempo, pressão e massa de sementes e a variável resposta será a quantidade de óleo bruto extraído. Os resultados do planejamento experimental empregado nos experimentos da extração por prensagem foram analisados estatisticamente, utilizando um software estatístico, a fim de se observar as variáveis que influenciam a resposta considerada, bem como as faixas de operação adequada.

Palavras-chave: extração de óleo, melhor condição de prensagem

1. INTRODUÇÃO

Algumas espécies vegetais pouco exploradas pelo mercado nacional oferecem possibilidades de obtenção de novos insumos e materiais, devido às suas composições (proteínas e lipídeos) que lhes conferem um grande potencial para atender o mercado de consumidores interessados por novas opções de produtos. No entanto, a falta de estudos e informações sobre essas espécies acabam tornando-as invisíveis aos olhos do mercado alimentício, deixando de gerar novos produtos e riquezas (REDGIN; CAVAMTI, 2002).

Diante desse contexto, pode se destacar o cumaru (*Dipteryx odorata*), uma leguminosa arbórea da família Papilionoideae, encontrada na região da Amazônia, que pode atingir até 30 m de altura em mata nativa, seu valor comercial se dá pela utilização de sua madeira e de suas sementes (LORENZI, 1998). As sementes desta espécie vêm sendo comercializadas há quase um século por extrativistas da Amazônia, principal região produtora, onde desperta interesse em função dos empregos a ela atribuídos na medicina popular, na indústria de perfumaria e de cosméticos (SILVA et al., 2010).

As sementes pertencentes a espécies da família Papilionoideae apresentam teores expressivos de proteínas, com alta potencialidade para inclusão na dieta humana, porém ainda são negligenciadas para este fim (CARVALHO et al., 2011). Segundo Bentes et al. (1981), as sementes do cumaru possuem de 30 a 40% de um óleo amarelo claro, composto principalmente pelos ácidos graxos oleico (47%), linoleico (21%) e palmítico (6,6%), além de 4% de um princípio ativo conhecido como cumarina, responsável por conferir ao óleo um aroma agradável, assemelhando-se à baunilha.

Os óleos das sementes de vegetais, podem ser obtidos por diferentes métodos de extração, tais como via solvente e prensagem. O método de extração com solvente apresenta maior rendimento de óleo extraído, porém é um processo que utiliza energia e aquecimento, com a possibilidade de ocorrer a degradação térmica de muitos compostos de interesse, além da necessidade de se ter mais processos para a remoção total do solvente, como a evaporação do solvente e o refino do óleo (CARVALHO, 2011).

Os resíduos de solvente que permanecem na torta, após o processo de extração do óleo, fazem com que a torta deixe de ser atrativa para a indústria alimentícia, uma vez que para este fim, exige-se que a mesma apresente-se livre de resíduos de solventes e seus compostos não estejam degradados (BRENNAN et al., 1990).

A extração por prensagem baseia-se na separação física do óleo da semente pela aplicação de forças de compressão, onde a alta qualidade dos compostos obtidos é uma das razões pelas quais este método é tradicionalmente utilizado (BRENNAN et al., 1990). No entanto, a prensagem tem como desvantagem a retenção do óleo na torta de prensagem, o que ocasiona um baixo rendimento do processo de extração (CARVALHO, 2011; RITTNER, 1996). Dessa maneira, diversos estudos têm sido realizados para melhorar a eficiência da extração por prensagem, no sentido de otimizar as condições e as principais variáveis envolvidas no processo.

O planejamento experimental é uma ferramenta estatística utilizada para minimizar o número de experimentos de um dado estudo e otimizar estatisticamente os parâmetros dos processos, tendo como suporte a análise estatística para validação, comparação e interpretação de resultados experimentais (MYERS; MONTGOMERY, 2002).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar experimental e estatisticamente o processo de extração do óleo da semente (amêndoa) de cumaru pelo método de prensagem descontínua.

2. METODOLOGIA

As sementes de cumaru (*Dipteryx odorata*) utilizadas na realização deste trabalho foram obtidas no mercado popular do município de Santarém do Pará no estado do Pará, e conduzidas para o Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Pampa no município de Bagé no estado do Rio Grande do Sul, onde foram refrigeradas a 4°C e mantidas nesta temperatura até o momento do pré-tratamento para realização dos experimentos de prensagem.

As sementes foram descascadas manualmente com o auxílio de facas de aço inox, moídas em moinho analítico (IKA A11 Basic Mill, São Paulo, Brasil) e submetidas à prensagem em uma prensa hidráulica com capacidade de 16 toneladas (Figura 1) para extração do óleo.

Figura 1 - Prensa utilizada para extração do óleo de cumaru (*Dipteryx odorata*).

Fonte Autor (2018)

A organização dos experimentos de extração do óleo por prensagem foi realizada através de um planejamento experimental fatorial 2^3 com seis pontos de estrela e dois pontos centrais, sendo ordenados segundo uma matriz de planejamento experimental, totalizando dezesseis ensaios. A principal finalidade desta metodologia foi verificar a influência das variáveis de estudo (massa de amostra, pressão e tempo de prensagem) na eficiência de extração do óleo da semente de cumaru (*Dipteryx odorata*), bem como obter uma melhor região de trabalho para o processo de prensagem. As variáveis de estudo e seus níveis foram escolhidos por meio de referências da literatura e de testes preliminares.

A Tabela 1 ilustra a matriz do planejamento experimental fatorial 2^3 com seis pontos de estrela e dois pontos centrais, que foi utilizada no processo de extração do óleo da semente de cumaru (*Dipteryx odorata*).

Tabela 1 - Matriz do planejamento experimental fatorial 2^3 com seis pontos de estrela e dois pontos centrais, que será utilizada no processo de extração do óleo da semente de cumaru (*Dipteryx odorata*).

Experimentos	Tempo (min)		Pressão (ton*)		Massa de amostras (g)	
	Variáveis		Variáveis		Variáveis	
	Codificadas	Reais	Codificadas	Reais	Codificadas	Reais
1	-1	20,00	-1	2,00	-1	30,00
2	-1	20,00	-1	2,00	+1	60,00
3	-1	20,00	+1	6,00	-1	30,00
4	-1	20,00	+1	6,00	+1	60,00
5	+1	60,00	-1	2,00	-1	30,00
6	+1	60,00	-1	2,00	+1	60,00
7	+1	60,00	+1	6,00	-1	30,00
8	+1	60,00	+1	6,00	+1	60,00
9	- α	6,36	0	4,00	0	45,00
10	+ α	73,63	0	4,00	0	45,00
11	0	40,00	- α	0,63	0	45,00
12	0	40,00	+ α	7,36	0	45,00
13	0	40,00	0	4,00	- α	19,77
14	0	40,00	0	4,00	+ α	70,22
15	0	40,00	0	4,00	0	45,00
16	0	40,00	0	4,00	0	45,00

*1 tonelada = 41,24 kgf/cm²

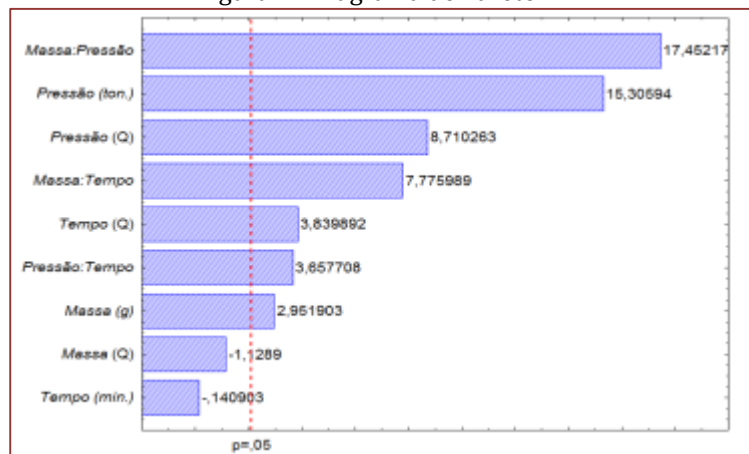
Fonte: Autor (2018)

Os resultados da matriz do planejamento experimental empregado nos experimentos da extração por prensagem foram analisados estatisticamente, utilizando um software estatístico, a fim de se observar as variáveis que influenciam a resposta considerada, bem como as faixas de operação adequada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência das variáveis de estudo sobre a eficiência de extração do óleo da semente de cumaru pelo método de prensagem, pode ser visualizada na Figura 2, através do Diagrama de Pareto.

Figura 2 - Diagrama de Pareto



Fonte: Autor (2018)

Através do Diagrama de Pareto (Figura 2) é possível visualizar graficamente as variáveis cujos efeitos influenciaram a resposta, as variáveis que apresentam valores após a linha divisória ($p=0,05$) podem ser considerados significativos em um intervalo de confiança de 95%. Considerando apenas os efeitos principais lineares, pode-se observar que somente a pressão e a quantidade de amostra colocada na prensa tiveram influência significativa no processo.

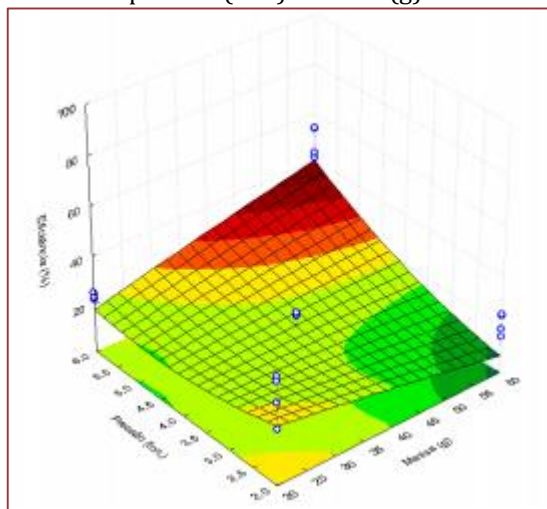
Comparando os efeitos principais lineares que tiveram influência significativa no processo, percebe-se que o efeito da pressão foi superior ao efeito da massa, isso pode ser explicado pelo fato de que na maior pressão, maior a força motriz do processo de extração. Outro fato que contribui para que o efeito da amostra seja menor que o da pressão, é que considerando uma área de prensagem fixa, uma quantidade de amostra muito elevada tende a promover uma torta mais espessa, o que aumenta a resistência à transferência de massa na prensagem, tendendo a diminuir a quantidade de óleo extraída.

No Diagrama de Pareto na Figura 2, também pode-se observar que o efeito médio da interação entre Massa:pressão foi superior aos efeitos principais lineares e produziram um efeito positivo na resposta, isso significa que aumentando a massa de amostra de 20 g para 60 g, e a pressão de 2 para 6 ton., a quantidade relativa de óleo bruto extraído foi maior. Este fato pode ser explicado em função da relação entre a massa de amostra e a pressão aplicada sobre a mesma, pois sabe-se que há uma relação adequada entre estes dois parâmetros, de modo que se obtenha um maior rendimento do processo.

Nas Figuras 3 e 4, pode-se observar as superfícies de respostas tridimensionais geradas a partir do modelo ajustado.

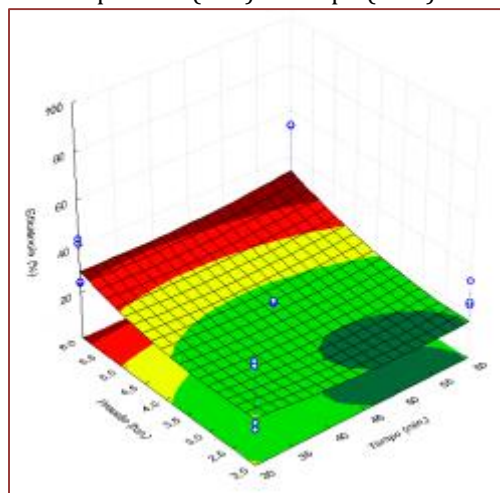
Na Figura 3, observa-se que as combinações das variáveis pressão (ton.) e Massa (g) influenciam fortemente o resultado da eficiência da extração, ou seja, o deslocamento na direção de máxima ascendente provoca um aumento na resposta, mostrando que existe uma região ótima de processo perto dos valores máximos de pressão e massa. Na figura 4, observase que o valor de eficiência, previstos pelo modelo, aumenta sensivelmente com aumento da Anais do 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE Universidade Federal do Pampa ú Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018 variável pressão. De acordo com a superfície de resposta, a variável tempo não mostra influencia relevante no resultado da eficiência de extração,

Figura 3 ± superfície de resposta para extração do óleo de cumaru em função das variáveis pressão (ton.) e massa (g).



Fonte: Autor (2018)

Figura 4 ± Superfície de resposta para extração do óleo de cumaru em função das variáveis pressão (ton.) e Tempo (min.).



Fonte: Autor (2018)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste planejamento, foi possível verificar que a melhor região de trabalho encontrou-se quando foi aplicado uma maior pressão (6 ton.) e uma maior massa de semente (60 g), onde o tempo não mostrou uma influência significativa. Esta região de trabalho pode ser considerada vantajosa, uma vez que a possibilidade de se trabalhar com um menor tempo de extração, e com uma maior eficiência, tornaria o processo mais econômico.

REFERÊNCIAS

- [1] BRENNAN, J. G. et al. Food engineering operations. Linton Road, England: Elsevier Applied Science, 1990
- [2] LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Editora Plantarum, São Paulo, v. 2. 1998.
- [3] RIDGEN, L. V. M.; CAVALCANTI, T. B. A. Conservação e utilização de recursos genéticos vegetais. In: BENSUSAN, N. (ORG.). Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade: como, para que, por quê. Brasília: Editora Unb. p. 157-163, 2002.
- [4] SILVA, T. M. et al. O Mercado de Amêndoas de *Dipteryx odorata* (Cumaru) no Estado do Pará. Revista Floresta. Curitiba, v. 40, n. 3, p. 603-614, 2010.
- [5] CARVALHO, A. F. U et al. Preliminary assessment of the nutritional composition of underexploited wild legumes from semi-arid Caatinga and moist Forest environments of northeastern Brasil. Journal of Food Composition and Analysis, v. 24, p. 487-493, 2011.
- [6] CARVALHO, C. O. Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L.f. (ARECACEAE - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: rendimento e atividade antimicrobiana. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, p. 110. 2011.
- [7] RITTNER, H. Óleo de mamona e derivados. São Paulo, 559 p., 1996
- [8] MYERS, R. H., MONTGOMERY, D. C. Response surface methodology. New York: John 1052 Wiley & Sons Inc. p.1 ± 17, 2002.

Capítulo 11

Avaliação do desenvolvimento de plântulas de Paricá Schizolobium var. amazonicum (Huber ex. Ducke) submetidas a diferentes dosagens de adubo NPK

Lenardo Sousa do Amarante Lima

Sandra Andrea Santos da Silva

Rainério Meireles da Silva

Vivian Dielly da Silva Farias

Samia Cristina de Lima Lisboa

José Farias Costa

Resumo: Considerando a importância da espécie Paricá *Schizolobium var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) para a região amazônica e seu potencial para plantios florestais voltados para a produção de madeira, bem como a pouca informação sobre sua nutrição mineral e manejo de adubação, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e qualidade de plântulas de Paricá sob diferentes dosagens de adubo NPK. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com diferentes números de repetições, com quatro tratamentos (testemunha; 50g NPK; 100g NPK e 150g NPK). As plântulas foram cultivadas em solo de barranco de textura franco argilo-arenosa e as características avaliadas foram: altura, diâmetro do coleto, peso da matéria fresca da parte aérea e do sistema radicular, peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, índice de qualidade de Dickson e porcentagem de sobrevivência. O tratamento que apresentou as melhores médias para os parâmetros avaliados foi o T3, seguido da testemunha que não apresentou mortalidade de plântulas. Entre os tratamentos com adubo foi verificada menor porcentagem de sobrevivência conforme maior a dose de adubo, apesar desses tratamentos terem melhorado as médias das variáveis estudadas em proporção ao aumento das dosagens. Conclui-se que não é recomendada a aplicação das dosagens de 50g, 100g e 150g de adubo NPK de formulação 16-16-16 para plântulas da espécie *Schizolobium var. amazonicum* (Huber ex. Ducke) no solo de textura franco argilo-arenosa.

Palavras chave: Paricá; Qualidade de mudas; Manejo de adubo; NPK

1. INTRODUÇÃO

O Paricá *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) é uma espécie florestal da família Caesalpinaceae. É nativa na Amazônia Brasileira, apresentando também ocorrência no Peru, Colômbia, Venezuela e Bolívia (GAZEL-FILHO et al. 2007). Apresenta crescimento inicial é rápido (RONDON, 2000) e madeira de baixa densidade (0,30 g cm⁻³), sendo indicada, principalmente, para laminação, forros, palitos, canoas e papel (LORENZI, 2002). Essa espécie tem se mostrado de grande interesse comercial, com plantios concentrados nos Estados do Pará e Maranhão (CARVALHO, 2003).

Desde a metade da década passada vem se intensificando o reflorestamento com paricá e a implantação de sistemas agroflorestais com essa espécie, agora em sua maioria de forma plantada e em menor grau a partir do sistema de regeneração natural (EMBRAPA, 2007). Tendo por base dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF, a área de florestas plantadas de paricá no Brasil em 2012 foi de 87.901 hectares (ABRAF, 2013).

Sabe-se também que as espécies florestais nativas, por apresentar potencial de uso para a produção madeireira e multiprodutos da floresta, geram uma demanda crescente por estudos silviculturais a começar pela produção de mudas de qualidade para o estabelecimento de plantios comerciais (ROSSA et al., 2013). Porém as espécies demonstram exigências nutricionais e ambientais muito específicas e o simples plantio de espécies da flora regional não garante a sobrevivência dessas mudas no campo (WHITMORE, 1996). Além disso, os projetos de reflorestamento têm sido implantados principalmente em solos de baixa fertilidade natural, nos quais o uso de fertilizantes tem sido restrito por causa da carência de estudos sobre as exigências nutricionais e a resposta à fertilização de espécies arbóreas nativas (FURTINI NETO et al., 2000).

Isso se torna mais relevante em regiões como a Amazônia, caracterizada por solos de baixa fertilidade, uma vez que a maioria dos solos de terra firme da região é quimicamente pobre em nutrientes e rico em alumínio (OLIVEIRA et al., 1991). Assim a produção de mudas de qualidade é importante para a obtenção de plantas eficientes e resistentes as condições adversas dos solos amazônicos (AMANCIO, 2004).

No estabelecimento dos povoamentos florestais a produção de mudas de qualidade é uma das etapas principais, sendo que o conhecimento de suas exigências nutricionais e aplicação de substrato apropriado são fatores vitais para se assegurar a adaptação e um bom crescimento após o plantio evitando assim, depreciação do valor da floresta por menores incrementos no crescimento, redução dos ganhos de volume de madeira, tendência de árvores com menor uniformidade e bifurcações do fuste (DEL QUIQUI et al., 2004; CARNEIRO, 1995).

Nesse sentido, não se deve desconsiderar a importância do substrato, pois para as espécies arbóreas a adequação aos fatores ambientais como condição do solo deve ser considerada independente da finalidade do plantio. Sobre esse fator, em termos de fertilidade é recomendado um ajuste do solo as necessidades nutricionais da planta, ainda que muitas vezes seja preciso um investimento de capital para antropicamente melhorar a capacidade produtiva do substrato (RIBEIRO et al., 2006).

Na adubação são fornecidos nutrientes que o substrato não é capaz de oferecer na quantidade correta até que essas estejam em condições ideais para o transplante para o campo. Portanto, a adubação de acordo com as exigências nutricionais específicas da espécie garantirá melhor adaptação das mudas em campo, maior produtividade madeireira, crescimento, menor investimento com práticas silviculturais diversas, menor impacto ambiental, entre outros. (VIEIRA et al., 2013).

Assim, ressalta-se a importância de trabalhos que busquem ampliar o conhecimento sobre as exigências nutricionais de uma espécie nativa da Amazônia como o Paricá *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke). Bem como a relevância socioeconômica dos plantios comerciais dessa espécie em uma região de solos pobres (Amazônia), gerando assim demanda por informações que possam propiciar uma produção de indivíduos dessa espécie com maior qualidade morfológica.

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento da espécie *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) em observância de diferentes níveis de adubação química no seu estágio de plântula, assim como a qualidade das plântulas por meio dos parâmetros estudados (altura da parte aérea, diâmetro do coleto, peso da matéria verde da parte aérea e raiz, peso da matéria seca da parte aérea e raiz, índice de qualidade de dickson e porcentagem de sobrevivência) em função dos tratamentos avaliados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de Paricá *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) utilizadas no experimento foram adquiridas do Laboratório da AIMEX, localizado no município de Benevides na BR 316. As 80 sementes adquiridas foram germinadas em bandejas contendo terra preta, provenientes da zona rural do município de Medicilândia-PA.

Para a instalação dos tratamentos foi utilizado como substrato solo de barranco, retirado da BR 230 da zona rural de Altamira-PA sentido Brasil Novo na profundidade de 0-40 cm nas coordenadas 03°15'07,2"S e 0,52°20'59,9"W. Após a coleta essa amostra foi enviada ao laboratório da EMBRAPA/CPATU em Belém-PA para análise de fertilidade, sendo que a classificação da textura do solo foi realizada pelo guia para indicação de textura ao tato de Nortcliff (1994).

O experimento foi instalado no viveiro, com nível de sombreamento a 80%, da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira localizado nas coordenadas geográficas 03°12'00" S e 52°13'45" W (MOURA; RIBEIRO, 2009). Foi realizada a quebra de dormência da espécie em estudo utilizando-se a quebra de dormência por processo mecânico, com a utilização de lixa d'água (nº100) na região da semente oposta ao hilo, seguido da imersão em água por 24 horas, em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) conforme recomendado por Embrapa (2007). Posteriormente as amostras de terra de barranco foram colocadas em sacos de polietileno de cor preta, onde foram adicionadas as doses de adubo (de acordo com o tratamento) e semeadas as sementes de Paricá. A irrigação dos tratamentos foi realizada duas vezes ao dia, utilizando-se regador manual.

O adubo NPK utilizado foi da formulação 16-16-16. Após definição das dosagens foi misturado o adubo mais terra de barranco e colocados em sacos de polietileno e realizado o transplântio das mudas. No experimento foram avaliados os seguintes tratamentos: (T0) – Testemunha; (T1) – 50g de NPK; (T2) – 100g de NPK e (T3) – 150g de NPK. A etapa relativa ao experimento, foi instalada obedecendo-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com diferentes números de repetições.

O experimento totalizou um período de 50 dias, sendo a medição dos parâmetros realizados semanalmente como altura da parte aérea (em centímetros) e diâmetro do coleto (em milímetros), por meio de escalímetro e paquímetro digital). E ao final do experimento foram mensurados os valores da Altura da parte aérea (H), Diâmetro do coleto (D), Peso da Matéria Verde da Parte Aérea (PMVPA), Raiz (PMVR) e Total (PMVT), Peso da Matéria Seca da Parte Aérea (PMSPA), Raiz (PMSR) e Total (PMST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD). Sendo este último obtido através do cálculo $IQD = \frac{MST}{(AP/DC) + MSA/MSR}$ onde MST= Matéria seca total; AP/DC= relação altura da parte aérea com diâmetro do coleto; MSA= matéria seca da parte aérea; MSR= matéria seca da raiz (DICKSON et al., 1960). Também foi avaliada a Porcentagem de sobrevivência através do cálculo $S = \frac{(NV * 100)}{NT}$ onde S = sobrevivência; NV = número de plantas vivas; NT = número total de plantas por tratamento.

Para a obtenção dos valores de peso da matéria seca da parte aérea e raiz as plantas foram lavadas para retirada de resíduos de substrato e posteriormente cortadas separando parte aérea de raiz. Após isso foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e levadas a uma estufa a 75°C, por 72 horas até atingirem o peso constante (GAZEL-FILHO, 2007). Os resultados obtidos ao longo de toda a coleta de dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste t a 5% significância pelo software ASSISTAT 7.7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ANÁLISE QUÍMICA DA FERTILIDADE DO SUBSTRATO

Na tabela 01 abaixo, se encontra os resultados da análise química da fertilidade do solo, sendo que por meio de sua análise e da consideração de sua textura (franco argilo-arenosa) é possível perceber que o substrato desse trabalho difere em alguns aspectos do solo de ocorrência da espécie no Pará que apresenta textura argilosa e fertilidade química alta (DUCKE, 1949).

Tabela 01. Análise de fertilidade química do solo.

Análise química da Fertilidade do Solo							
Prof.	pH	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al
cm	água	mg/dm ³			cmol/dm ³		
0-40	5,7	2	4	2	0,5	0,8	0,2

Fonte: EMBRAPA

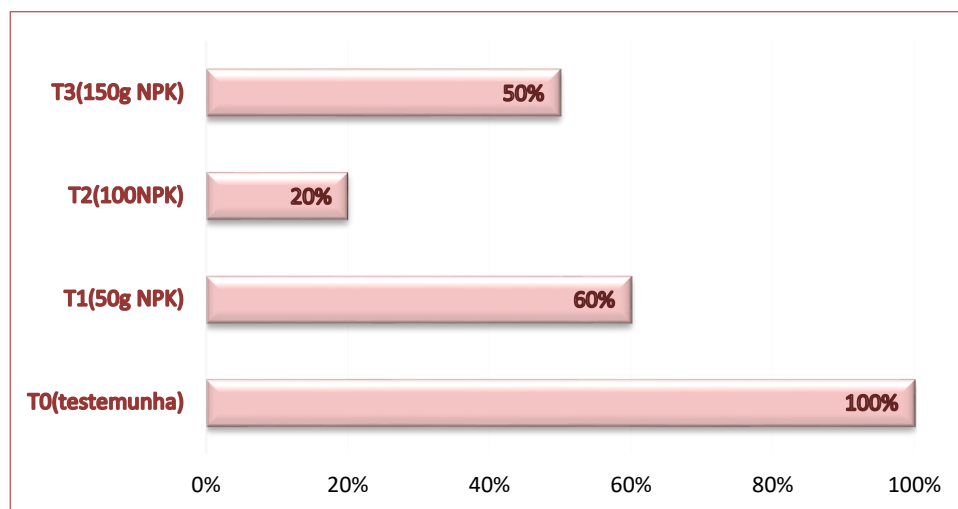
Em outros estudos sobre os solos de ocorrência natural do Paricá, foi verificado que no estado de Mato Grosso, essa espécie ocorre em solos de baixa fertilidade química, com pH em água 4,5, com baixos teores de K-potássio e P- fósforo (EMBRAPA, 2007). Na Bolívia, essa espécie ocorre, naturalmente, em solos geralmente jovens de origem aluvial que se caracterizam por possuir uma baixa fertilidade natural, baixo conteúdo de matéria orgânica, pH entre 3,7 e 5,5 e baixa capacidade de troca catiônica com níveis de saturação de Al-alumínio entre 70 % a 80 % (CRESPPO et al., 1995).

Considerando que o pH do substrato utilizado é apenas levemente ácido 5,6-6,0 (TOMÉ JÚNIOR,1997) e se encontra numa faixa de ocorrência natural, como mostrado nos trabalhos anteriormente citados, não foi verificada a necessidade de calagem. Além disso, devido as características do substrato se assemelharem a condições naturais os resultados do trabalho se mostram relevantes.

3.2. PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DE PLANTAS

Sobre a porcentagem de sobrevivência, pela observação dos dados do gráfico 01 percebe-se que dentre os tratamentos, apenas a testemunha não apresentou mortalidade de Plântulas. Nos demais tratamentos, nos quais foi utilizado diferentes dosagens de adubo, a porcentagem de sobrevivência atingiu valores de 20% para o tratamento T2(100g NPK), 50% para o T3(150g NPK) e 60% para o T1(50g NPK).

Gráfico 01. Valores da porcentagem de sobrevivência das mudas de paricá após dois dias do transplântio



Através da análise química do substrato, percebe-se que a falta de calagem não foi a causa da mortalidade, uma vez que pesquisadores já afirmaram a ocorrência do paricá em solos com pH semelhante (CRESPPO et al.,1995).

Sendo, N, P e K os macronutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas, a adubação com NPK oferece às plantas maiores condições nutricionais e assim, promove um crescimento contínuo atingindo padrões morfológicos que lhe condicione em pouco tempo para a próxima etapa que é o plantio (VIEIRA et al., 2013). Porém, já foram verificados efeitos negativos da adubação NPK sobre espécies florestais (MOHAN et al., 1990).

Além disso no que diz respeito à adubação química existe poucas informações para fundamentar o manejo do adubo utilizado para a espécie nativa Paricá (COSTA et al., 2008). E sobre a absorção de nutrientes, as espécies de crescimento rápido como o Paricá exibem uma alta taxa de absorção iônica por planta e um grande incremento na taxa de absorção, em resposta ao aumento de concentrações externas de nutrientes, comparadas a espécies de crescimento lento (CHAPIN III, 1980).

Com isso, o excesso de nutrientes principalmente de nitrogênio, fósforo e potássio poderão ocasionar diversos fatores que irão inibir o desenvolvimento das plântulas (LIBUY, 2007).

Portanto, o percentual de sobrevivência observado neste estudo indica que a espécie encontrou fatores limitantes para o seu estabelecimento inicial nas condições experimentais a que foi submetida, sendo estes o excesso de adubo.

3.3. AVALIAÇÃO DA ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLETO

A estatura da parte aérea e diâmetro do colo fornecem uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial das mudas no campo (GOMES et al., 1991). Esses parâmetros contribuem em 83,19% para a qualidade das mudas, são de fácil medição e trata-se de um método não destrutivo para a planta (GOMES et al., 2002).

Avaliando os dados da tabela 02 nota-se que para a variável altura (H), a testemunha apresentou a maior média, seguida dos tratamentos T3(150g NPK), T2(100g NPK) e T1(50g NPK), demonstrando diferença estatística dos demais tratamentos. Quanto aos tratamentos com adubo, o tratamento T1 apresentou diferença quando comparado com os demais. Para o diâmetro do coleto (D), os melhores resultados ficaram com o tratamento T3 seguido da testemunha, T1 e T2 sendo que estatisticamente não houve diferença entre eles.

Tabela 02. Valores médios da altura da parte aérea, do diâmetro do colo de mudas de paricá, quarenta dias após a semeadura.

Tratamentos	Variáveis Morfológicas	
	Altura (H)	Diâmetro (D)
Testemunha	29.11a	4.98a
T1(50g NPK)	23.02b	4.64a
T2(100g NPK)	24.76ab	4.44a
T3(150g NPK)	25.32ab	5.10a
CV(%)	15.27	12.46

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste t a 5% de significância

Em trabalho de Caione et al (2012) sobre a resposta do Paricá ao uso de adubo NPK simples, os melhores resultados para as variáveis altura e diâmetro foram obtidos pelo tratamento que combinava doses de nitrogênio, fósforo e potássio, alcançando os valores respectivos de 43,12cm e 4,84mm. A testemunha apresentou o terceiro melhor resultado para as características citadas (36,64cm e 4,00mm).

Quanto aos resultados dos dois trabalhos, a análise química do substrato pode explicar as diferentes médias, tanto para os tratamentos testemunha como com adubo NPK. Sendo que no estudo de Caione et al (2012) o substrato apresentava teor de matéria orgânica de 55% e pH= 6,2.

Um maior teor de matéria orgânica aumenta a produtividade das culturas ao conferir ao solo condições favoráveis de arejamento e friabilidade, melhorar a retenção de água e contribuir com a capacidade de troca de cátions (RAIJ,1981).

Quanto ao uso de adubo do ponto de vista produtivo, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são os nutrientes mais importantes (DIAS & FERNANDES, 2006) e o emprego de fertilizantes químicos é uma prática usual nos viveiros florestais, funcionando como uma valiosa ferramenta no controle do tamanho e vigor das mudas (RIBEIRO et al., 2001). Porém para a planta atingir um metabolismo balanceado e um desenvolvimento desimpedido, não somente os nutrientes principais devem estar disponíveis em

quantidades suficientes, mas também devem ser absorvidos em proporções balanceadas (RONQUIN,2010).

Também é importante considerar que já foi verificada a adaptação do paricá a solos geralmente jovens que se caracterizam por possuir uma baixa fertilidade natural, baixo conteúdo de matéria orgânica e pH entre 3,7 e 5,5 (CRESPO et al., 1995). Tal fato indica maior adaptação do Paricá ao substrato utilizado nesse trabalho e justifica os resultados superiores para as médias do diâmetro do coleto no caso da testemunha e do tratamento T3(150g NPK).

3.4. AVALIAÇÃO DO PESO DA MATÉRIA VERDE DA PARTE AÉREA E DA RAIZ

Observando a tabela 03 percebe-se que o peso da matéria verde da parte aérea (PMVPA), a melhor média foi do tratamento T3(150g NPK) seguido do T2(100g NPK), testemunha e T1(50g NPK). Para esse parâmetro também foi observado diferença estatística entre os dois tratamentos com os maiores valores (T1 e T2) e os outros com resultados menores (testemunha e T1). Para a variável peso da matéria verde da raiz (PMVR) a testemunha apresentou a melhor média diferindo estatisticamente dos demais tratamentos que não apresentaram diferença estatística entre si com os melhores valores ficando para o tratamento T2 seguido do T1 e T3. Quanto ao peso da matéria verde total (PMVT) o tratamento T3 alcançou o melhor resultado seguido do T2, testemunha e T1, diferindo estatisticamente demais tratamentos.

Tabela 03. Valores médios de peso da matéria verde da parte aérea (PMVPA) e peso da matéria verde da raiz (PMVR) das mudas de paricá quarenta dias após a semeadura.

Tratamentos	Variáveis Morfológicas		
	PMVPA	PMVR	PMVT
Testemunha	13.14b	9.27a	22.41ab
T1(50g NPK)	12.19b	5.67b	17.87b
T2(100g NPK)	20.55a	5.97b	26.52ab
T3(150g NPK)	21.44a	5.09b	26.53a
CV(%)	36.92	36.41	35.61

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste t a 5% de significância

Em estudo de Rossa et al (2013) na avaliação da resposta de mudas de paricá sob doses de fertilizante de liberação lenta na formulação 13-6-16, a testemunha apresentou os menores valores (3,80g) para o PMVPA e o tratamento com 8kg/m³ de adubo de destacou como os melhores resultados (7,60g).

Nota-se que para o parâmetro PMVPA todos os tratamentos desse trabalho apresentaram médias mais elevadas que as avaliadas por Rossa et al (2013) tanto pelo tratamento testemunha como pelo com adubo NPK.

Um ponto importante sobre as diferenças de resultados entre os tratamentos são as diferentes características químicas dos substratos. Quando comparados o valor de pH do solo desse trabalho (ver tabela 01) com o do trabalho de Rossa et al (2013): 6,3, percebe-se que o substrato desses autores é levemente menos ácido.

Tal fato pode ter se refletido nas médias do trabalho, uma vez que a estrutura, solubilidade de minerais, disponibilidade de nutrientes, atividade de microrganismos e absorção de íons pela planta são influenciadas pela reação do solo (RONQUIN, 2010).

Além disso as características do fertilizante de liberação lenta: revestidos por resina e por consequência pouco solúveis (TRENKEL, 1997) e com disponibilização gradativa dos nutrientes para as plantas (BARBIZAN et al., 2002), também devem ser consideradas.

Quanto ao adubo NPK utilizado nesse trabalho (formulação 16-16-16), apresenta as características dos fertilizantes químicos mais usuais como alta solubilidade e concentração, visando uma disponibilidade de nutrientes mais rápida (RONQUIN,2010).

3.5. AVALIAÇÃO DO PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA E DA RAIZ

Pela análise da tabela 04 percebe-se que para o peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) a maior média foi encontrada no tratamento T2(100g NPK) seguido em ordem decrescente pelos tratamentos T3(150g NPK), testemunha e T1(50g NPK). Também foi observada diferença estatística entre os tratamentos com maiores resultados (T2 e T3) e os com menores (testemunha e T1). Sobre o peso da matéria seca da raiz (PMSR), a testemunha obteve a melhor média, apresentando diferença estatística dos demais tratamentos que apresentaram os melhores valores na seguinte ordem: T2,T3 e T1. Enquanto que para o parâmetro peso da matéria seca total (PMST) o tratamento T2 alcançou o maior valor, se diferenciado estatisticamente dos demais com exceção do tratamento T3.

Tabela 04. Valores médios para Peso da Matéria Seca das Partes Aérea (PMSPA), Peso da Matéria Seca da Raiz (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST) das mudas de paricá, quarenta dias após a semeadura

Tratamentos	Variáveis Morfológicas		
	PMSPA	PMSR	PMST
Testemunha	3.64b	2.15a	5.80ab
T1(50g NPK)	3.31b	1.48b	4.80b
T2(100g NPK)	5.16a	1.85ab	7.01a
T3(150g NPK)	4.78a	1.64b	6.42a
CV(%)	29.01	28.57	26.17

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste t a 5% de significância

Gomes & Paiva (2006) ratificam que o peso de biomassa seca da parte aérea indica a rusticidade e correlaciona-se diretamente com a sobrevivência e desempenho inicial das mudas após o plantio em campo.

Ainda de acordo com esses autores, a massa seca das raízes tem sido reconhecida como uma das melhores e mais importantes variáveis para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo, destacando que a sobrevivência é maior quanto mais abundante for o sistema radicular, havendo uma pequena correlação com a altura da parte aérea.

Locatelli et al. (2007) verificaram que as deficiências de nitrogênio e fósforo foram as que levaram ao maior decréscimo da massa seca da parte aérea. Quanto a massa seca da raiz não foram verificados efeitos significativos da aplicação dos nutrientes, ao contrário de Braga et al. (1995), que observou que o crescimento radicular de *Racosperma mangium* (Willd) foi influenciado significativamente, sendo que a omissão de fósforo foi a que causou maior decréscimo no crescimento do sistema radicular.

Sobre a Massa seca total, no trabalho de Caione et al (2012) sobre a resposta do Paricá sobre a adubação NPK observou-se que o tratamento que proporcionou a maior produção foi o completo (com NPK), seguido do tratamento apenas com fósforo e do controle. E de acordo com Locatelli et al. (2007) as deficiências de nitrogênio e fósforo foram as que levaram ao maior decréscimo da MST.

3.6. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Usualmente a escolha das mudas baseia-se em características da planta, tais como a altura, o diâmetro de caule, tonalidade de cor das folhas, a ausência de pragas e doenças, dentre outros. No entanto, para representar simultaneamente todas essas características, utilizam-se índices de qualidade, que são medidas integradas, sendo o índice de qualidade de Dickson (IQD) um dos mais usados para estabelecer a qualidade de mudas (MARANA et al. 2008)

De acordo com a Tabela 04 abaixo, para o Índice de Qualidade de Dickson, proposto por Dickson et al. (1960), houve maior valor para o tratamento T3(150g NPK) seguido dos tratamentos testemunha, T1 e T2. Foi observada diferença estatística entre a média desse tratamento comparada com as outras, sendo esses resultados indicativos dos benéficos da adubação química no desenvolvimento das plantas, uma vez que para o cálculo do IQD são considerados outras variáveis de qualidade morfológica. Os bons resultados da testemunha corroboram a literatura quanto a adaptabilidade da espécie *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) uma vez que esse tratamento apresentou o segundo melhor resultado para a qualidade das plântulas.

Tabela 05. Valores médios para o índice de qualidade de Dickson, das mudas de paricá, quarenta dias após a semeadura.

Tratamentos	Variáveis Morfológicas
	IQD
Testemunha	0.79ab
T1(50g NPK)	0.65b
T2(100g NPK)	0.76ab
T3(150g NPK)	0.80a
CV(%)	22.82

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste t a 5% de significância

Hunt (1990), observando a qualidade de mudas de algumas espécies como *Pseudotsuga menziessi* var, *glauca* (Beissn) Mayr. e *Picea abies* (Karst), verificou que as mudas que obtiveram o índice de qualidade de Dickson com valores superiores a 0,20 seriam consideradas de boa qualidade.

Segundo Fonseca et al. (2002) as mudas de *Trema micranta* (L.) Blum com maiores Índices de Qualidade de Dickson apresentaram maiores valores de diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, do sistema radicular e total. O presente trabalho apresentou os mesmos resultados semelhantes uma vez que o tratamento que apresentou maior IQD (T3), também alcançou os melhores valores para esses parâmetros, com exceção para a massa seca do sistema radicular na qual obteve o segundo melhor resultado.

E no estudo de Binotto (2007) sobre a relação entre as variáveis de crescimento e o IQD em mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) e *Pinus elliottii* var. *elliottii* (Engelm) foi concluído que o IQD foi eficiente para indicar qualidade de mudas, pois apresentou boa correlação com as variáveis estudadas para as duas espécies.

4. CONCLUSÃO

Pela observação das médias obtidas por parâmetro, conclui-se que o tratamento T3(150g NPK) promoveu o melhor desenvolvimento das plântulas de *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke), assim como gerou indivíduos de melhor qualidade morfológica.

Foi constatado que a utilização de doses crescentes de adubo NPK resultou em menor porcentagem de sobrevivência das plantas, apesar de também contribuir para melhores resultados nos parâmetros avaliados.

Verificou-se também que o tratamento testemunha apresentou os segundos melhores resultados para as variáveis morfológicas estudadas, além de não apresentar mortalidade de plântulas.

Assim, não é recomendada a aplicação das doses de 50g, 100g e 150g de adubo NPK de formulação 16-16-16 para plântulas da espécie *Schizolobium* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) no solo de textura franco argilo-arenosa.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). Anuário Estatístico ABRAF 2013. Disponível em: http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF13/ABRAF13_BR.pdf. (Acessada em: 10/09/2016).
- [2] AMANCIO, A.B. Efeito da adubação e inoculação com bactérias solubilizadoras de fosfato na produção de mudas de três espécies florestais de importância econômica para a Amazônia. Dis-sertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. Pp 87.2004.
- [3] BARBIZAN, E. L.; LANA, R. M. Q.; MENDONÇA, F. C.; MELO, B.; SANTOS, C. M.; MENDES, A. F. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes associada a diferentes formas de aplicação de fertilizantes. Ciência Agrotécnica, Lavras, n. especial, p. 1471-1480, dez. 2002.
- [4] BRAGA, F.; VALE, F.R.; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. Revista Árvore, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31, 1995.

- [5] BINOTTO, A. F. Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm. 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- [6] CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex. Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.40, n.94, p.213-221, jun., 2012.
- [7] CARNEIRO, J. G. de A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos dos Goytacazes: UENF, p.451,1995.
- [8] CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1.
- [9] CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology Systematics*, Palo Alto, v.11, 1980. P.233-260.
- [10] COSTA, M. C. G.; TONINI, H.; SCHWENGBER, J. A. M.; CANTARELLA, H. Crescimento inicial do *Schizolobium amazonicum* em função da adubação NPK. *FERTBIO*, 2008.
- [11] CRESPO, T. R.; MINNICK, G.; VARGAS, J. Evaluación de algunas leguminosas en el trópico de Cochabamba, Bolivia. In: EVANS, D. O.; SZOTT, L. T., ed. Nitrogen fixing trees for acid soils: proceedings of a workshop. Morrilton: NFTA / Winroch International, 1995. p. 103-112.
- [12] DEL QUIQUI, E. C.; MARTINS, S. S.; PINTRO, J. C.; ANDRADE, P. J. P. DE; MUNIZ, A. S. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 293-299, 2004.
- [13] DIAS, V. P. & FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, set. 2006.
- [14] DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, Quebec, v. 36, n.1, p.10-13, 1960.
- [15] DUCKE, A. As leguminosas da Amazônia brasileira: notas sobre a flora neotrópica - II. Belém: Instituto Agrônomo do Norte, 1949. 248 p. (Boletim Técnico, 18).
- [16] EMBRAPA. Curricular técnica 142.ISSN 1517-5278.2007.
- [17] FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
- [18] FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. p. 352-379.
- [19] GAZEL FILHO, A. B.; CORDEIRO, I. M. C. C.; ALVARADO, J. R.; SANTOS FILHO, B. G.. Produção de biomassa em quatro procedências de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke)) Barneby no estádio de muda. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.1047-1049, 2007.
- [20] GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R.; CASSIA, G.; FONSECA, E. P. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em Win-Strip. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35-41, 1991.
- [21] GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros Morfo-lógicos na Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.
- [22] GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. Viveiros Florestais: propagação sexuada. Viçosa: UFV, 2006.
- [23] HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. Proceedings... Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.
- [24] LIBUY, W. R., 2007. CropKit – Manual Especializado sobre Manejo de Nutrição de Plantas – Tabaco. 107 p. (Pág. 53-61).
- [25] LOCATELLI, M.; MELO, A.S.; LIMA, L.M.L.; VIEIRA, A.H. Deficiências nutricionais em mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v.5, n.2, p.648-650, 2007.
- [26] LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.2. 382p.
- [27] MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento demudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 1, 2008.

- [28] MOHAN, S.; PRASSAD, K. G.; GUPTA, G. N. Fertilizer responses selected social forestry species under varying soil texture. *Indian Forester*, p.49-57, 1990.
- [29] MOURA, A. R.; RIBEIRO, J. C. *Altamira no contexto geográfico*. Belém-PA: Autor, 2009. 119 p.
- [30] NORTCLIFF, S. Solis in the Field. In: ROWELL; D. L. *Soil Science. Methods and applications*. Reino Unido. Longman Group IK. p 1-15.1994.
- [31] OLIVEIRA, L.A. 1991. Phosphorus related to plant growth and plant-microorganism associations. In: *Amazonian soils*. In: Anais de Workshop "Phosphorus Cycles In: Terrestrial and aquatic Ecosystems: Regional Workshop 3: South and Central América", Phosphorus Cycles Scientific Advisory Committee, Caracas, Venezuela, p. 186-195. 1991.
- [32] RAIJ, B. VAN. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba, Instituto de Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
- [33] RIBEIRO, F. A.; MACEDO R. L. G.; VENTURIM, N.; MORAIS, V. M.; GOMES, J. E.; JUNIOR, M. Y. Efeitos da adubação de plantio sobre o estabelecimento de mudas de *Tectona grandis* L.f. (Teca). *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral (FAEF), Garça-SP, ano IV, número 07, fevereiro.2006*.
- [34] RIBEIRO, G.T; PAIVA, H.N.; JACOVINE, L.A.G.; TRINDADE, C. *Produção de mudas de Eucalipto*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 112p.
- [35] RONDON, E.V. Comportamento de essências florestais nativas e exóticas no Norte de Mato Grosso. In: *FLOREST 2000 - CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS*, 6.,2000. Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: Biosfera, 2000. p.68.
- [36] RONQUIN, C. C.; *Conceito de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais*. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 8.Embrapa, Monitoramento por satélite, Campinas, SP.2010.
- [37] ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; BONGNOLA, I. A.; POMIANOSK, D. J. W.; SOARES, P. R. C.; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. *Pesquisa florestal brasileira*, Colombo, v. 33, n. 75, p. 227-234, jul./set. 2013.
- [38] TOMÉ JÚNIOR, J. B. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba, SP: Agropecuária, 1997. 274 p.
- [39] TRENKEL, M.E. *Improving fertilizer use efficiency: controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture*. Paris, International Fertilizer Industry Association, 151p. 1997.
- [40] VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F.; *Influência da adubação de NPK no crescimento em altura e diâmetro de mudas de Schizolobium amazonicum*. In: *IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, Salvador/BA - 25 a 28/11/2013.
- [41] WHITMORE, T. C. A. Review of some aspects of tropical rainforest seedling ecology with suggestion for further enquiry. In: SWAINE, M. D. (Ed.). *The ecology of tropical forest tree seedlings*. Paris: Unesco and the Parthenon Publishing Group, 1996. p. 03-39.

Capítulo 12

Avaliação do potencial de secagem de grãos de soja e milho utilizando ar ambiente em municípios da Região Oeste do Estado do Paraná

Fabrcio Schwanz da Silva

Decio Mossini Júnior

Fernanda Alexandre Soares

Caroline Bertoglio

Júlia Pedroso Dias

Andressa Vogt

Vagner Mauricio da Silva Antunes

Resumo: A secagem com ar ambiente consiste em promover a retirada parcial de água do grão sem a utilização de uma fonte de calor para aquecer o ar, que somente é possível devido estes grãos serem higroscópicos, ou seja, possuem a capacidade de perder ou ganhar água para o ambiente, possibilitando assim um armazenamento adequado por mais tempo e reduzindo as perdas quantitativas e qualitativas. O presente trabalho teve por objetivo analisar o potencial de secagem dos grãos de milho e soja, com ar natural nos municípios de Assis Chateaubriand, Marechal Cândido Rondon, Palotina e Toledo, com base na umidade de equilíbrio e nos teores de umidade para armazenamento e comercialização. Foram avaliadas as condições climáticas dos municípios, por meio de séries históricas de dezoito anos. Selecionou-se o ano com o menor potencial adiabático de secagem para cada município analisado, e com base nos dados climáticos calculou-se a umidade de equilíbrio dos grãos, ao longo de todos os decêndios do ano, a qual foi comparada com a umidade de comercialização que é de 14 % para ambos os produtos e de armazenamento que é de 12 e 13 % para soja e milho, respectivamente, principalmente na época de colheita. Com os resultados obtidos pode-se concluir que nos municípios analisados (Assis Chateaubriand e Palotina) apresentaram-se períodos com características climáticas viáveis para secar com ar ambiente, porém apenas para a soja, uma vez que os decêndios favoráveis à secagem do milho não corroboram com os de colheita do mesmo, exigindo desta forma um método complementar de secagem com ar aquecido. Somente o município de Toledo apresenta condições climáticas favoráveis e potencial à secagem com ar ambiente de grãos de soja e o município de Marechal Cândido Rondon apresenta baixo potencial para o uso deste método de secagem, necessitando complementar a secagem com métodos que promovam o aquecimento do ar. Já para os grãos de milho, os municípios de Marechal Cândido Rondon e Toledo não possuem condições climáticas favoráveis a utilização do ar ambiente de forma unitária para a realização da secagem dos grãos.

Palavras-chave: ar natural, equilíbrio higroscópico, umidade de equilíbrio.

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná, de acordo com o IPARDES (2018), é dividido geograficamente em 09 mesorregiões e 39 microrregiões. Uma das mesorregiões de destaque no estado na produção de grãos é a Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense, onde localiza-se a Microrregião Geográfica Toledo, na qual encontram-se os municípios de Assis Chateaubriand, Marechal Cândido Rondon, Palotina e Toledo

Esses municípios, assim como o restante do estado apresentam destaque no setor do agronegócio nacional (SILVA; LIMA; LIMA, 2016), apresentando crescimento vertical em seus índices produtivos. De acordo com a CONAB (2018), o estado é o segundo maior produtor de grãos do país, responsável por aproximadamente 16% da produção brasileira (safra 2017/2018), superado somente pelo Mato Grosso, sendo o milho e a soja os grãos que mais destacam-se na produção nacional e estadual.

Uma das áreas que se favoreceu com os avanços tecnológicos dos últimos anos foi a medição de dados meteorológicos, que passou de rudimentar e errônea para, na maioria dos casos, automatizada e extremamente confiável (TURCO; BARBOSA, 2008), deixando os estudos que dependem desses resultados mais corretos, confiáveis e fundamentados.

As condições climáticas possuem forte influência nos índices de produtividade, e afetam diretamente na incidência de pragas e doenças além de interferir nos processos de pós-colheita como secagem e armazenamento (MOSSINI JUNIOR et al., 2013).

A temperatura e umidade relativa do ar são variáveis que apresentam elevada importância à agricultura. Para as operações de secagem e armazenamento de grãos e sementes, é imprescindível o conhecimento dessas variáveis, já que os grãos possuem a característica de higroscopicidade, que conferem a capacidade do produto em ganhar ou perder umidade para o ambiente onde encontram-se, para que ocorra assim um equilíbrio com o meio. Esse equilíbrio entre o grão e o ambiente, desde que, propiciem teores de umidade adequados, preserva e mantém a qualidade e o poder germinativo, não causa incidência e proliferação de agentes patogênicos e pode-se deixar estocado por um período mais longo (SILVA, 2008).

Segundo Ullmann et al. (2018), para a obtenção de sementes e grãos com elevada qualidade, torna-se necessário a colheita antecipada, com um teor de umidade considerado ainda elevado, com o objetivo de reduzir danos causados pelo ataque de agentes bióticos e abióticos presentes no campo e que podem causar a deterioração do material produzido.

Para o armazenamento, busca-se reduzir ao máximo as possíveis deteriorações por bactérias, fungos e insetos, além de reduzir a respiração dos grãos. Essas reduções podem ser obtidas, dentre outros, pelo método da secagem (SILVA; MOSSINI JUNIOR; DALLACORT, 2017).

Em virtude do elevado teor de umidade dos grãos durante o momento da colheita, sua redução torna-se fundamental para a fase de pós-colheita, a operação de secagem de acordo com Resende et al. (2011) é o processo mais utilizado para garantir a manutenção da qualidade e estabilidade, considerando que a redução do teor de umidade diminui a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento.

De acordo com Silva (2008) a secagem é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas, que possui como função, retirar parte da água contida nesses produtos. Pode ser definido como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem. Esta operação somente pode ser realizada devido os produtos de origem vegetal serem higroscópicos, ou seja, alteram seu teor de umidade, de acordo com as condições do ar do ambiente onde encontram-se, podendo ceder ou absorver água na forma de vapor (MILMAN, 2002).

A secagem pode ser classificada em diferentes métodos e de acordo com Silva (2008) em natural ou artificial, podendo ser a secagem artificial realizada com ventilação forçada utilizando ar natural, sendo normalmente realizada em silos e considerado econômico e tecnicamente eficiente, necessitando para isso projetado e manejo correto, pois possibilita obter um grão com umidade final considerada segura para o armazenamento, ou seja, entre 12 e 13 % b.u. para milho e soja, utilizando para isso além do potencial de secagem do próprio ar ambiente, um aliado, que é um pequeno aquecimento na temperatura do ar, provocado pelo atrito do mesmo com as pás do ventilador e que pode chegar até 3 °C.

A secagem com ar natural de acordo com Schuh et al. (2011) devido ao equilíbrio higroscópico, deve ser realizada de maneira cuidadosa em locais com condições ambientais de baixas temperaturas e elevadas umidades relativas, mas apresenta-se como uma excelente alternativa para pequenos produtores realizarem a secagem de seus grãos. Eichelberger et al. (2009) afirmam que tal método de secagem

depende diretamente das condições psicrométricas do ar do local, sendo recomendado, principalmente, em locais com baixa umidade relativa.

Oliva et al. (2012) afirmam que utilizando a secagem artificial com ventilação de ar em temperatura ambiente, preserva a qualidade das sementes, porém geralmente necessita de um período de tempo mais prolongado, e quando necessário, utilizar ar aquecido afim de reduzir o tempo de secagem, ou seja, o teor de água das sementes.

Para Elias (2000), a secagem artificial forçada utilizando ar natural forçado é totalmente dependente das condições climáticas da região ou da época em que é realizada, sendo considerado adequado o seu uso quando a umidade relativa do ar for inferior ao de equilíbrio higroscópico, entre a umidade dos grãos e a do ambiente de armazenamento. De acordo com Guimarães e Baudet (2002) sempre que as condições atmosféricas do local proporcionarem um ambiente onde às sementes atinjam devido a higroscopicidade um teor de umidade de equilíbrio inferior ao recomendado para o armazenamento seguro, a secagem com o ar ambiente é possível.

Este método de secagem já vem sendo estudado, analisado e utilizado a muitos anos, pois de acordo com Roa e Villa (1977), a utilização de ar natural na secagem de grãos é simples e realizada em silos que podem ou não estar completamente cheios, obtendo uma eficiência térmica considerada elevada. A secagem com ar natural é viável para ser aplicada no Brasil, segundo Gonçalves (1983), sendo esta prática recomendada para pequenos e médios produtores. Contudo, ainda faltam informações a respeito do real potencial de secagem utilizando ar natural nas diferentes regiões do Brasil.

Normalmente utiliza-se o processo de secagem artificial com ar aquecido, em que massas de ar aquecidas são conduzidas entre os grãos para que os mesmos percam sua umidade. Em grande parte dos casos utiliza-se lenha para promover o aquecimento. Tal processo possui diversas desvantagens, como impregnação da fumaça no grão e combustão descontínua, além de propiciar uma redução na qualidade dos grãos devido as altas temperaturas (SALVADORI et al., 2017).

Em alguns casos é possível realizar a secagem com ventilação forçada em secadores estacionários, utilizando apenas ar ambiente. Nesta operação é observado um pequeno aquecimento do ar de secagem, proveniente do atrito entre o ar e às pás do ventilador, este fenômeno chega a promover uma elevação na temperatura de 2 à 3°C (Mossini Junior et al., 2013). É necessário, no entanto, considerar se o período do ano e as condições climáticas do local são convenientes para a realização da secagem dos grãos sem o aquecimento do ar (Cardoso Neto et al., 2018). Esse processo apresenta diversas vantagens, como a preservação da qualidade dos grãos (Singh; Jayas; Larson, 2015) é econômico, prático, e se torna viável para pequenos e médios produtores (Pitombeira, 2013). Segundo Souza, Queiroz e Lacerda Filho (2002), a desvantagem deste método é que depende exclusivamente das condições climáticas, e em alguns casos pode demandar mais tempo para chegar à umidade desejada, por isso a importância de se estudar o clima da região onde será realizada a secagem.

Diante do exposto, ou seja, da importância da secagem na preservação da qualidade dos grãos e da dependência do método de secagem artificial com ventilação forçada de ar natural das condições climáticas, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar o potencial de secagem dos grãos de milho e soja, com ar natural em municípios produtores da região oeste do estado do Paraná (Assis Chateaubriand, Marechal Cândido Rondon, Palotina e Toledo) com base na umidade de equilíbrio e no teor de umidade mínimo para a armazenamento e comercialização de cada produto.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido nas dependências da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, no Laboratório de Hidro Informática e Simulação de Biosistemas Rurais, no município de Palotina/PR.

Para a realização deste trabalho, utilizaram-se séries históricas de 18 anos (1999–2016) fornecidas pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), contendo informações meteorológicas diárias de temperaturas máxima, média, mínima e umidade relativa do ar dos municípios de Assis Chateaubriand, Marechal Cândido Rondon, Palotina e Toledo.

A determinação e cálculo das variáveis climáticas de ambos os locais, bem como da umidade de equilíbrio dos grãos de milho e soja, foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada e descrita por SILVA, MOSSINI JUNIOR; DALLACORT (2017), sendo para isso, os anos divididos em decêndios.

Identificou-se o ano com o menor potencial adiabático, sendo esse o que apresentou pior condição climática do ar para a secagem de grãos. Utilizou-se o ano selecionado de cada município para calcular a umidade de equilíbrio para os diferentes produtos agrícolas (soja e milho).

As umidades de equilíbrio para os grãos de milho e soja foram comparadas em função da umidade ideal, segundo literatura especializada para o armazenamento seguro no período de um ano (Tabela 1), e em função da umidade máxima permitida para a comercialização (Tabela 2) de acordo com legislação vigente, analisada caso o produtor opte em comercializar a produção imediatamente após a realização da secagem.

Para que os municípios sejam considerados aptos para secagem com ar ambiente, os mesmos deverão apresentar decêndios em que a umidade de equilíbrio do produto seja menor que a umidade necessária para o seu armazenamento seguro ou para sua comercialização.

Tabela 1 - Umidade segura para o armazenamento de soja e milho durante o período de um ano.

Produto	Umidade de Armazenamento (%)
Milho	13,0
Soja	12,0

Fonte: Silva (2008).

Tabela 2 - Umidade padrão máxima permitida para a comercialização da soja e milho, de acordo com as especificações brasileiras de padronização, classificação e comercialização.

Produto	Umidade de Comercialização (%)
Milho	14,0
Soja	14,0

Fonte: Brasil (2011) para o milho e Brasil (2007) para a soja.

O potencial de secagem com ar ambiente foi mensurado para os municípios em todos os decêndios do ano, distinguindo desta forma os períodos onde há ou não a possibilidade de se realizar a secagem com ar ambiente. Posteriormente, foram verificados quais os períodos convenientes para a secagem, e se estes correspondem com os períodos de colheita dos produtos agrícolas (soja e milho) nos municípios em estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção dos dados climáticos de cada município junto ao SIMEPAR, os mesmos foram tabulados e analisados permitindo assim o cálculo do potencial adiabático de secagem (PSA) de todos os anos analisados ao longo da série histórica de 1999 a 2016, onde foi possível verificar que o ano de 2001 com PSA de 0,0011 (kg de vapor de água por m³ de ar úmido), 2015 com PSA de 0,0014 (kg de vapor de água por m³ de ar úmido), 2002 com PSA de 0,0013 (kg de vapor de água por m³ de ar úmido) e 2015 com PSA de 0,0018 (kg de vapor de água por m³ de ar úmido), foram os anos com a pior condição climática para a secagem com ar ambiente, ou seja, obtiveram o menor PSA, para os municípios de Toledo, Marechal Cândido Rondon, Palotina e Assis Chateaubriand, respectivamente.

No Paraná é possível o cultivo do milho na época primavera-verão (milho de verão), com a semeadura ocorrendo entre agosto a novembro e a colheita de janeiro a março (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Fornasier Filho, 2007), sendo enquadrada entre o primeiro e nono decêndios do ano.

O mês de novembro é o período preferencial para a semeadura da soja no Estado do Paraná (Albrecht et al., 2008). Segundo a EMBRAPA (2005), a época de semeadura indicada, para a maioria das cultivares, estende-se de 15/10 a 15/12, sendo que a semeadura antecipada é aquela realizada antes de 15 de outubro.

Albrecht et al. (2008), relatam que esta semeadura pode ser realizada em regiões mais quentes do Estado, onde ocorre inverno úmido, solos de alta fertilidade e temperaturas favoráveis à emergência das plantas desde o início de outubro, tais condições são mais frequentes na região oeste do Paraná.

No oeste do Paraná, a soja é comumente semeada na metade de setembro e colhida entre o final de janeiro e início de fevereiro, dependendo do ciclo da cultivar (EMBRAPA, 2005). Considerando que as cultivares de ciclo precoce levam aproximadamente 115 dias para a colheita, e as de ciclo médio cerca de 135 dias (Martorano et al., 2000), o período de colheita da soja no Estado, compreende-se entre o segundo e o sétimo decêndio do ano.

Na Tabela 3 é possível visualizar os decêndios ao longo do ano nos municípios de Toledo, Marechal Cândido Rondon, Assis Chateaubriand e Palotina para os grãos de milho com suas respectivas umidades de equilíbrio.

Tabela 3 - Umidades de equilíbrio (Ue) nos municípios de Toledo (T), Marechal Cândido Rondon (MCR), Assis Chateaubriand (AC) e Palotina (P) para os grãos de milho ao longo dos decêndios do ano.

Decêndio	Ue (%b.u.) em MCR	Ue (%b.u.) em T	Ue (%b.u.) em AC	Ue (%b.u.) em P
1	17,0	14,1	13,8	13,2
2	14,6	15,0	12,4	14,1
3	15,3	14,7	13,1	15,1
4	15,4	15,5	12,7	13,6
5	16,6	15,3	14,4	14,0
6	15,4	14,1	12,7	13,0
7	16,3	14,1	13,8	12,6
8	14,7	14,3	12,6	12,3
9	16,3	13,7	13,6	12,3
10	15,3	14,6	12,7	12,4
11	16,4	13,0	14,0	12,9
12	16,4	15,0	13,3	12,5
13	15,9	14,3	13,6	14,0
14	17,6	14,5	14,0	14,6
15	18,3	15,6	15,1	13,9
16	17,6	14,9	13,8	13,7
17	16,4	15,1	13,6	15,8
18	15,7	15,3	12,8	13,7
19	19,1	13,6	15,5	14,2
20	18,3	13,0	14,3	14,1
21	12,7	14,3	10,1	15,0
22	10,3	13,0	9,0	14,8
23	12,5	10,5	11,7	11,9
24	13,1	14,5	10,5	12,5
25	15,0	13,2	12	12,3
26	10,5	12,3	9,0	14,4
27	14,4	14,0	13,9	11,8
28	16,4	13,9	13,3	13,2
29	13,0	12,7	11,2	13,8
30	15,4	11,4	13,6	13,8
31	17,3	12,1	14,3	11,9
32	17,5	14,9	14,8	15,1
33	19,7	13,0	15,6	15,1
34	19,0	14,4	15,2	15,2
35	17,8	14,7	14,3	14,4
36	19,2	13,8	15,9	14,4

A umidade considerada segura para o armazenamento de milho durante o período de um ano é de 13% (Tabela 1) e para comercialização de 14% (Tabela 2). Nessa situação, considera-se possível realizar a secagem com ar ambiente para condições de armazenamento em aproximadamente 25 e 14 % dos

decêndios do ano em Toledo e em Marechal Cândido Rondon, respectivamente, e para obter-se um teor de umidade igual ou inferior a 14 % é de 47 e 17 %. Apesar de Toledo apresentar quase 50% dos decêndios com condições favoráveis a secagem com ar ambiente, estes não estão localizados na época de colheita, que se situa entre o primeiro e o nono decêndio sendo necessário uma complementação de secagem com ar aquecido.

O resultado obtido é semelhante ao encontrado por Gonçalves (1983), que observou que as condições climáticas do município de Botucatu (SP) não são favoráveis para a secagem de milho com ar ambiente objetivando atingir a umidade requerida para o armazenamento.

De acordo com a EMBRAPA (2005), a soja é comumente semeada no oeste do Paraná na metade de setembro e colhida entre o final de janeiro e início de fevereiro, dependendo do ciclo da cultivar. Considerando que as cultivares de ciclo precoce levam aproximadamente 115 dias para a colheita, e as de ciclo médio cerca de 135 dias (Martorano et al., 2000), o período de colheita da soja compreender-se-á entre o segundo e o sétimo decêndio do ano.

O Paraná apresenta duas alternativas de época para o cultivo de milho. O período de primavera-verão (milho de verão), com a semeadura ocorrendo entre os meses de agosto a novembro e a colheita de janeiro a março (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Fornasier Filho, 2007), e o milho segunda safra ou safrinha que é cultivado extemporaneamente, no período de outono/inverno geralmente entre os meses de fevereiro a agosto (PEREIRA et al., 2009).

Todavia ressalta-se que na região oeste na qual estão inseridos os municípios de Palotina e Assis Chateaubriand, o cultivo safrinha se sobrepõe ao cultivo de verão onde predomina a sucessão soja-milho safrinha (Shioga, 2009). Esta sobreposição ocorre, pois o milho de verão se caracteriza por disputar área com a soja, sendo que o produtor obtém mais retorno financeiro com o cultivo da mesma.

Apesar desta prática ter ganhado adeptos, é uma atividade de alto risco, em função das condições climáticas que prevalecem no período de outono-inverno (Grodzki et al., 1996; Gonçalves et al., 2002). A semeadura ocorre durante os meses de janeiro a abril logo após a colheita da soja (FRANCO et al., 2013).

No Brasil esta cultura apresenta ciclo variante, em virtude da caracterização dos genótipos, sendo que o ciclo é definido a partir do dia da semeadura até à maturação fisiológica ou colheita (Fancelli, 2015). De acordo com Ferreira e Resende (2000), as cultivares podem ser classificadas em três categorias, sendo elas super precoce que apresentam ciclo de 120 dias, as precoces com ciclo de 121 a 130 dias, e por fim as normais ou tardias que possuem ciclo de 131 a 140 dias.

Mediante o exposto, considerando em média 120 dias para a colheita da cultura, a mesma ocorrerá no decorrer de maio a agosto, ou seja, a colheita do milho safrinha ocorrerá por volta do décimo segundo e vigésimo segundo decêndio.

De acordo com Silva et al. (2008), a umidade segura para o armazenamento de milho durante o período de um ano é de 13%. Nessa situação, será possível realizar a secagem com ar ambiente em aproximadamente 33 e 36 % dos decêndios do ano em Palotina e em Assis Chateaubriand, respectivamente.

No período que compreende a colheita, ou seja, entre o décimo segundo e vigésimo decêndio, nos municípios de Assis Chateaubriand e Palotina, pode-se verificar que somente em um decêndio é possível atingir a umidade de 13 %, o que torna-se não favorável para a secagem com ar ambiente, sendo necessário portanto a utilização de um método complementar de secagem, que utilize uma fonte de aquecimento do ar.

Em ambos os municípios analisados, praticamente um terço ao longo de todo o período de colheita e 50% ao longo dos decêndios ao longo do ano é possível atingir uma umidade de equilíbrio inferior à de comercialização.

Resultado semelhante foi encontrado por Gonçalves (1983), que verificou a inviabilidade de secagem de milho com ar ambiente na cidade de Botucatu (SP), até 13 % de umidade.

Entretanto, estes resultados não estão de acordo com os observados por Silva et al. (2017), que avaliando a possibilidade de secagem de milho sequeiro no Estado de Mato Grosso, observou que nesse período, em alguns municípios como Rondonópolis e Diamantino é possível à realização de secagem de milho com ar ambiente até 13% de umidade com a utilização de ventilação intermitente.

Na Tabela 4 é possível visualizar os decêndios ao longo do ano nos municípios de Toledo, Marechal Cândido Rondon, Assis Chateaubriand e Palotina para os grãos de soja com suas respectivas umidades de equilíbrio.

Tabela 4 - Umidades de equilíbrio (Ue) nos municípios de Toledo (T), Marechal Cândido Rondon (MCR), Assis Chateaubriand (AC) e Palotina (P) para os grãos de soja ao longo dos decêndios do ano.

Decêndio	Ue (%b.u.) em MCR	Ue (%b.u.) em T	Ue (%b.u.) em AC	Ue (%b.u.) em P
1	16,3	12,3	12,0	11,1
2	12,9	13,5	10,2	12,3
3	13,9	13,1	10,9	13,7
4	14,0	14,2	10,5	11,5
5	15,6	13,9	12,7	12,2
6	14,1	12,2	10,5	10,6
7	15,2	12,2	11,9	10,4
8	13,0	12,5	10,3	10,1
9	15,1	11,6	11,5	10,0
10	13,6	12,8	10,3	10,1
11	15,3	10,8	12,1	10,7
12	15,1	13,4	11,1	10,2
13	14,3	12,1	11,3	11,9
14	16,7	12,3	11,8	12,8
15	17,7	14,0	13,2	11,5
16	16,6	13,2	11,6	11,6
17	14,9	13,1	11,3	14,1
18	13,9	12,9	10,2	11,3
19	18,5	11,2	13,5	11,9
20	17,5	10,7	12,1	11,6
21	10,2	11,9	7,1	13,1
22	9,5	9,1	6,0	12,9
23	9,9	8,5	9,0	9,3
24	10,7	12,5	7,7	10,1
25	12,9	11,0	9,2	9,6
26	9,8	9,6	6,2	12,4
27	12,5	11,8	11,8	9,1
28	15,3	11,7	11,1	11,1
29	10,9	10,2	8,7	11,8
30	13,9	8,7	11,6	11,9
31	16,7	9,6	12,5	9,3
32	16,9	13,3	13,2	13,6
33	20,2	10,7	14,3	13,8
34	19,1	12,5	13,7	13,8
35	17,4	13,1	12,7	12,8
36	19,6	11,7	14,8	12,8

A umidade considerada segura para o armazenamento de soja durante o período de um ano é de 12% (Tabela 1) e de 14% para comercialização (Tabela 2). Considerando que a colheita seja realizada entre o segundo e o sétimo decêndio, será possível realizar a secagem com ar ambiente em aproximadamente 44 e 17 % dos decêndios do ano em Toledo e em Marechal Cândido Rondon, respectivamente, para atingir a umidade de armazenamento, e em 97 e 42% dos decêndios, para os referidos municípios respectivamente, atingirem as condições de umidade exigidas para comercialização.

As condições climáticas do município de Toledo apresentam-se muito favorável a secagem com ar ambiente neste período, apresentado mais de 80% dos decêndios favoráveis, enquanto em Marechal Cândido Rondon esta situação ocorre em 50% dos decêndios, apresentando, portanto, um menor potencial do uso deste método de secagem quando comparado ao outro município, sendo necessária a utilização de um método complementar de secagem com aquecimento do ar.

Os resultados obtidos estão de acordo com os de Silva, Mossini Junior, Dallacort (2017), que em estudo semelhante, analisando a viabilidade de secagem de soja com ar ambiente em municípios do Estado de Mato Grosso, observou que é possível a secagem de grãos de soja com ar natural.

No município de Toledo, ao longo de praticamente todo o período de colheita e dos demais decêndios do ano é possível atingir uma umidade de equilíbrio inferior à de comercialização da soja, demonstrando assim um elevado potencial para utilização do ar ambiente na operação de secagem.

Este comportamento observado do maior potencial de secagem com ar ambiente para os grãos de soja em detrimento aos de milho, por apresentarem comportamentos diferentes de umidade de equilíbrio quando armazenadas em um mesmo ambiente, deve-se possivelmente ao fato das diferenças de propriedades físicas e químicas, bem como, da composição dos mesmos, visto que a soja possui um maior teor de óleo, o que gera um menor teor de umidade de equilíbrio, enquanto o milho possui maior teor de amido, conseqüentemente uma maior umidade de equilíbrio por reter maior quantidade de água.

De acordo com Silva et al. (2008), a umidade segura para o armazenamento de soja durante o período de um ano é de 12%. Nessa situação, será possível realizar a secagem com ar ambiente em aproximadamente 64 e 69 % dos decêndios do ano em Palotina e em Assis Chateaubriand, respectivamente.

No período da colheita, ou seja, entre o segundo e sétimo decêndio, no município de Assis Chateaubriand, pode-se verificar que somente em um decêndio não é possível atingir a umidade de 12 %, o que se pode considerar como favorável para a secagem com ar ambiente. Já para Palotina praticamente na metade inicial do período de colheita não é possível a realização da secagem com ar ambiente até o nível de umidade desejado, sendo necessário a utilização de um método complementar de secagem, que utilize uma fonte de aquecimento do ar.

Os resultados corroboram com os Silva et al. (2017), que em estudo semelhante, analisando a viabilidade de secagem de soja com ar ambiente no Estado de Mato Grosso, o autor observou que nos municípios de Diamantino e Rondonópolis é praticável a secagem deste grão com ar natural até 12% de umidade com emprego de ventilação contínua nos mesmos períodos.

Nos municípios de Assis Chateaubriand e Palotina, praticamente ao longo de todo o período de colheita e ao longo dos demais decêndios ao longo do ano é possível atingir uma umidade de equilíbrio inferior à de comercialização.

Assim verifica-se que a secagem na época da colheita, até a umidade padrão máxima permitida para a comercialização (14%), será possível independentemente do tipo de sementeira utilizada para os municípios de Assis Chateaubriand e Palotina.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir, que somente o município de Toledo apresenta elevado potencial à secagem com ar ambiente de grãos de soja devido as condições climáticas favoráveis e que o município de Marechal Cândido Rondon apresenta potencial para o uso deste método de secagem, mas necessita complementar com um método de secagem artificial com o aquecimento do ar. Já para os grãos de milho, os municípios de Marechal Cândido Rondon e Toledo, não foram verificadas condições climáticas favoráveis a utilização somente do ar ambiente para a realização da secagem. Também foi possível concluir com os resultados obtidos que os municípios de Assis Chateaubriand e Palotina apresentam períodos com características climáticas viáveis com potencial para a secagem com ar ambiente, porém apenas para a soja, uma vez que os decêndios favoráveis à secagem do milho não corroboram com os de colheita do mesmo, exigindo desta forma outro método de secagem artificial com o aquecimento do ar.

AGRADECIMENTOS

A equipe executora agradece ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) pelo fornecimento das séries históricas dos dados climatológicos utilizados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.D.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da sementeira na região oeste do Paraná. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.4, p.865-873, out./dez. 2008.
- [2] BRASIL. Instrução normativa número 11, de 15 de maio de 2007. Regulamento técnico da soja. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento. Diário oficial da união, Brasília, DF, 16 de maio de 2007, seção 1, p.13-21. 2007.
- [3] BRASIL. Instrução normativa número 60, de 22 de dezembro de 2011. Regulamento técnico do milho. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento. Diário oficial da união, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2011, seção 1, p.15. 2011.

- [4] CARDOSO NETO, S. R.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; OLIVEIRA, D. E. C. Crambe fruit drying with natural air in stationary dryers. *Revista Ciência Agronômica*, v.49, n.4, p.592
- [5] CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Indicadores da Agropecuária – Observatório Agrícola. Brasília/DF. a.27, n.12, p. 95-98, dez. 2018.
- [6] EICHELBERGER, L.; PORTELLA, J.A.; GUTKOUSKI, L.C.; SANTIN, J.A. Secagem de sementes de milho com ar natural forçado. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.15, n.2, p.159-169, jul./dez. 2009.
- [7] ELIAS, M.C. Secagem e armazenamento de grãos, em médias e pequenas escalas. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas: FAEM: Pólo de Modernização Tecnológica em Alimentos da Região Sul do Rio Grande do Sul: COREDE-SUL, 2000. 147p.
- [8] EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2006. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 208p.
- [9] FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- [10] FANCELLI, L.A. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. *Visão Agrícola*, Piracicaba, v.13, n.13, p. 24-29, jul./dez. 2015.
- [11] FERREIRA, L.F.; RESENDE, J.S. Cultura do Milho. Belo Horizonte, MG: EMATER-MG, 2000. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/livrariavirtual/folder_milho_intranet.pdf>. Acesso em: 26 de nov. 2017.
- [12] FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.
- [13] FRANCO, A.A.N.; MARQUES, O.J.; VIDIGAL FILHO, P.S. Sistemas de Produção do Milho Safrinha no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados, MS. Anais... Dourados, MS, 2013. P. 57-69.
- [14] GONÇALVES, S.L.; CARAMORI, P.H.; WREGE, M.S.; SHIOGA, P.; GONÇALVES A.C.G. Épocas de semeadura do milho “Safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, n.24, p.1287-1290, jan./dez. 2002.
- [15] GONÇALVES, V. A. Potencial de secagem do milho a granel com ar natural em Botucatu-SP. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.13, n.1, p.141-166, 1983.
- [16] GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de geada no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.4, n.1, p.93-99, jan./jun. 1996.
- [17] GUIMARÃES, D.; BAUDET, L. Simulação de secagem de grãos e sementes. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 214p.
- [18] IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Relação dos municípios do estado ordenados segundo as mesorregiões e as microrregiões geográficas do IBGE - Paraná – 2012. Curitiba, PR, 2012. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/relacao_mun_micros_mesos_parana.pdf>. Acessado em 25 de out. 2018.
- [19] MARTORANO, L. G.; CARAMORI, P. H.; WREGE, M. S.; CAVIGLIONE, J. H.; FARIA, R. T. Otimização das épocas de plantio de soja para a região de campos gerais do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, RJ. Anais... Rio de Janeiro, RJ, 2000. p.148-151.
- [20] MILMAN, M.J. Equipamentos para pré-processamento de grãos. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPel, 2002. 209p.
- [21] MOSSINI JUNIOR, D.; SILVA, F. S.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M. A. C.; MOSSINI, A. Modelo matemático para estimativa da temperatura e umidade relativa média diurna do ar. *Enciclopédia Biosfera*, v.9, p.1479-1494, 2013.
- [22] OLIVA, A.C. E.; BIAGGIONI, M.A.M.; CAVARIANI, C. Efeito imediato do método de secagem na qualidade de sementes de crambe. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v.27, n.3, p.16-30, jul./set. 2012.
- [23] PEREIRA, J.L.A.R.; PINHO, R.G.V.; BORGES, I.D.; PEREIRA, A.M.A.R.; LIMPEREIRA, T.G. Cultivares, doses de fertilizantes e densidades de semeadura no cultivo de milho safrinha. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.03, p.676-683, maio/jun. 2009.
- [24] PITOMBEIRA, K. Secagem de grãos ao ar natural. 2013. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24359&secao=Agrotemas>> Acesso em: 04/03/2020.
- [25] RESENDE, O.; ULLMANN, R.; SIQUEIRA, V.C.; CHAVES, T.H.; FERREIRA, L.U. Modelagem matemática e difusividade efetiva das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) durante a secagem. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.31, n.6, p.1123-1135, nov./dez. 2011.
- [26] ROA, G.; VILLA, L.C. Secagem e armazenamento de grãos e sementes em silos mediante a utilização do ar ambiente com auxílio de coletores solares. Campinas: UNICAMP, 1977. 51p.

- [27] SALVADORI, J. R.; MACIEL, J. L. N.; LORINI, I.; SATTLER, A.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; PEREIRA, P. R. V.; WIETHOLTER, S.; BRAMMER, S. P.; VARGAS, L. **Secagem**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/triticales/arvore/CONT000gbe1n2hh02wx5ok07shnq95s7fbw1.html>>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- [28] SCHUH, G.; GOTTARDI, R.; FERRARI FILHO, E.; ANTUNES, L.E.G.; DIONELLO, R.G. Efeitos de dois métodos de secagem sobre a qualidade físico-química de grãos de milho safrinha - RS, armazenados por 6 meses. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v.32, n.1, p. 235-244, jan./mar. 2011.
- [29] SHIOGA, P.S. Sistemas de produção do milho safrinha no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde, GO. Anais... Rio Verde, GO, 2009. p.40-54.
- [30] SILVA, A. C.; LIMA, E. C.; LIMA, E. P. C. Padrão espacial do emprego formal no Paraná. *Revista Economia & Região, Londrina*, v.4, n.2, p.29-45, jul./dez. 2016.
- [31] SILVA, F. S.; MOSSINI JUNIOR, D.; DALLACORT, R. Análise das condições climáticas dos municípios do estado de Mato Grosso para secagem de grãos com ar ambiente. *Global Science Technology, Rio Verde*, v.10, n.02, p.67-83, maio/ago. 2017.
- [32] SILVA, J. S. *Secagem e armazenamento de produtos agrícolas*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.
- [33] SINGH, C. B.; JAYAS, D. S.; LARSON, R. Assessment of fan control strategies for in-bin natural air-drying of wheat in Western Canada. *Canadian Biosystems Engineering*, v.56, n.1, p.3.25-3.36, fev. 2015.
- [34] SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; LACERDA FILHO, A. F. Simulação do processo de secagem de sementes de milho em camada fixa. *Scientia Agricola, Viçosa*, v.59, n.4, p.653-660, out. 2002.
- [35] TURCO, J. E. P.; BARBOSA, J. C. Avaliação de duas estações meteorológicas automatizadas, para a estimativa diária da evapotranspiração de referência obtida pelo método de Penman-Monteith. *Irriga, Botucatu*, v.13, n.3, p.339-354, 2008.
- [36] ULLMANN, R.; RESENDE, O.; RODRIGUES, G.B.; CHAVES, T.H.; OLIVEIRA, D.E.C. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem e ao armazenamento. *Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa*, v.26, n.4, p.313-321, jul./ago. 2018.

Capítulo 13

Produtividade de biomassa de cana-de-açúcar irrigada por aspersão no Noroeste Paulista

Sergio Tulio Pereira Machado

Gisele Herbst Vazquez

Roberto Andreani Junior

Luiz Sergio Vanzela

Resumo: A região Noroeste Paulista, embora seja a maior produtora de cana do Estado de São Paulo, tem apresentado um decréscimo na produtividade de biomassa dessa cultura ao longo dos anos, sendo um dos fatores condicionantes, a irregularidades na distribuição da precipitação ao longo do ano. Considerando a possibilidade do uso da tecnologia da irrigação para incrementar a produtividade da cultura, o objetivo neste trabalho foi avaliar a produtividade de biomassa de quatro safras de cana de açúcar irrigada por aspersão no município de Fernandópolis, Noroeste Paulista. Para isto, em 2013 foi implantado um experimento no esquema fatorial 4 x 5 x 4, sendo os tratamentos principais constituídos por quatro níveis de reposição da necessidade de irrigação – NI (100, 86, 21% da NI e sequeiro), os tratamentos secundários por cinco cultivares de cana (CTC2, RB835486, RB855453, RB867515 e SP81-3250), os tratamentos terciários pelas safras (2013/2014, 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017) e 3 repetições. Pelos resultados concluiu-se que, dependendo da cultivar avaliada, as lâminas ideais de irrigação por aspersão variaram de 707 a 1.152 mm, resultando em incrementos variando de 21,2 a 55,7% na produtividade média de biomassa.

Palavras-chave: bioenergia; manejo da irrigação; *Saccharum officinarum*.

1. INTRODUÇÃO

Uma das culturas de maior importância comercial no Brasil é a cana de açúcar, sendo o principal produtor mundial na atualidade, responsável na safra 2017/2018, por 8,8 milhões de hectares plantados e 646,33 milhões de toneladas produzidas (CONAB, 2019). Para Souza et al. (2013) o fator mais determinante no sucesso da cana-de-açúcar como cultura de bioenergia é a constituição de um sistema economicamente sustentável, com uma indústria muito bem adaptada a algumas regiões do Brasil.

De acordo com dados da UNICA (2018), o maior produtor brasileiro é o Estado de São Paulo com área plantada correspondente a 55,6% do total brasileiro na safra 2016/2017. Os dados ainda revelam significativa evolução do cultivo de cana-de-açúcar para outros Estados, até então considerados como as novas fronteiras, como Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, que na safra 2016/2017 responderam por 27,1% do total plantado no Brasil.

No Estado de São Paulo, a região Noroeste se destaca atualmente como a maior produtora, sendo as regiões administrativas de São José do Rio Preto e Araçatuba, responsáveis por 27,4% do total cultivado no Estado, apresentando uma produtividade média de 78,1 e 74,1 t ha⁻¹, colocando-as respectivamente, nas 8ª e 14ª posição estadual (IEA, 2018).

Dentre os fatores associados a essas baixas produtividades no Noroeste Paulista pode-se citar as características edafoclimáticas, dentre as quais, a distribuição irregular da precipitação ao longo do ano. Lima et al. (2009), ao elaborar o balanço hídrico climatológico normal ponderado para o município de Fernandópolis – SP, com 41 anos de dados de precipitação e 17 anos de dados de evapotranspiração potencial, obteve uma média histórica de 8 meses de déficits hídricos. De acordo com Souza (2014), esta distribuição irregular de chuvas associada à falta de cultivares de cana tolerantes a déficits hídricos prolongados, têm sido uma das principais causas das baixas produtividades na região.

Gava et al. (2009), ao avaliarem a produtividade de cultivares de cana-de-açúcar sob condições de sequeiro e irrigação por gotejamento na região Centro-Oeste do Brasil, observaram incrementos médios de 24% na produção dos colmos e de 23% na produção de açúcar. De acordo com outras pesquisas, dependendo da região, a irrigação dos canais pode incrementar a produtividade de 15,7 a 76,1% (RESENDE & ANDRADE JÚNIOR, 2007).

Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar a produtividade a possibilidade de incrementar a produtividade da cultura da cana – de - açúcar com o uso da tecnologia da irrigação, por aspersão no município de Fernandópolis, Noroeste Paulista.

2. MATERIAL E MÉTODOS

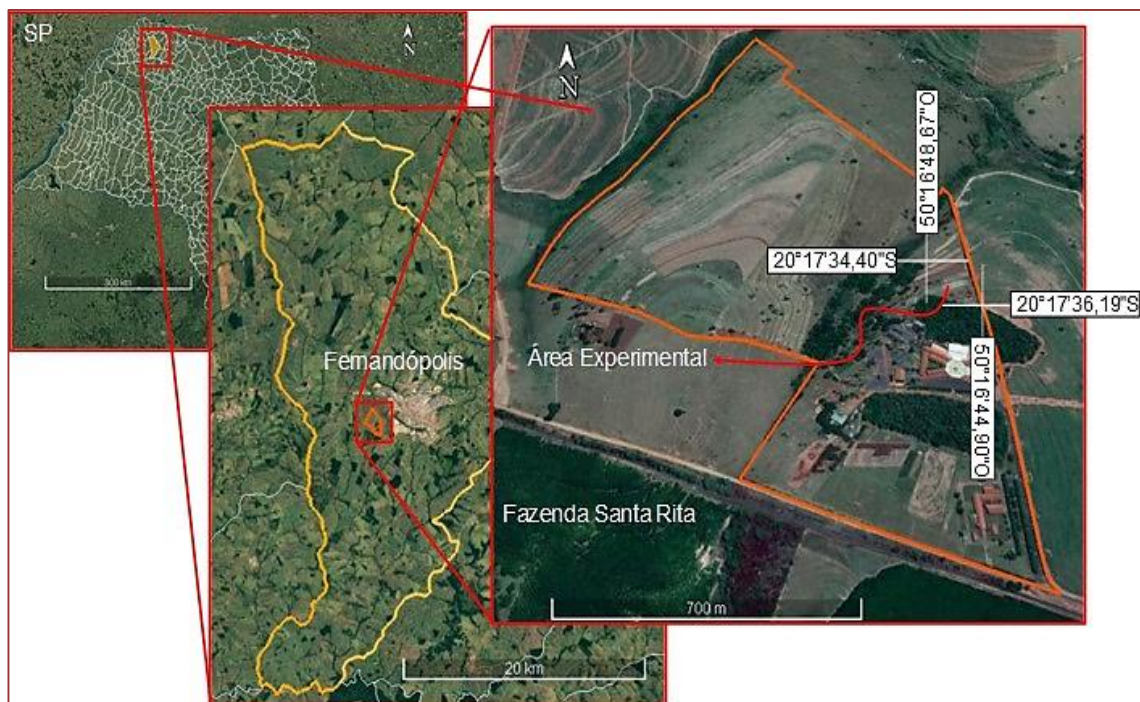
O experimento foi conduzido de 2013 a 2017 na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis (Fazenda Santa Rita), Noroeste Paulista. A área experimental está localizada entre as latitudes 20°17'34,40" e 20°17'36,19" Sul e longitudes 50°16'44,90" e 50°16'48,67" Oeste (Figura 1).

De acordo com a classificação Koppen, o clima da região é tropical úmido (Aw) com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (Rolim et al., 2007) e com precipitação média anual de 1.321 mm e 8 meses de déficits hídricos (Lima et al., 2009). De acordo com Oliveira et. al. (1999), o solo da área experimental é do grupo PVA1, ou seja, Argissolos Vermelhos Amarelos Eutróficos Abrupticos, A moderado, de textura arenosa/média, em relevo suave ondulado e ondulado.

O delineamento experimental foi em faixas no esquema fatorial 4 x 5 x 4, sendo os tratamentos principais constituídos por quatro níveis de reposição da necessidade de irrigação – NI (100, 86, 21% da NI e sequeiro), os tratamentos secundários por cinco cultivares de cana (CTC2, RB835486, RB855453, RB867515 e SP81-3250), os tratamentos terciários pelas safras (2013/2014, 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017) e 3 repetições.

A área onde foi realizado o experimento, foi ocupada anteriormente por milho e *Urochba decumbens*. O preparo do solo foi realizado em 19 de abril de 2013, sendo constituído de preparo convencional por meio de uma aração e gradagens niveladoras (grades leves). Em seguida, foi realizada a sulcação mecanizada no espaçamento de 1,50 m. O plantio manual foi realizado em abril de 2013, com mudas de cana planta de 5 cultivares, na proporção de 15 gemas por metro, sendo a distribuição das cultivares das parcelas na área experimental feita de modo randomizado. As mudas foram originadas do viveiro da Alcoeste Bioenergia Fernandópolis S/A.

Figura 1. Localização da área experimental na Fazenda Santa Rita, Fernandópolis – SP.



A correção e a adubação química do solo no primeiro ano foram realizadas de acordo com análise de amostra coletada em março de 2013, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm (Tabela 1), e a programação de correção do solo e adubação ao longo das 4 safras seguiu conforme a Tabela 2.

Tabela 1. Resultado da análise do solo da área experimental, Fernandópolis, SP-2013.

Prof.	P	M. O.	pH	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	Al ⁺	S. B.
Cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl	cmol _c dm ⁻³					%
0-20	26,0	15,0	5,1	0,20	2,20	0,70	1,70	0,09	65,0
20-40	14,9	12,1	4,9	0,19	1,80	0,50	2,00	0,11	55,5
Prof.	T	V	m	S-SO ₄	B	Fe	Mn	Cu	Zn
Cm	cmol _c dm ⁻³	%	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³				
0-20	5,0	65,0	3,0	1,5	0,270	128,0	44,2	0,4	2,6
20-40	4,5	55,5	4,2	3,0	0,007	119,0	38,4	0,3	1,0

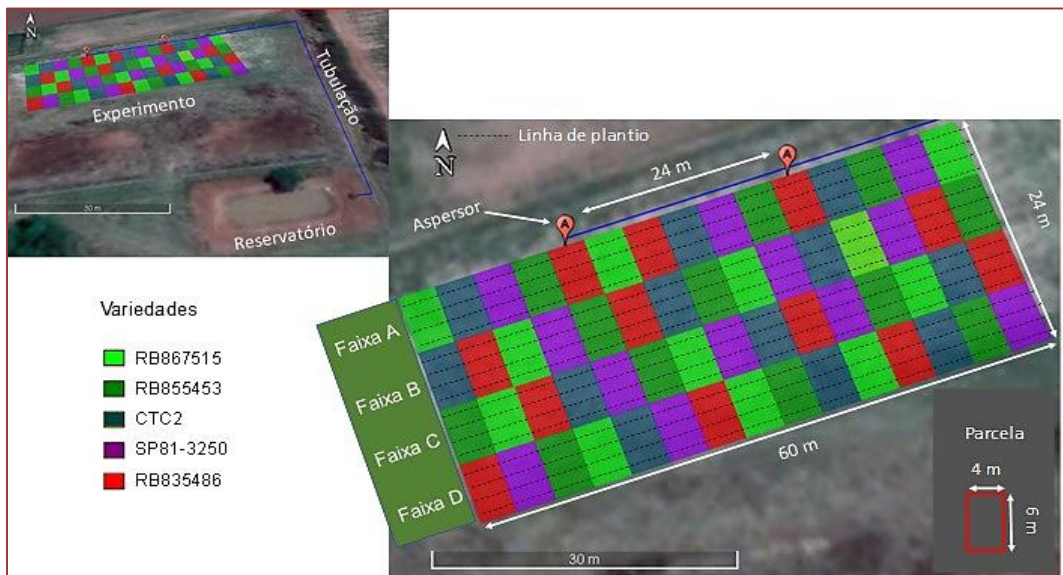
Tabela 2. Quantidades de corretivos e nutrientes aplicados por hectare nas parcelas, Fernandópolis-2013 a 2017

Ciclo	Correção do solo	Adubação
2013/2014	2 t de calcário dolomítico + 1,5 t de gesso antes das gradagens niveladoras	100 kg N, 60 kg P ₂ O ₅ e 50 kg K ₂ O no sulco de plantio + 80 kg N e 50 kg K ₂ O distribuído na linha aos 90 dias
2014/2015	1,5 t de calcário dolomítico a lançar após o corte	80 kg N, 50 kg P ₂ O ₅ e 70 kg K ₂ O na linha + 80 kg N, 50 kg P ₂ O ₅ e 70 kg K ₂ O na linha aos 90 dias
2015/2016	1,0 t de calcário dolomítico a lançar após o corte	65 kg N, 40 kg P ₂ O ₅ e 60 kg K ₂ O na linha + 65 kg N, 40 kg P ₂ O ₅ e 60 kg K ₂ O na linha aos 90 dias
2016/2017	1,0 t de calcário dolomítico a lançar após o corte	65 kg N, 40 kg P ₂ O ₅ e 60 kg K ₂ O na linha + 65 kg N, 40 kg P ₂ O ₅ e 60 kg K ₂ O na linha aos 90 dias

Para o controle de plantas daninhas em pré-emergência, após o plantio e colheitas, foram aplicadas a combinação de 0,5 L de Boral (Sulfentrazone) + 0,5 L de Lava (Tebuthiuron). Além disso, roçagens manuais esporádicas foram necessárias, visando manter a área isenta da competição com as daninhas. Para o controle de broca, utilizou-se o controle biológico de *Cotesia flavipes* por meio da liberação de cerca de 500 a 800 adultos na área experimental, assim que detectada a presença.

A área experimental foi constituída de 60 parcelas de 4 linhas de 4 m de cana, resultando em dimensões finais de 6 x 4 m e área total de 1.440 m², em que as duas linhas centrais de cada parcela foram consideradas as parcelas úteis. Os primeiros tratamentos implantados foram as das cultivares de cana, que após o sorteio das parcelas e plantio, apresentaram a conformação da Figura 2.

Figura 2. Conformação dos tratamentos na área experimental, Fernandópolis/SP,2013-2017.



Os tratamentos de irrigação foram configurados pelo percentual de água aplicada em cada faixa irrigada A, B, C e D, em relação à faixa A (Figura 2). Este procedimento foi realizado pelo cálculo da taxa de aplicação média, determinada por meio de teste de uniformidade nas faixas (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado do teste de uniformidade para cada faixa de tratamento de irrigação, Fernandópolis/SP,2013-2017.

Parâmetro	Tratamentos de Irrigação			
	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D
I _a (mm h ⁻¹)	7,0	6,0	1,5	0
% I _a	100	86	21	0
CUC (%)	60	61	14	-

Obs.: I_a (taxa de aplicação), % I_a (% de água aplicada em relação à faixa A), CUC (coeficiente de uniformidade de Christiansen).

Toda necessidade de irrigação (NI) foi aplicada na faixa A (tratamento de 100% da NI), a partir da qual, nas demais faixas B, C e D, foram aplicadas as quantidades de 86, 21 e 0% da NI, respectivamente. A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi determinada a partir da evapotranspiração de referência pelos métodos do tanque classe A na safra 2013/2014 e por Hargreaves & Samani (1985) nas demais safras, onde os dados climáticos foram obtidos de estação automática localizada a 500 m do experimento. Os coeficientes de cultura utilizados foram os propostos por Allen et al. (1998). A capacidade de água disponível foi de 25,3 mm, determinada a partir do modelo de van den Berg (2000), com profundidade efetiva do sistema radicular de 40 cm. O manejo da irrigação foi realizado via atmosfera a partir de

planilha de dados diários (Santos et al., 2018). Um resumo do período de cultivo e da irrigação, bem como dos coeficientes da cultura utilizados, estão na Tabela 4.

Tabela 4. Resumo geral da duração do ciclo total de cada safra, bem como o período de uso da irrigação e os respectivos coeficientes da cultura adotados, Fernandópolis/SP, 2013-2017.

Safra	Plantio/ corte	Corte	Ciclo		Coeficiente da cultura (kc)	Período de irrigação		Duração Dias
			dias	meses		Início	Fim	
2013/ 2014	20/04/2013	04/07/2014	441	15	kc = 0,40	22/04/2013	14/06/2013	54
					kc = 1,25	15/06/2013	30/04/2014	320
					kc = 0,75	30/04/2014	13/06/2014	45
					Total			419
2014/ 2015	04/07/2014	28/07/2015	390	13	kc = 0,40	28/08/2014	17/10/2014	51
					kc = 1,25	18/10/2014	15/06/2015	241
					kc = 0,75	15/06/2015	16/06/2015	2
					Total			294
2015/ 2016	28/07/2015	13/06/2016	321	11	kc = 0,40	12/08/2015	31/08/2015	20
					kc = 1,25	01/09/2015	30/04/2016	243
					kc = 0,75	01/05/2016	19/06/2016	50
					Total			313
2016/ 2017	13/06/2016	24/07/2017	406	14	kc = 0,40	-	-	-
					kc = 1,25	07/09/2016	08/06/2017	275
					kc = 0,75	-	-	-
					Total			275

A produtividade de biomassa dos tratamentos foi determinada a partir do corte manual de todos os colmos da parcela útil, e o peso obtido com o auxílio de balança de plataforma, sendo em seguida convertidos em toneladas por hectare.

A significância isolada ou combinada dos fatores estudados (irrigação, cultivares e safras) foi determinada pela análise de variância. Quando verificada significância ($p < 0,05$), o teste prosseguiu com a análise de regressão para o fator quantitativo (lâminas de irrigação) e com o teste de Tukey para o fator qualitativo (cultivares de cana e safras). Quando necessário, realizou-se o desdobramento de um fator dentro dos demais fatores. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta da produtividade de biomassa de cana foi significativa para todos os fatores isolados (irrigação, cultivar e safra) e para as interações dos fatores safra com irrigação e safra com cultivar. Não foram observadas diferenças significativas para a interação entre os fatores cultivar e irrigação (Tabela 5).

Tabela 5. Resultado da análise de variância da resposta de produtividade de biomassa em função dos fatores isolados e da interação entre fatores, Fernandópolis/SP, 2013-2017.

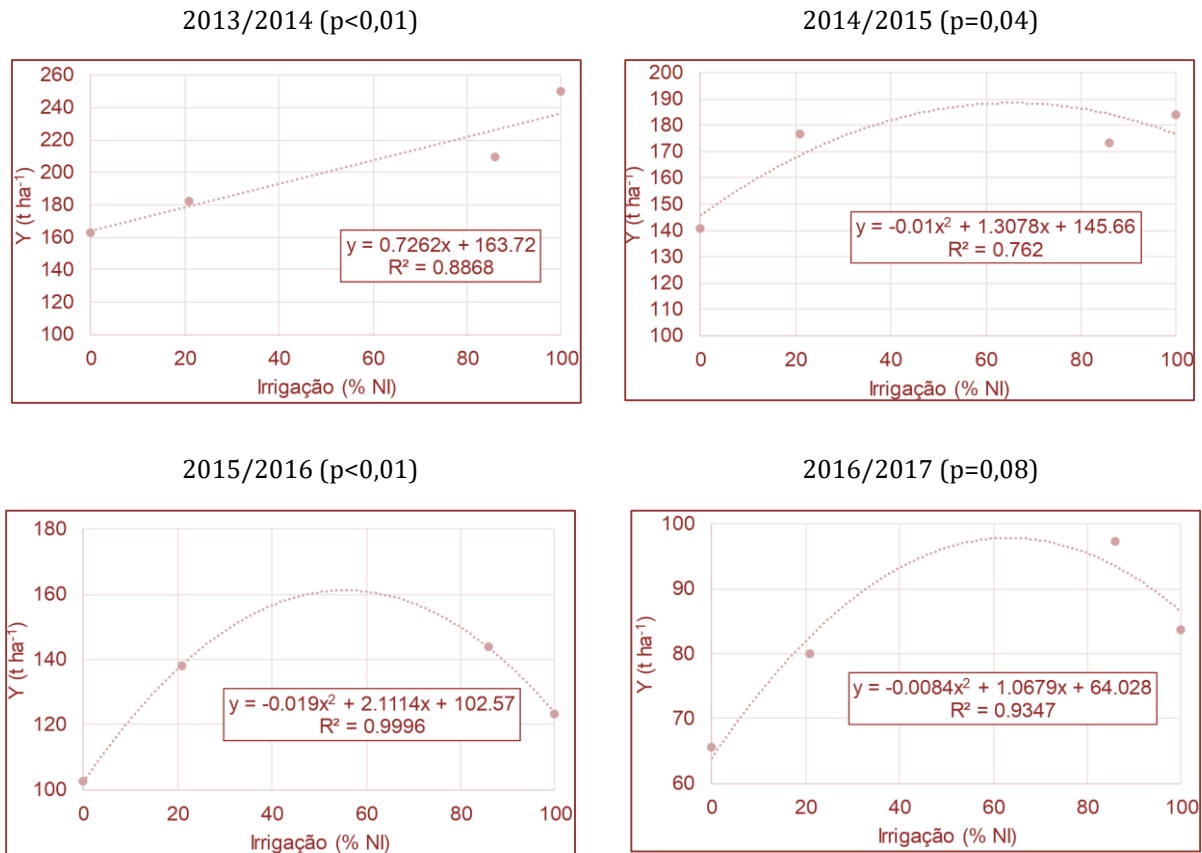
FV	GL	SQ	QM	Fc	P
I	3	64491,79	21497,26	27,89	<0,01
C	4	21174,73	5293,68	6,87	<0,01
S	3	484256,10	161418,70	209,43	<0,01
S x I	9	38294,61	4254,95	5,52	<0,01
S x V	12	42811,08	3567,59	4,62	<0,01
C x I	12	10396,63	866,38	1,12	0,34
Média geral = 144,69 t ha ⁻¹			CV = 19,19%		

Obs: FV (fontes de variação), I (reposição da necessidade de irrigação), C (cultivar), S (safra), GL (graus de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio), Fc (teste de Fisher), p (nível de significância), CV (coeficiente de variação).

No desdobramento da irrigação dentro das safras (Figura 3), de acordo com os modelos, observou-se de maneira geral que tanto a produtividade de biomassa como a necessidade de irrigação (NI) apresentaram redução conforme as safras. As maiores produtividades médias de biomassa foram obtidas nas reposições de 100% da NI na safra 2013/2014 (lâmina de 1310 mm), de 65,5% da NI na safra 2014/2015 (lâmina de 858 mm), de 55,5% na safra 2015/2016 (lâmina de 727 mm) e de 63,3% na safra 2016/2017 (lâmina de 829 mm). As produtividades médias de biomassa, nas mesmas safras, foram respectivamente de 249,99, 188,50, 161,20 e 97,80 t ha⁻¹, com incrementos 44,4, 29,4, 57,1 e 52,8% em relação ao sequeiro.

Comparando os resultados para cana-planta (safra 2013/2014) com as simulações de Dias e Sentelhas (2018) pelo modelo FAO-AZM, na média de três solos e 12 datas de plantio no Brasil, os resultados foram um pouco superiores. Os autores obtiveram para o município de Votuporanga – SP, produtividades de cana de açúcar variando de 117 a 203 t ha⁻¹, com o suprimento de deficiências hídricas variando de 20 a 100% (136 a 682 mm). Santana et al. (2017), ao avaliarem características agrônomicas de cultivares melhoradas de cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação em condições semiáridas, concluíram que a melhor lâmina foi de 1.351 mm, entretanto, com produtividades variando 99,37 a 182,76 t ha⁻¹ após 11 meses do plantio.

Figura 3. Resposta da produtividade de biomassa de cana de açúcar (Y) em função do percentual de reposição da necessidade de irrigação por aspersão (NI) nas diferentes safras, Fernandópolis/SP, 2013-2017.

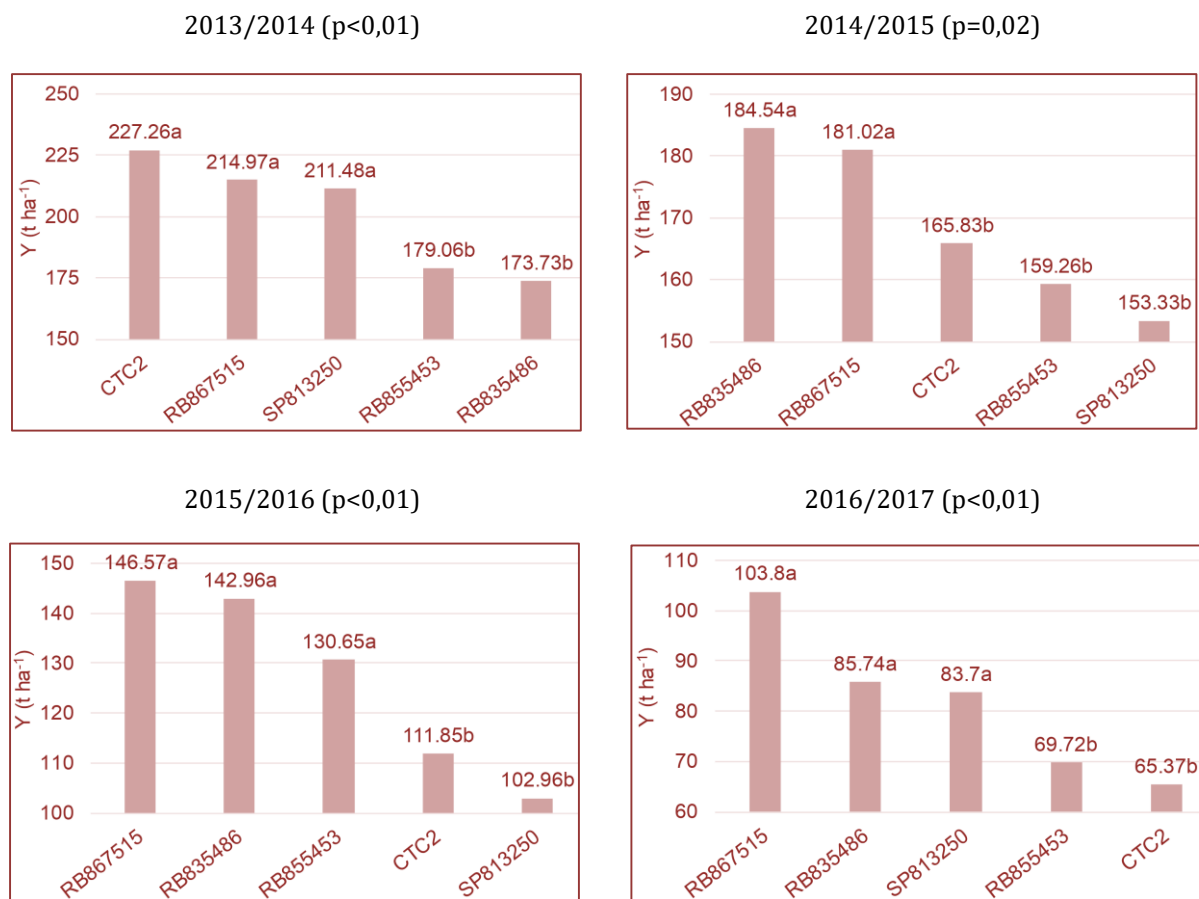


A produtividade de cana é afetada pelo déficit hídrico devido a interferência nos processos metabólicos e fisiológicos, que prejudicam o crescimento, a fixação de carbono e a produção de açúcar. Em trabalho desenvolvido por Silva et al. (2014), verificaram interferência significativa do estresse hídrico na eficiência fotossintética, teor foliar de clorofila, temperatura foliar e no teor relativo de água na folha.

Com relação as cultivares, as mesmas se destacaram de forma diferenciada ao longo das safras avaliadas (Figura 4). Na safra 2013/2014, as cultivares CTC2, RB867515 e SP813250 proporcionaram produtividade média de 217,91 t ha⁻¹ de biomassa, sendo 23,5% superior as demais. Na safra 2014/2015,

a maior produtividade média de biomassa foi obtida nas cultivares RB835486 e RB867515 ($182,78 \text{ t ha}^{-1}$), sendo 14,6% superior as demais. Na safra 2015/2016, a maior produtividade média de biomassa foi de $140,06 \text{ t ha}^{-1}$ das cultivares RB867515, RB835486 e RB855453, com incremento de 30,4% em relação as demais. E na safra 2016/2017, o melhor resultado foi a produtividade média de $91,08 \text{ t ha}^{-1}$ de biomassa para as cultivares RB867515, RB835486 e SP813250, resultando em incremento de 34,8% em relação as demais.

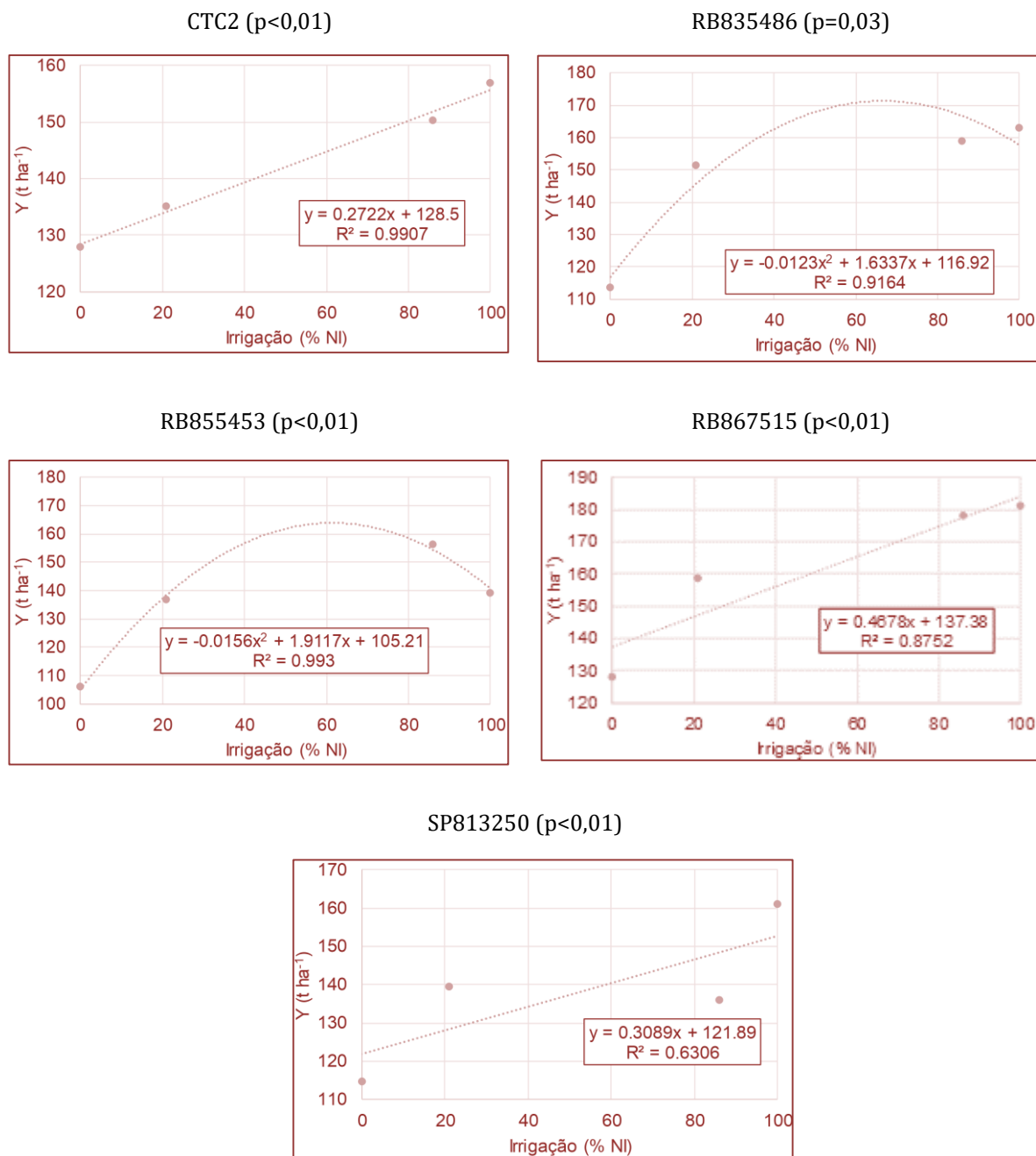
Figura 4. Produtividade média de biomassa de cana de açúcar (Y) nas cultivares e safras estudadas, Fernandópolis/SP, 2013-2017.



Barbosa et al. (2001), avaliando a produtividade da cultivar RB867515 ao longo de quatro safras em 34 ambientes de 8 locais diferentes do Brasil, obtiveram médias variando de $94,06$ a $103,17 \text{ t ha}^{-1}$, resultados estes, bem inferiores a média das quatro safras e tratamentos obtidos para a RB867515 neste trabalho (de $161,57 \text{ t ha}^{-1}$). Estes resultados demonstram como o suprimento de água via irrigação foi significativo no aumento da produtividade média, o que também pode ser evidenciado no desdobramento da irrigação dentro das cultivares, onde observou-se comportamento variado da resposta da produtividade de biomassa em função da irrigação (Figura 5).

Na cultivar CTC2 a maior produtividade média de biomassa foi obtida na reposição de 100% da necessidade de irrigação (lâmina média de 1.152 mm), sendo de $155,71 \text{ t ha}^{-1}$, com incremento de 21,2% em relação ao sequeiro. Na cultivar RB835486 a melhor resposta foi na reposição de 66,6% da necessidade de irrigação (lâmina média de 767 mm), resultando em produtividade média de biomassa de $171,29 \text{ t ha}^{-1}$ e incremento de 46,5% em relação ao sequeiro.

Figura 5. Resposta da produtividade de biomassa de cana de açúcar (Y) em função da reposição da necessidade de irrigação (NI) nas cultivares estudadas, Fernandópolis/SP, 2013-2017.



A cultivar RB855453 respondeu com maior produtividade média de biomassa na reposição de 61,4% da necessidade de irrigação (lâmina média de 707 mm), com 163,86 t ha⁻¹ e incremento 55,7% em relação ao sequeiro. Na cultivar RB867515, a maior produtividade média de biomassa foi na reposição de 100% da necessidade de irrigação (lâmina média de 1.152 mm), com 184,16 t ha⁻¹ e incremento de 34,0% em relação ao sequeiro. E na cultivar SP813250 a reposição que proporcionou a maior produtividade média de biomassa foi a de 100% da necessidade de irrigação (lâmina média de 1.152 mm), que resultou em 152,77 t ha⁻¹, correspondendo ao incremento de 25,3% em relação ao sequeiro.

Respostas similares foram obtidas por Santana et al. (2017), onde obtiveram modelos lineares para a resposta da produtividade de biomassa em função da lâmina total aplicada na região de semiárido. Também Silva et al. (2016), que avaliaram o desenvolvimento, produtividade e qualidade de quatro cultivares de cana em Campinas – SP sob irrigação por gotejamento, obtiveram respostas do tipo potência

da produtividade de colmos em função da quantidade de água aplicada, com produtividades variando de 86,66 a 141,90 t ha⁻¹ na primeira soca e 183,46 a 241,99 t ha⁻¹ na segunda soca.

Na Tabela 6 está apresentado o resultado do manejo da irrigação ao longo das quatro safras avaliadas, em que observa-se os totais variando de 1.755 a 1.875 mm de evapotranspiração da cultura, de 1.325 a 1.762 mm de precipitação, de 1026 a 1310 mm de necessidade de irrigação, além de um tempo total de irrigação variando de 146 a 189 horas e um total de 79 a 112 irrigações.

Tabela 6. Resultado final do manejo da irrigação nas quatro safras avaliadas, Fernandópolis/SP, 2013-2017.

Safra	ET _o (mm)	ET _c (mm)	P (mm)	L (mm)	TI (h)	Irrigações
2013/ 2014	1724	1875	1325	1310	189	112
2014/ 2015	1777	1755	1440	1026	146	79
2015/ 2016	1560	1762	1762	1138	159	85
2016/ 2017	1794	1928	1483	1135	165	86
Total	6855	7320	6010	4609	660	362
Média	1714	1830	1502	1152	165	91

Obs: ET_o (evapotranspiração de referência), ET_c (evapotranspiração da cultura), P (precipitação), L (Lâmina da irrigação) e TI (tempo de irrigação).

A quantidade significativa a mais de necessidade de irrigação observada na primeira safra em relação às outras, pode ser atribuída ao tempo total do ciclo da primeira safra (419 dias), que é bem maior que os das demais safras (média de 294 dias), além do menor total precipitado quando comparado com os das demais safras.

Outro fator relevante é que a capacidade média de água disponível do solo até a profundidade de 40 cm (apenas 0,63 mm cm⁻¹) associada às altas precipitações concentradas em curtos períodos, resultou em percolação média nas safras de 46% da água precipitada, ocasionando maior necessidade de irrigações.

Pelos quantitativos totais de água aplicada nas safras e percentuais de reposição da necessidade de irrigação por aspersão para atingir a máxima produtividade, as lâminas ideais estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Lâminas aplicadas via aspersão para a máxima produtividade de biomassa nas cultivares estudadas, percentuais da necessidade de irrigação (NI), precipitação e evapotranspiração da cultura médias das quatro safras, Fernandópolis/SP, 2013-2017.

Lâmina (mm)					Precipitação (mm)	Evapotranspiração da cultura (mm)
CTC2	RB835486	RB855453	RB867515	SP813250	1502	1830
1152	767	707	1152	1152		
Média das cultivares = 986 mm						

As lâminas médias requeridas, por safra, para a máxima produtividade média de biomassa variaram de 707 mm, para a cultivar RB855453, a 1.152 mm para as cultivares CTC2, RB867515 e SP813250, resultando em aumentos relativos variando de 21,2 a 55,7%. Estes resultados corroboram com as simulações realizadas por Dias e Sentelhas (2018), obtendo déficits hídricos variando de 455 a 1.428 mm dependendo da região brasileira avaliada. Os mesmos autores ainda concluem que a produtividade de cana de açúcar no Brasil pode ser significativamente aumentada nas regiões tradicionais e em expansão, onde essa importante cultura de bioenergia é cultivada ou está sendo introduzida.

4. CONCLUSÕES

As maiores produtividades médias de biomassa de cana de açúcar irrigadas por aspersão no Noroeste Paulista foram obtidas com reposições de 100% da necessidade de irrigação nas cultivares CTC2, RB867515 e SP813250, de 66,6% na cultivar RB835486 e de 61,4% na cultivar RB855453. Em relação ao sequeiro, a irrigação por aspersão proporcionou incrementos variando de 21,2 a 55,7% na produtividade média de biomassa dependendo da cultivar estudada.

As lâminas médias requeridas nas safras, visando atingir a máxima produtividade de biomassa, foram de 1.152 mm para as cultivares CTC2, RB867515 e SP813250, de 767 mm para a cultivar RB835486 e de 707 mm para a cultivar RB855453.

A cultivar de melhor desempenho médio nas quatro safras foi a RB867515, que proporcionou incremento de 15,0% a mais na produtividade de biomassa em relação as demais cultivares.

Diante do exposto, considera-se que a irrigação por aspersão é uma ótima alternativa para incrementar significativamente a produtividade de biomassa de cana de açúcar na região Noroeste Paulista.

REFERÊNCIAS

- [1] Allen R, Pereira L, Raes D, Smith M (1998) Crop evaporation: guidelines for computing crop water requirements. In: FAO.
- [2] Barbosa M, Silveira L, Oliveira M, Souza V, Ribeiro S (2001) RB867515 Sugarcane cultivar. In: Crop Breeding and Applied Biotechnology, v 1, n 4, p. 437 – 438.
- [3] CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2019). Safra brasileira de cana-de-açúcar. Brasília, CONAB. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>. Acesso em: 20 fev 2019.
- [4] CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento (2018) Acompanhamento da safra brasileira: Cana de Açúcar. In: Observatório Agrícola. Disponível: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/23678_459b56cfa84b956c7de6561d4fedc5eb. Acessado em 10 de Janeiro de 2019.
- [5] Dias H, Sentelhas P (2018) Dimensioning the impact of irrigation on Sugarcane Yield in Brazil. In: Society for Sugar Research & Promotion, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-018-0619-x>
- [6] Gava G, Silva M, Silva R, Jeronimo E, Cruz J, Kolln O (2009) Produtividade de três cultivares de cana – de – açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 3, p. 250 – 255.
- [7] Hargreaves G, Samani Z, (1985) Reference crop evapotranspiration from temperature. In: American Society of Agricultural Engineers, v. 1, n 2, p 96 – 99.
- [8] IEA, Instituto de Economia Agrícola (2018) Previsões e estimativas das safras agrícolas do estado de São Paulo, 2º levantamento, Ano Agrícola 2017/2018 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2016/2017, Novembro de 2017. In: Análise de Indicadores do Agronegócio, v. 13, nº 02. Disponível: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-06-2018.pdf>. Acessado em 10 de Janeiro de 2019.
- [9] Lima F, Vanzela L, Marinho M, Santos G (2009) Balanço hídrico climatológico normal ponderado para o município de Fernandópolis – SP. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.
- [10] Oliveira J, Camargo M, Rossi M, Calderano B (1999) Mapa pedológico do Estado de São Paulo. In: Instituto Agrônomo / Embrapa Solos.
- [11] Resende R, Andrade J (2007) Cana de açúcar: irrigação. In: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_56_711200516718.html. Acesso em 18 de Dezembro de 2018.
- [12] Rolim G, Camargo M, Lania G, Moraes J (2007) Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. In: Bragantia, v 66, p. 711 – 720.
- [13] Santana P, Aspiazú I, Costa E, Pinheiro D, Teixeira M, Silva J, Santos H (2017) Agronomical performance of sugarcane varieties in function of diferente irrigation depths in semi – arid conditions. In: Journal of experimental agriculture international, p 1 – 10.
- [14] Santos,G, Oliveira, Vanzela,L, Sergio, Faria, R, Teixeira. Manejo da agua na agricultura irrigada. Boletim Técnico - Associação Brasileira de Engenharia Agrícola-SBEA. n 2 2018.
- [15] Silva A, Pires R, Ribeiro R, Machado E, Blain G, Ohashi A (2016) Development, yield and quality atributes of sugarcane cultivars fertigated by subsurface drip irrigation. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v 20, n 6, p. 525 – 532.

- [16] Silva M, Jifon J, Silva J, Santos C, Sharma V (2014) Relationships between physiological traits and productivity of sugarcane in response to water déficit. In: Journal of Agricultural Science, p. 104 - 118.
- [17] Souza A, Grandis A, Leite D, Buckeridge M (2013) Sugarcane as a Bioenergy Source: History, Performance, and Perspectives for Second - Generation Bioethanol. In: Springer Science + Business Media, New York. DOI:10.1007/s12155-013-9366-8
- [18] Souza R (2014) Influência da irrigação por aspersão em variedades de cana - de - açúcar no Noroeste Paulista. Dissertação de Mestrado, Unicastelo.
- [19] UNICA - União da Indústria de Cana-de-açúcar (2018). Unica data. São Paulo, UNICA, Disponível em: <http://www.unicadata.com.br>. Acessado em: 15 de outubro 2018.
- [20] Van den Berg M, Burrough P, Driessen P (2000) Uncertainties in the appraisal of water availability and consequences for simulated sugarcane yield potentials in São Paulo State, Brazil. In: Agriculture, Ecosystems and Environment, p 43 - 55.

Capítulo 14

Adequação do teste de envelhecimento acelerado tradicional para análise de sementes de maracujá amarelo

Paula Aparecida Muniz de Lima

Khétrin Silva Maciel

Rodrigo Sobreira Alexandre

José Carlos Lopes

Resumo: O teste de envelhecimento acelerado está relacionado com a degradação das membranas celulares e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas, sendo os eventos iniciais da sequência de deterioração das sementes. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho estudar a metodologia para a adequação do teste de envelhecimento acelerado tradicional para análise do potencial fisiológico de sementes de maracujá amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do campus do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES. As sementes foram colocadas em caixas gerbox tampadas mantidas sob temperaturas de 41 e 45 °C, em câmara tipo BOD por cinco períodos de envelhecimento (0; 24; 48; 72 e 96 horas). As variáveis estudadas foram: teor de água das sementes, germinação e índice de velocidade de germinação. O envelhecimento acelerado afeta a qualidade fisiológica das sementes, progressiva e paulatinamente com o tempo de exposição às temperaturas de 41 e 45 °C, com decréscimo no potencial e na velocidade de germinação. A exposição das sementes por 48 horas ao envelhecimento acelerado a 45 °C, pelo método tradicional, reflete no vigor das sementes e é adequado para análise do potencial fisiológico de sementes de maracujá amarelo.

Palavras-chave: Passifloraceae, germinação, temperatura, umidade, vigor.

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, e ao gênero *Passiflora*, que se destaca como o mais importante economicamente. O Brasil é considerado centro de origem de aproximadamente 150 espécies conhecidas, das quais 87 são endêmicas, o que o torna centro de diversidade genética do gênero. Atualmente é o maior produtor mundial de maracujá, com uma produção de 593.429 toneladas em uma área de 41.584 hectare. A região nordeste vem liderando a produção brasileira nos últimos anos, sendo a responsável por 64,5% da produção, seguida das regiões: sudeste, sul, norte e centro-oeste (BERNACCI et al., 2015; IBGE, 2019).

O cultivo do maracujazeiro no Brasil, em escala comercial, teve início na década de 1970, com a cultura do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), espécie de maior importância econômica dentro da família Passifloraceae, devido à qualidade dos frutos, do consumo in natura e do incentivo à agroindústria, com a finalidade de seu uso como matéria-prima para a fabricação de medicamentos e cosméticos em geral, ocupando lugar de destaque na fruticultura tropical e no cenário agroindustrial (BERNACCI et al., 2003; MELETTI, 2011).

Apesar do investimento inicial elevado, o pequeno produtor encontra na cultura do maracujazeiro a base da sustentação de sua família e de sua propriedade, podendo contar praticamente o ano inteiro com uma pequena produção, com relevância econômica e social para o desenvolvimento e oferecer condições de vida mais favoráveis, ocupações produtivas e geração de renda no meio rural. Assim, a agricultura familiar tem sido responsável pela expansão dos pomares comerciais, inserindo a cultura do maracujá, que tem desempenhado uma importante função social, com oportunidade de emprego no campo para a população de baixa renda, a redução de êxodo rural, a sustentabilidade ambiental e econômica das propriedades rurais (NEGREIROS et al., 2008; ALEXANDRE et al., 2009; MELETTI, 2011).

A propagação do maracujazeiro é preferencialmente seminífera o que faz com que ocorra grande variabilidade nos cultivos, de forma que, a qualidade das sementes influenciam no vigor das plântulas originadas. No entanto, a propagação seminífera de genótipos de *Passiflora* spp às vezes é dificultada pela dureza do tegumento e pela presença de substâncias inibidoras da germinação, que determinam o fenômeno da dormência em suas sementes (ALEXANDRE et al., 2009; SILVA et al., 2011; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; KANG et al., 2015).

Embora a análise da qualidade fisiológica de sementes seja feita normalmente pelo teste de germinação, objetivando determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes, o vigor é um dos aspectos mais importantes a ser considerado nessa análise, principalmente considerando que após a maturação, as sementes sofrem o início do processo de deterioração. Trata-se de um processo irreversível, inexorável e variável entre as espécies, lotes de sementes, cultivares e mesmo sementes individualmente, e que necessita ser estudado individualmente e retardado na medida do possível para cada espécie, para evitar perdas de material propagativo e da qualidade fisiológica de sementes (POPINIGIS, 1985; DELOUCHE, 2002; MARCOS FILHO, 2015). O fenômeno da deterioração pode ser explicado pelo processo de envelhecimento culminando com a peroxidação de lipídios, redução nos compostos bioquímicos das sementes, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula (LOPES, 1990).

O processo de deterioração, ao qual as sementes estão sujeitas logo após a maturação, está diretamente relacionado ao vigor, cuja importância tem sido amplamente destacada, por ser considerado um dos aspectos mais importantes na análise da qualidade de sementes, considerando que o processo de deterioração destas está diretamente relacionado com a sua redução, culminando com a deterioração das sementes. Nessa análise, valor poderá ser utilizado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo, que em sua condução considera as condições ideais requeridas pela espécie, em que ela externa sua máxima capacidade germinativa. No entanto, sob condição de campo pode ocorrer grande variação, onde se destaca a utilização de testes de vigor para obtenção de resultados mais consistentes na condução da semeadura (LOPES; ALEXANDRE, 2010; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; BASKIN; BASKIN, 2014).

O envelhecimento acelerado entre os testes de vigor existentes é um dos mais usados, devido à sua precisão e sensibilidade em detectar diferenças de qualidade entre lotes de sementes com germinação semelhante (PEREIRA et al., 2015). É um teste que consiste em submeter as sementes a condições adversas de altas temperatura (40-45 °C) e umidade relativa do ar (100%), durante um período de tempo e, posteriormente, analisar o comportamento das sementes pelo teste de germinação. Teste que foi desenvolvido para prever o potencial de armazenamento de lotes de sementes (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Ele avalia a resistência das sementes após um período de exposição à alta temperatura e umidade relativa do ar, os quais induzem reações oxidativas nos constituintes celulares da semente e resultam na redução da velocidade e porcentagem de germinação, assim como o aumento da formação de plântulas anormais. No entanto, lotes de sementes e mesmo sementes que apresentam maior nível de vigor, após submetidas ao teste de envelhecimento acelerado manterão sua viabilidade após submetidos a essas condições, principalmente pela sensibilidade que cada uma apresenta ao envelhecimento, condição em que as sementes de baixo nível de vigor apresentarão redução na sua viabilidade com aumento do grau de deterioração, em função da temperatura e umidade relativa altas do ambiente em questão (DELOUCHE; BASKIN, 1973; MARCOS FILHO, 1999; MENEZES et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2014; MARCOS FILHO, 2015).

O teste de envelhecimento acelerado está relacionado com a degradação das membranas celulares, culminando com o seu rompimento e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas, sendo os eventos iniciais da sequência de deterioração das sementes e desintegração do núcleo da célula (LOPES, 1990; BINOTTI et al., 2008). No entanto, os lotes de sementes que mantêm elevada germinação, após serem submetidos ao envelhecimento acelerado, são considerados de alto vigor quando comparado aqueles que tem sua viabilidade reduzida (PEREIRA et al., 2012). Ele pode atuar como uma ferramenta em programas de melhoramento genético, para selecionar cultivares com potencial de armazenamento e capazes de se desenvolver em condições de temperatura e alta umidade relativa (SILVA et al., 2010).

De acordo com Marcos Filho (2015), a pesquisa deve fornecer informações para sanar dúvidas como, por exemplo, as combinações de temperatura e tempo de exposição, para as diferentes espécies. Em sementes menores, o teste de envelhecimento acelerado pode apresentar limitações. Sementes pequenas absorvem água mais rapidamente e de maneira desuniforme, durante o envelhecimento, o que pode acelerar o processo de deterioração ou resultar em comportamento variável entre as sementes de uma amostra, interferindo na precisão dos resultados.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho estudar e adequar a metodologia do teste de envelhecimento acelerado para análise do potencial fisiológico de sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes no campus do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), em Alegre-ES. Foram utilizadas sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener) provenientes de Santa Maria de Jetibá - ES, clima tropical de altitude (Cwa), correspondente ao clima subtropical úmido tipo (Cwa), latitude 19° 59' 37,68" S, longitude 40° 40' 25,68" O e 674 metros de altitude. Antes do envelhecimento, os teores de água das sementes foram ajustados para 11%. O teor de água da semente foi determinado pelo método de estufa à temperatura de 105 ± 3 °C por 24 h, conforme Brasil (2009), utilizando-se duas repetições de 15 sementes.

O envelhecimento acelerado foi conduzido com a utilização de caixas tipo gerbox, possuindo em seu interior uma tela de alumínio, onde as sementes, após pesagem (aproximadamente 3,0 g), foram distribuídas de maneira a formarem uma camada simples sobre a superfície da tela; no interior de cada caixa foram adicionados 40 mL de água destilada. As caixas tampadas foram mantidas em câmaras tipo BOD reguladas com temperaturas de 41 e de 45 °C, e após os períodos de envelhecimento de 0; 24; 48; 72 e 96 horas, quatro amostras de 25 sementes por tratamento foram retiradas e colocadas para germinar, distribuídas em rolos de papel tipo germitest, umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em câmaras de germinação tipo BOD, regulada à temperatura alternada de 20-30 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações da germinação das sementes foram feitas após 28 dias da sementeira, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O teste de envelhecimento acelerado tradicional foi conduzido em parcelas subdivididas, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo as temperaturas (41 e 45 °C) consideradas as parcelas e os tempos de permanência nas câmaras de envelhecimento (0; 24; 48; 72 e 96 horas) as subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para os testes de germinação pós-envelhecimento.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos e à análise de variância, e quando o valor de F for significativo em nível de 5%, foi realizado a comparação de médias pelo teste de Tukey. Para o

efeito do tempo de envelhecimento os dados foram submetidos à análise de regressão e, para o ajuste das equações ($\hat{Y}=\dots$) quadráticas foi utilizado como critério a significância dos betas ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As sementes apresentavam teor de água de 11% antes da exposição ao envelhecimento acelerado tradicional, nas temperaturas de 41 e de 45 °C e umidade relativa de 100%, com variações oscilando em aproximadamente 0,2% nas análises feitas nas sementes para padronizar o teor de água e garantir o sucesso na proposta e adequação de metodologia para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de maracujá. A padronização do teor de água entre as sementes, ainda que no mesmo lote, é importante para não comprometer o teste e apresentar maior acurácia nos resultados, principalmente considerando que entre lotes não deve haver variações superiores a 2% (AOSA, 2009; ISTA, 2009). Sementes com maiores teores de água apresentaram maiores taxas de respiração, que culminarão em maior taxa de deterioração, processo que tem início com a perda de integridade das membranas celulares e culmina com aumento na lixiviação de solutos como açúcares, aminoácidos, proteínas, substâncias fenólicas e íons inorgânicos como K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+ (COPELAND; MCDONALD, 2001; AOSA, 2009; BEWLEY et al., 2013). Contudo, além do grau de umidade da semente, a duração do processo de deterioração é determinada também pela herança genética (DELOUCHE, 2002).

Verifica-se que para cada tempo de envelhecimento houve aumento na umidade das sementes, sendo que sob temperatura de 45 °C as sementes apresentaram maior teor de água em relação àquelas mantidas sob temperatura de 41 °C. As sementes mantidas sob temperatura de 41 °C com tempo de exposição de 96 horas ao envelhecimento acelerado apresentaram 16% de teor de água, enquanto na temperatura de 45 °C, esse teor de água aumentou para 20% no mesmo período de exposição (Tabela 1). Segundo Tunes et al. (2011), o teste de envelhecimento acelerado pode promover maior absorção de água pelas sementes devido à exposição à atmosfera úmida. No entanto, a variação do teor de água das sementes pode aumentar o processo de deterioração, pois quanto maior o teor de água das sementes, maior a sensibilidade à alta temperatura e umidade relativa do ar que ocorrem durante o teste (LIMA et al., 2011).

Foram observadas variações acentuadas de aumento e diminuição no teor de das sementes. Segundo Pereira et al. (2015), essas variações são observadas em sementes submetidas ao envelhecimento artificial devido à existência de diferenças de adsorção de água durante a condução do teste.

Tabela 1 - Teor de água (%) de sementes de maracujá amarelo após o envelhecimento acelerado tradicional (EA) nas temperaturas de 41 e 45 °C por 0; 24; 48; 72 e 96 horas de exposição.

Tempos (horas)	Temperaturas (°C)	
	41	45
0	11% aC ¹	11% aD
24	14% aB	13% bC
48	16% aA	11% bD
72	14% bB	22% aA
96	16% bA	20% aB

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

No teste feito com o envelhecimento acelerado (EA), o aumento do período de envelhecimento proporcionou redução na porcentagem de germinação e no vigor nas sementes de maracujá amarelo analisadas pelo índice de velocidade de germinação (Figura 1). A maior exposição ao EA na temperatura de 41 °C promoveu maior redução nas variáveis de análise de vigor, e na temperatura de 45 °C a 96 horas de exposição foi um tratamento extremamente drástico para as sementes, com o qual não apresentaram germinação. Em sementes de crambe, a utilização de temperatura de 45 °C na condução do teste, similarmente foi letal, apresentando 0% de germinação, com 96 horas de exposição (WERNER et al., 2013). O teste de envelhecimento acelerado com sementes de brócolis, Tunes et al. (2012) conseguiram

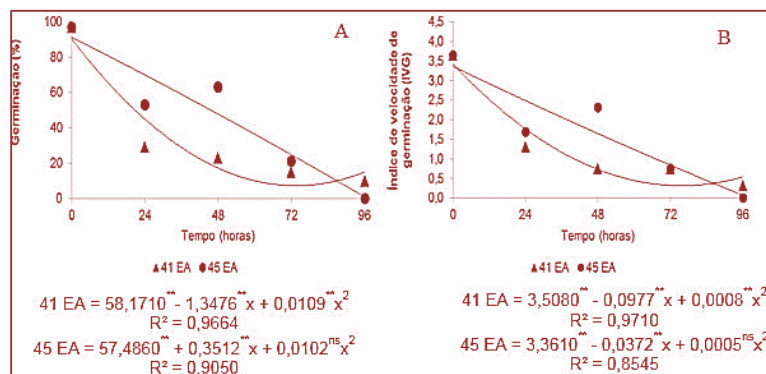
separar os lotes de sementes com relação ao vigor mas, quando analisaram a porcentagem de germinação, verificaram uma elevada redução no número de plântulas normais, sugerindo que o teste com 96 horas não foi adequado para a separação de lotes de sementes de brócolis. Contudo, é necessário observar que o vigor de uma semente compreende as propriedades que determinam o seu potencial para a emergência rápida, uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais, sob amplas condições de adversidades ambientais (AOSA, 2009).

As sementes de maracujá amarelo antes do envelhecimento acelerado apresentaram 100% de germinação e com o tempo de exposição foi reduzindo seu valor, progressiva e paulatinamente, apresentando 10% de germinação após 96 horas de exposição à temperatura de 41 °C. A exposição das sementes por 48 horas ao envelhecimento acelerado à temperatura de 45 °C não foi muito drástica para as sementes, apresentando 70% de germinação (LIMA et al., 2017).

A sementes de maracujá amarelo a 0 horas apresentaram 3,5 de índice de velocidade de germinação e com o tempo de exposição foi reduzindo seu valor, apresentando 0,3 após 96 horas de exposição à temperatura de 41 °C. A exposição por tempo de 48 horas de envelhecimento acelerado, sob temperatura de 45 °C não foi muito drástica para as sementes, apresentando 2,7 de índice de velocidade de germinação (Figura 1B). Esse comportamento está associado ao fato do vigor das sementes estar relacionado com uma maior velocidade de germinação e uniformidade das plântulas durante a germinação (BAALBAKI et al., 2009; MORES et al., 2016; GOMES JÚNIOR; LOPES; 2017). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), a temperatura afeta a germinação, a velocidade de germinação e a uniformidade de germinação.

Segundo Barbosa et al. (2011), o processo de envelhecimento acelerado torna-se mais prejudicial às sementes, à medida em que se aumenta o tempo de exposição, corroborando com os resultados obtidos por Larré et al. (2007), trabalhando com sementes de sementes de maracujá amarelo, que realizou o teste de envelhecimento acelerado a 40 °C, com tempo de exposição de 48 horas, e observaram que houve redução da qualidade fisiológica e também da viabilidade das sementes. Essa velocidade de deterioração é variável entre sementes individuais dentro de um lote (DELOUCHE, 2002), e este comportamento observado nessas sementes é justificado pela capacidade das sementes mais vigorosas apresentarem capacidade de produzir plântulas normais, enquanto aquelas de baixo vigor apresentam plântulas anormais e redução na viabilidade, podendo apresentar drástica deterioração das sementes (ROBERTS, 1974; DELOUCHE, 2002; BRASIL, 2009; MARCOS FILHO, 2015; GOMES JÚNIOR; LOPES, 2017). No entanto, as sementes mais vigorosas apresentam maior capacidade de produzir plântulas normais e em maior velocidade de germinação, enquanto aquelas menos vigorosas apresentam maior desuniformidade morfofisiológica, assincronia na germinação formação de plântulas anormais, demonstrando baixa viabilidade, conforme observado e/ou sugerido em sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC (MORAES et al., 2016); em sementes *Mabea fistulifera* Mart (GOMES JÚNIOR; LOPES, 2017); em sementes de *Zea mays* (KAVAN et al., 2017); em sementes de *Lens culinaris* (MARINKE et al., 2019); em sementes de *Cicer arietinum* (DIAS et al., 2020); em sementes de *Cicer arietinum* (DIAS; LEÃO-ARAÚJO, 2020).

Figura 1 - Germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de maracujá amarelo antes e após o envelhecimento acelerado (EA) nas temperaturas 41 e 45 °C por 0; 24; 48; 72 e 96 horas de exposição.



**ns: significativo em nível de 1% e não significativo, respectivamente.
R2 = coeficiente de determinação do ajuste da regressão.

4. CONCLUSÃO

O envelhecimento acelerado afeta a qualidade fisiológica das sementes, progressiva e paulatinamente com o tempo de exposição às temperaturas de 41 e 45 °C, com decréscimo no potencial e na velocidade de germinação.

A exposição das sementes por 48 horas ao envelhecimento acelerado a 45 °C, pelo método tradicional, reflete no vigor das sementes e é adequado para análise do potencial fisiológico de sementes de maracujá amarelo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo pelo fornecimento de instalações e equipamentos disponíveis para a pesquisa; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro e bolsas de produtividade em pesquisa aos dois últimos autores; à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pelo pagamento da bolsa de pesquisa ao último autor (Edital FAPES nº 19/2018 - Taxa de Pesquisa - Processo FAPES nº 82195510).

REFERÊNCIAS

- [1] ALEXANDRE, R.S.; BRUCKNER, C.H.; LOPES, J.C. Propagação do maracujazeiro: aspectos morfológicos, fisiológicos e genéticos. Vitória, ES: EDUFES, 2009. 210p.
- [2] AOSA - Association of Official Seed Analysts. Seed vigour testing handbook. East Lansing: AOSA, 2009. 334 p. (Contribution, 32).
- [3] BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M.B. Seed vigor testing handbook, AOSA, Ithaca, NY, USA. 2009. 341p. (Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32)..
- [4] BARBOSA, R.M.; COSTA, D.S.; SÁ, M.E. Envelhecimento acelerado de sementes de espécies oleráceas. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.41, n.3, p.328-335, 2011.
- [5] BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd. ed. San Diego: Academic: Elsevier; 2014. 1586p.
- [6] BERNACCI, L.C.; CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; NUNES, T.S.; IMIG, D.C.; MEZZONATO, A.C. Passifloraceae in: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>.
- [7] BERNACCI, L.C.; CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; NUNES, T.S.; IMIG, D.C.; MEZZONATO, A.C. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>>. Acesso em: 10 de maio de 2021.
- [8] BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILROST, H.W.M.; NONOGAKI, H. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. 3. ed., New York: Springer, 2013. 392p.
- [9] BINOTTI, F.F.S.; HAGA, K.I.; CARDOSO, E.D.; ALVES, C.Z.; SÁ, M.E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. Acta Scientiarum. Agronomy, v.30, n.2, p.247-254, 2008.
- [10] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- [11] CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- [12] COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. Principles of seed science and technology, Kluwer Massachusets: Academic Publishers, 4.ed. 2001. p.165-192.
- [13] DELOUCHE, J. Germinação, deterioração e vigor da semente. Seed News, v.6, n.6, p.24-31, 2002.
- [14] DIAS, L.B.; LEÃO-ARAÚJO, E.F. Potencial fisiológico de sementes de grão-de-bico. Scientific Eletronic Archives, v.13, n.12, p.116-122, 2020.
- [15] DIAS, L.B.X.; QUEIROZ, P.A.M.; FERREIRA, L.B.S.; FREITAS, M.A.M.; LEÃO-ARAÚJO, É.F.; SILVA, P.P.; NASCIMENTO, W.M. Accelerated ageing as a vigour test on chickpea seeds. Australian Journal of Crop Science, v.14, p.339-346, 2020.

- [16] OMES JÚNIOR, D.; LOPES, J.C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliar o potencial fisiológico de sementes de canudo-de-pito. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1105-1115, 2017.
- [17] IBGE, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Banco de dados agregados. Sistema IBGE de recuperação automática - Sidra. 2019. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.
- [18] ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. *International rules for seed testing*. Zurique: ISTA, 2009. 180 p.
- [19] KANG, J.; YIM, S.; CHOI, H.; KIM, A.; LEE, K.P.; LOPEZ-MOLINA, L.; MARTINOIA, E.; LEE, Y. Abscisic acid transporters cooperate to control seed germination. *Nature Communications*, v.6, p.8113-8113, 2015.
- [20] KAVAN, H.C.; CATÃO, H.C.R.M.; CAIXETA, F.; ROCHA, C.S.; CASTILHO, I.M. Accelerated aging periods and its effects on electric conductivity of popcorn seeds. *Revista de Ciências Agrárias*, v.42, n.1, p.40-48, 2019.
- [21] LARRÉ, C.F.; ZEPKA, A.P.S.; MORAES, D.M. Análise bioquímica e condutividade elétrica de sementes de maracujá submetidas a envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 2, p. 711-713, 2007.
- [22] LIMA, C.B.; COSSA, C.A.; NEGRELLE, R.R.B.; BUENO, J.T.; LOURENÇO, C.C.; BATISTA, N.A.; JANANI, J.K. Germinação e envelhecimento acelerado na análise da qualidade fisiológica de sementes de alfavaca cravo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, n.3, p. 865-874, 2011.
- [23] LIMA, P.A.M.; MACIEL, K.S.; ALEXANDRE, R.S.; LOPES, J.C. Envelhecimento acelerado em sementes de maracujá amarelo. In: XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência, 2017, São José dos Campos-SP.
- [24] LOPES, J.C. Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento. 1990. 254f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.
- [25] LOPES, J.C.; ALEXANDRE, R.S. Germinação de sementes de espécies florestais. In: CHICHORRO, J. F.; GARCIA, G. O.; BAUER, M. O.; CALDEIRA, M. W. *Tópicos em Ciências Florestais*. 1 ed. Visconde do Rio Branco-MG: Suprema, v.1, p.21-56, 2010.
- [26] MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p. 1-24. 1999.
- [27] MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.
- [28] MARINKE, L.S.; CATÃO, H.C.R.M.; MARTINS, G.Z.; CASTILHO, I.M.; CAIXET, F. Vigor of lentil seeds evaluated by the tests of accele rated aging and controlled deterioration. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 30846-30858, 2019.
- [29] MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, p.83-91, 2011.
- [30] MENEZES, V.O.; LOPES, S.J.; TEDESCO, S.B.; HENNING, F.A.; ZEN, H.D.; MERTZ, L.M. Cytogenetic analysis of wheat seeds submitted to artificial aging stress. *Journal of Seed Science*, v.36, n.1, p.71-78, 2014.
- [31] MORAES, C.E.; LOPES, J.C.; FARIAS, C.C.M.; MACIEL, K.S. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC em função do teste de envelhecimento acelerado. *Ciência Florestal (UFSC. Impresso)*, v.26, n.1, p.213-223, 2016.
- [32] NEGREIROS, J.R.S.; WAGNER JÚNIOR, A.; ALVARES, V.S.; SILVA, J.O.C.; NOVO PEDEAG, 2007-2025 - Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (2008). Vitória, ES: SEAG, 275p.
- [33] PEREIRA, M.D.; MARTINS FILHO, S.; LAVIOLA, B.G. Envelhecimento acelerado em sementes de pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, n.1, p.119-123, 2012.
- [34] PEREIRA, M.F.S.; TORRES, S.B.; LINHARES, P.C.F. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico em sementes de coentro. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.2, p.595-606, 2015.
- [35] R CORE TEAM. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.
- [36] ROBERTS, E. H. Loss of viability and crop yields. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). *Viability of seeds*. London: Chapman and Hall, 1974. p. 307-320.
- [37] SILVA, J.B.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidas a períodos diferentes de envelhecimento acelerado. *Bioscience Journal*, v.26, n.5, p.755-762, 2010.
- [38] SILVA, R.M.; AGUIAR, A.V.M.; CARDOSO, E.A.; SOUZA, J.O.S.; OLIVEIRA, L.A.A. Enxertia interespecífica do maracujazeiro-amarelo sobre quatro porta-enxertos. *Revista Verde*, v.6, n.2, p.119-124, 2011.

- [39] TUNES, L.M.; PEDROSO, D.C.; BADINELLI, P.G.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S. A.; MUNIZ, M.F.B. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. *Ciência Rural*, v. 41, n. 1, p. 33-37, 2011.
- [40] TUNES, L.M.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A.; MUNIZ, M.F.B.; DUARTE, V.B. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 2, p. 173-179, 2012.
- [41] WERNER, E.T.; LOPES, J.C.; GOMES JUNIOR, D.; LUBER, J.; AMARAL, J.A.T. Accelerated aging test to evaluate the quality of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst - Brassicaceae) seed physiology. *Idesia*, v. 31, p. 35-43, 2013.

Capítulo 15

A história da soja em Dom Pedrito: Controvérsias do pioneirismo à retomada do plantio

Algacir José Rigon

Franciele Paz Moro

Resumo: Motivados pelo Projeto de Extensão Filosofia no Campo: Chimarrão Filosófico, tendo como um dos objetivos conversar, refletir e conhecer um pouco mais sobre a história local, no caso de Dom Pedrito - RS, faz-se um estudo prévio de uma das temáticas que se almeja discutir que, nesse caso, a escolhida foi a história da soja neste município. A partir dessa temática discutem-se aspectos históricos e controversos, como o pioneirismo do cultivo agrícola da soja na América Latina, o processo intermitente do cultivo da mesma e a grande expansão na última década. Embora possamos considerar que em 1901 Dom Pedrito tenha sido o berço da soja, nos anos seguintes não houve mais investimento na produção em Dom Pedrito, inclusive, cedendo espaço para que aparecesse, no cenário, Santa Rosa, considerada o berço nacional da soja. Os relatos do primeiro plantio constam na edição de 31 de julho de 1901 da Revista Agrícola em artigo de Guilherme Minssen (OLIVEIRA, VIDAL, 2010, p. 9). Os dados gerais apontam que o cultivo da soja, no município, foi aumentando até 1980 quando a área cultivada tanto com arroz quanto soja era praticamente igual com 25.500 e 26.000 ha. Após esse período houve redução, aumentando consideravelmente a partir de 2006, tendo na safra de 2016/2017 80.000ha cultivados. Apurou-se que dezenas de sojicultores de Dom Pedrito tem neste grão uma alternativa econômica bem sucedida. Dados recentes apontam a soja como o segundo lugar na preferência dos agricultores, pois o plantio de arroz ainda se revela, apesar de nem sempre mais rentável, uma perspectiva de investimento mais seguro. Observou-se, ainda, de um modo geral, que não é de conhecimento da população os usos que se faz da soja, sendo que se estima que no mundo se utilize de 15% a 18% para extração de óleo e em torno de 79% é esmagada para a ração animal. Por fim, aponta-se que há necessidade da continuidade do estudo para saber dos impactos econômicos, sociais e ambientais, na atualidade, no município, bem como as perspectivas futuras em relação ao cultivo deste grão.

Palavras-chave: Produção de Soja; Sojicultura; Dom Pedrito RS; História.

1. INTRODUÇÃO

Para se compreender algo, é sempre importante recorrer à história, às origens daquilo que se quer entender, discutir, mesmo que seja numa roda de chimarrão. Motivados pelo Projeto de Extensão Filosofia no Campo: Chimarrão Filosófico, tendo como um dos objetivos conversar, refletir e conhecer um pouco mais sobre a história local, no caso de Dom Pedrito – RS, bem como pela formação e histórico familiar da bolsista, uma das temáticas escolhidas foi a história da soja neste município.

Nas primeiras buscas pela história da soja em Dom Pedrito identificou-se que há alguns debates e controvérsias colocando a cidade como pioneira no cultivo de soja na América Latina. A pesquisa (OLIVEIRA, VIDAL, 2010), foi conduzida pelo historiador e museólogo da cidade Adilson Nunes de Oliveira e pelo docente e agrônomo da UFRGS Ribas Antônio Vidal. O resultado a que chegaram foi de que a primeira colheita agrícola da América Latina aconteceu em Dom Pedrito no ano de 1901, isto é, há 120 anos, num local próximo da cidade, o Rincão da Figura. Este lugar, na época, era zona rural, hoje cedeu espaço para a cidade. Foi numa área considerada a Colônia Rheigantz, fundada pelo Comendador Carlos Rheingantz, cujo administrador era o Engenheiro Agrônomo Alberto Welhauser. Em 1900 começaram com o plantio de trigo e, após obterem resultados satisfatórios, resolveram investir na soja, a qual não conheciam na prática.

Observa-se que nos anos seguintes não houve mais investimento na produção da soja em Dom Pedrito, inclusive, cedendo espaço para que aparecesse, no cenário, Santa Rosa, considerada o berço nacional da soja. A produção da soja, no município, portanto foi intermitente, reaparecendo com força e modificando a paisagem ambiental, econômica e social na última década. Isso nos levou a estudar com maior vigor a temática, bem como será motivo de novos estudos e de momentos para externar a discussão da temática e exposição ao povo pedritense.

Especificamente, se objetiva, num primeiro momento, conhecer a história da produção no município, sua origem e as estatísticas de mudanças no cultivo na última temporada. Em um segundo momento expor e dialogar com as pessoas do município sobre o cultivo da soja e, sendo possível, explorar as mudanças ambientais, econômicas e sociais provocadas.

2. METODOLOGIA

Após as discussões sobre uma temática de interesse e importância para a comunidade local, tendo em vista um dos encontros do Projeto, chegou-se a um consenso de que a soja pudesse ser o motim desta discussão. Nesse cenário, buscaram-se informações e referências junto a alguns professores do Campus Dom Pedrito, da UNIPAMPA, junto ao Sindicato Rural do município e, especialmente, com um historiador conhecido na cidade, Adilson Nunes de Oliveira. Tendo em mãos algumas informações e referências bibliográficas procedeu-se a leitura e a análise das mesmas, numa perspectiva em que se buscava encontrar dados e informações a respeito do cultivo da soja em Dom Pedrito. Adotou-se esse procedimento prévio para que os encontros do Chimarrão Filosófico pudessem contar com suportes textuais e de dados para fomentar as discussões.

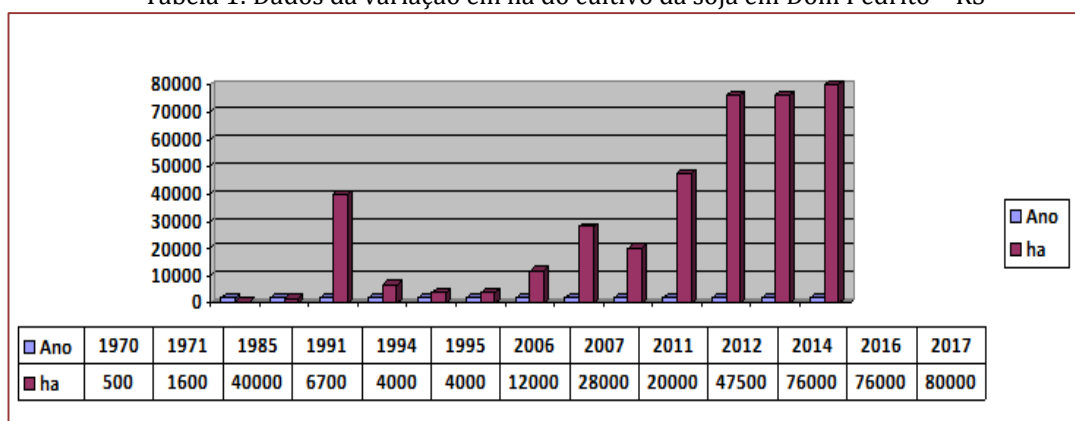
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fundador da colônia onde se implantou o cultivo de soja, em Dom Pedrito, foi Carlos Guilherme Rheingantz. Este herdou as terras de seu pai, por ser o filho mais velho. Uma vez que assumiu o negócio e se instalou após a morte do pai, entregou a administração da colônia para o Engenheiro Agrônomo Alberto Wellhauser estudioso de novas cultivares. O agrônomo fez no ano de 1900/1901, a primeira plantação e a primeira colheita agrícolas de soja da América Latina que correspondeu a produção de 2.800 quilos por hectare. Mesmo com alguns obstáculos como o tempo, o fato de ter ocorrido uma seca, o cultivo da soja logrou êxito. Como o relato do próprio Dr. Welhauser, a soja continuou robusta e sadia alcançando 60 centímetro de altura, foi feita capina a mão, e a finalidade do grão era para alimentação animal – relato na edição de 31 de julho de 1901 da Revista Agrícola em artigo de Guilherme Minssen (OLIVEIRA, VIDAL, 2010, p. 9).

Os dados gerais apontam que o cultivo da soja, no município, foi aumentando até 1980 quando a área cultivada tanto com arroz quanto soja era praticamente igual com 25.500 e 26.000 há. Contudo, em “1991 a área de soja caiu bastante para 6.700 ha e em 1994-1995 a área semeada reduz para 4.000 há” (SOUZA, 1996, p. 34). Estima-se, segundo Souza (1996) que a redução de área deve-se a dificuldades crescente que os agricultores enfrentam, tais como a queda de preços, restrições de créditos e elevação de juros.

Atualmente (2017) há cerca de 500 mil hectares de terras aproveitáveis, sendo por volta de 80.000ha de soja. A grande maioria dos produtores de soja é originária de outros municípios gaúchos, trazendo para o município suas expertises e também sua cultura. Dezenas de sojicultores de Dom Pedrito tem na soja uma alternativa econômica bem sucedida, dados recentes apontam a soja como o segundo lugar na preferência dos agricultores, pois o plantio de arroz ainda se revela, apesar de nem sempre mais rentável, uma perspectiva de investimento mais seguro. Outras mudanças se devem a fatores não explorados, como a criação de gado que pode ser consorciada com o cultivo da soja e a retomada de cultivares de inverno no período de intervalo entre as safras da soja. Os dados disponíveis encontrados datam de 1970 em diante, conforme tabela abaixo. Do primeiro plantio até 1970 não foram encontrados dados, além do quantitativo de produção por ha em 1901 de 2.800kg/ha.

Tabela 1: Dados da variação em ha do cultivo da soja em Dom Pedrito – RS



O cultivo da soja, bastante conhecido na região, apresenta impactos nos aspectos econômicos, sociais e ambientais embora pouco conhecidos e estudados localmente. De um modo geral, também, não é de conhecimento da população os usos que se faz da soja, sendo que se estima que no mundo se utilize de 15% a 18% para extração de óleo e em torno de 79% é esmagada para a ração animal. No Brasil, especificamente, 44% é exportada in natura, 49% é processada e 7% para outros usos (estoque). Do montante que vai para processamento 79% vira farelo dos quais se utiliza no país 48% para a alimentação animal. Os 21% restante processada vira óleo, sendo 77% para consumo doméstico na forma de alimentação ou biodiesel¹⁵.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apontam sem maiores dúvidas que Dom Pedrito sediou na América Latina o primeiro cultivo agrícola da soja, a qual foi utilizada na sua totalidade para a alimentação animal. Esta leguminosa, até então, teve em outros lugares como Estados da Bahia e São Paulo, ou Viamão no Rio Grande do Sul apenas cultivos experimentais. Santa Rosa – RS, considerada o berço nacional da soja, tenha sido talvez a primeira colheita comercial, isto é, a produção com finalidades outras que não a de consumo na colônia, propriedade ou município.

Por fim, deve estar claro, que há necessidade de continuidade do estudo para saber dos impactos econômicos, sociais e ambientais, na atualidade, no município, bem como as perspectivas futuras em relação ao cultivo deste grão.

REFERÊNCIAS

- [1]. OLIVEIRA, A. N. VIDAL, R. A. Dom Pedrito: Pioneira no cultivo de soja na América Latina. Porto Alegre: Evangraf, 2010.
- [2]. SOUZA, N. J. Diagnóstico econômico do município de Dom Pedrito. Porto Alegre: La Salle, 1996.

¹⁵ - Dados coletados in <http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/uso-da-soja/>, acesso em setembro/2017.

Capítulo 16

Diagnóstico da competitividade das agroindústrias de embutidos do município de Dom Pedrito/RS

Osmar Manoel Nunes

Joelio Farias Maia

Gustavo Bastos Moreira

Candido Jorge de Moraes

Julio Cordeiro do Nascimento

Leandro Vaz da Silva

Resumo: O presente estudo trata-se de um diagnóstico feito em agroindústrias de embutidos no município de Dom Pedrito/RS, buscando identificar a relação das indústrias de embutidos quanto a competitividade, as possibilidades de que produtos substitutos passem a disputar o mesmo mercado, o poder de barganha dos clientes, bem como o poder de negociação dos fornecedores. Para alcançar os objetivos propostos por este trabalho a pesquisa foi dividida em 04 (quatro) etapas: i) revisão bibliográfica sobre o modelo das cinco forças competitivas de Porter; ii) identificação as indústrias de embutidos da cidade de Dom Pedrito/RS; iii) realização de entrevistas em forma de check-list, com a composição de trinta e duas perguntas contendo questionamentos abertos, bem como, perguntas fechadas com a alternativa de resposta entre sim e não; e iv) tabulação dos dados coletados a campo e realização de análises necessárias para as interpretações pertinentes a esta pesquisa. As principais contatações deste estudo dizem respeito à agroindustria de embutidos de cunho familiar, que apresenta pouca competição no mercado local, devido às características de cada empreendimento, além de não haver disputa de preços. Não há pressão por preços, quantidade ou qualidade dos produtos por parte dos fornecedores de matéria-prima. Cabe destacar fatores de fidelização de clientes, que se dá por relacionamento, qualidade dos produtos e localização do empreendimento. Já em relação aos cliente, foi verificado que os mesmo não possuem poder de negociação de preços, salvo compras em grandes quantidades de produtos. Embora alguns agroindustriais tenham relatado a existência de produtos substitutos, os mesmos não caracterizam a presença de produtos substitutos em potencialidades para reduzir a forma de participação desta modelo de agroindústrias inseridas neste mercado, por possuir características distintas. Verificou-se ainda a não existencia de barreiras à novas instalações de empreendimento do setor.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito nacional, o setor de embutidos é caracterizado por grandes indústrias. O respectivo setor é um ramo do seguimento alimentício, que constitui uma grande variedade de produtos disponíveis no mercado. Estes são produzidos a partir de carnes e condimentos, onde são envoltos em tripárias de animais comestíveis. Segundo o RISPOA Decreto nº 30691, o embutido é o produto feito com carnes ou órgãos comestíveis, curado ou não, condimentado, defumado ou não, cozido ou não, tendo como envoltório (bexiga), tripa ou outro tipo de membrana animal. Pode-se, inclusive, usar envoltórios plásticos que sejam apropriados para tal (Brasil, 1997). Esta técnica foi desenvolvida primeiramente com intuito maior de conservar a matéria prima, objetivando o armazenamento do produto em condições necessárias para ser consumido posteriormente.

As agroindústrias de embutidos, aqui estudadas, produzem uma variedade de produtos, sendo quase exclusiva a produção de um determinado tipo de produto, neste caso a linguiça, está por sua vez é encontrada em diversas formas de elaboração, com uma diversidade que abrange linguiça pura, mista, com ou sem pimenta, com queijo e com abacaxi, sendo o mais comum na forma tradicional (pura), elaborada com carnes bovina e suína, e utilização temperos. Estas agroindústrias, na maioria das vezes, surgem em complemento ao açougue já existente. O surgimento de agroindústrias com a finalidade de produção para estes produtos despontou, e trouxe consigo uma maior competitividade ao setor, visto que, a disponibilidade do bem não se ateu apenas aos açougues, sendo possível encontra-lo nos mais variados mercados e comércios da cidade, da mesma maneira percebe-se casos em que os empreendimentos são especializados somente na produção de linguiças.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivos identificar a relação das indústrias de embutidos de Dom Pedrito/RS quanto a competitividade, as possibilidades de que produtos substitutos passem a disputar o mesmo mercado, o poder de barganha dos clientes, bem como o poder de negociação dos fornecedores.

2. METODOLOGIA

Para a construção deste artigo seguiu-se uma rotina criteriosa com a formulação de definições prévias de ações, como: revisão bibliográfica, formação de check-list para pesquisa de campo, coleta de dados, tabulação, análise, interpretação e redação de dados.

Nesse trabalho foi utilizado o método dedutivo, cuja metodologia, é explicada por Moresi (2003, p. 24) “o raciocínio dedutivo tem o objetivo de explicar o conteúdo das premissas. Por intermédio de uma cadeia de raciocínio em ordem descendente, de análise do geral para o particular, chega a uma conclusão”. Com isso, a pesquisa em questão, caracteriza-se como investigação analítico-explicativa. A abordagem, formulação, resolução da problemática, análise e interpretação de dados buscam fundamentar-se nas contribuições desenvolvidas pelo modelo das cinco forças de Porter.

Para alcançar os objetivos propostos por este trabalho a pesquisa foi dividida em 04 (quatro) etapas, com o intuito de facilitar as análises e discussões entre os pesquisadores. As etapas foram divididas em: primeiro - a revisão bibliográfica sobre o modelo das cinco forças competitivas de Porter. Bastos e Keller (2000, p. 100), enfatizam que, “a pesquisa bibliográfica é a atividade de localização e consulta de fontes diversas de informação escrita, para coletar dados gerais ou específicos a respeito de determinado item”. Segundo - identificar as indústrias de embutidos da cidade de Dom Pedrito/RS. Terceiro - realizar as entrevistas em forma de check-list, com a composição de trinta e duas perguntas contendo questionamentos abertos, bem como, perguntas fechadas com a alternativa de resposta entre sim e não. Quarto - tabular os dados colhidos a campo e realizar as análises necessárias para as interpretações pertinentes a este trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este tópico aborda as respostas obtidas através da aplicação do referido questionário. Este trabalho foi desenvolvido mediante a teoria das 05 (cinco) forças de Porter competitivas de autoria de Michael E. Porter que analisa a rivalidade entre os concorrentes do setor, o poder de negociação dos fornecedores, o poder de negociação dos clientes, a ameaça dos novos entrantes e a ameaça dos produtos substitutos, reconhecido como um dos mais renomados pensadores da administração, principalmente no que diz respeito a estratégias competitivas. Ao total foram entrevistados os proprietários de 08 (oito) empreendimentos do segmento agroindustrial de embutidos, estes representando significativa parcela no total de agroindústrias que exercem esta atividade e atuam no município de Dom Pedrito, Rio Grande do

Sul.

3.1 A RIVALIDADE ENTRE OS CONCORRENTES DO SETOR

Verificou-se que existem 10 (dez) agroindústrias de embutidos em Dom Pedrito, para uma população formada por 39.109 habitantes, segundo a FEE 2016, porém responderam o questionário 08 (oito). Com base nas respostas obtidas, observou-se que, a maioria dos entrevistados, 62% pertencentes a este ramo, não utilizam estratégias para alcançarem um melhor posicionamento no mercado em relação aos seus concorrentes, mas 38% afirmam possuir algum tipo de estratégia, que informaram estar baseada na qualidade e na tradição do empreendimento. Os rivais, estruturados em um mercado considerado pequeno, competem em preço, da mesma maneira que seus fornecedores, ofertantes da principal matéria prima, a carne, são os mesmos para todas as agroindústria, possuem suas estruturas muito parecidas, o que fomenta uma guerra saudável, com preços parecidos em produtos homogêneos, pois quando um altera o preço ou a forma de fazer, os demais também o fazem.

3.2 O PODER DE NEGOCIAÇÃO DOS FORNECEDORES

O poder de negociação dos Fornecedores, trata-se da força atribuída ao detentor da matéria-prima (que são representados pelos frigoríficos e matadouros da região) e seu poder de aumentar os preços para ofertarem. Para melhor compreensão sobre essa variável, que analisa a quantidade destes no referido mercado, obtivemos os seguintes dados: 13% das empresas pesquisadas possuem apenas 01 (um) fornecedor, 13% possuem 02 (dois) fornecedores, também 13% possuem 03 (três) fornecedores, 50% possuem 04 (quatro) fornecedores e 13% dizem possuir 05 (cinco) ou mais fornecedores. Neste sentido verificou-se que os fornecedores não são monopolistas e o seu peso de negociação não interfere diretamente nestas agroindústrias, pois qualquer ameaça neste sentido a empresa troca de fornecedor sem alterar sua forma de atuação no mercado. Apenas 01 (um) possui um único fornecedor, sendo que os demais possuem estratégias diversificadas e mais definidas para se protegerem desta ameaça.

3.3 O PODER DE NEGOCIAÇÃO DOS CLIENTES

Para melhor compreender o poder de barganha dos clientes foram estabelecidas questões referentes aos mesmos em relação a agroindústria. Quando questionados sobre o fato de clientes possuírem poder para negociarem preços ou não, obtivemos que, 50% afirmaram que realizam negociações e outros 50% não o fazem. Os clientes, no caso são os consumidores finais, que possuem pouca capacidade de organização para efetuarem negociações e assim reduzirem os preços. Os agroindustriais negociam preços para quantidades maiores de compras, como ocorre em qualquer negociação comercial, mas não concedem poder para os clientes negociarem preços (reduções) constantemente em suas aquisições.

3.4 A AMEAÇA DE PRODUTOS SUBSTITUTOS

Em relação aos produtos substitutos, os entrevistados em 75% afirmaram não temer a possibilidade de estes fazerem frente aos seus, e apenas 25% relataram possuir conhecimento da existência de produtos substitutos, sendo que citaram entre os principais, as salsichas e os salames. Destaca-se que as agroindústrias de embutidos produzem 07 (sete) tipos de produtos onde pode ser destacada a produção da linguiça tradicional (sendo a mais comum elaborada com carnes bovina ou suína), e também a linguiça pura (somente com carne de suíno), a linguiça mista (elaborada com carne bovina e suína), linguiça com ou sem pimenta, linguiça com queijo e linguiça com abacaxi.

Em sua maioria os agroindustriais entendem que este mercado, bem como sua produção, está inserido em um contexto diferenciado, e o seu produto, mesmo possuindo 07 (sete) tipos diferentes, tem como finalidade ao consumidor final o uso habitual na forma de assado, principalmente nos finais de semana, onde a demanda pelo produto aumenta consideravelmente, e não pode ser substituído nem por salsicha e nem por salames, por possuírem finalidades habituais distintas.

3.5 A AMEAÇA DE NOVOS ENTRANTES

Para avaliar a percepção dos entrevistados, quanto a provável entrada de novos competidores no setor e a possibilidade de uma nova agroindústria de embutidos se instalar no município acirrando a competitividade, os mesmos responderam em 100% que o acesso ao mercado local, não oferece barreiras. Verifica-se que não há barreiras de capital, de patentes, de controles de matérias primas chave, da existência da tradição ou de uma forma pura e/ou natural, sendo que o próprio interesse e possuindo uma quantidade mínima de capital pode caracterizar como um novo entrante no mercado de embutidos pedritense. Nota-se que devido a esta característica, a entrada ou saída deste mercado, pouco influencia o andamento natural da atividade, sem causar grandes impactos, no que se refere a produção, vendas e receitas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo identificar a relação das indústrias de embutidos do município de Dom Pedrito quanto a competitividade, as possibilidades de que produtos substitutos passem a disputar o mesmo mercado, o poder de barganha dos clientes, bem como o poder de negociação dos fornecedores. Para tal finalidade este estudo foi realizado via uma pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, de forma a identificar as agroindústrias de embutidos de Dom Pedrito/RS através de entrevistas em forma de check-list e posterior análise e interpretação dos dados coletados.

As agroindústrias fabricantes de embutidos, localizadas no município de Dom Pedrito-RS, caracterizam-se por seu cunho familiar na produção e gerenciamento, além de não usarem a informática nos processos gerenciais. A competição por mercado local demonstrada na pesquisa é pouco consolidada no município, devido as características do setor, da localização e o atendimento específico dos bairros, onde estão inseridos. Não competem utilizando guerras de preços, pois estão inseridos em um mercado onde suas estruturas são parecidas, oferecem pouco poder de negociação aos clientes e seus preços são muito similares.

Os fornecedores da matéria prima, a carne, a principal para a elaboração dos embutidos das agroindústrias não atuam pressionando a elevação dos preços ou de diminuição da quantidade e qualidade das mesmas, devido ao fato que geralmente as agroindústrias também comercializam carne in natura (mercearia e agroindústria de embutidos) e com isso realizam a compra de matéria-prima juntamente com as demais compras do empreendimento. Observou-se que os agroindustriais afirmaram que possuem clientes fixos e consideram que essa fidelização é construída no decorrer do tempo com a consolidação de suas relações e da qualidade atribuída a seus produtos, porém deve-se observar que a localização onde estão inseridos é o que caracteriza como referencia para o cliente/ consumidor em não deslocar-se para suprir suas necessidades.

Em relação ao poder de negociação dos clientes/consumidores verifica-se que não há concessões de poder aos clientes/consumidores negociarem reduções de preços constantemente em suas aquisições. Somente são negociadas reduções de preços aos clientes/consumidores quando se tratarem de quantidades superiores de compras, mas que são consideradas praticas normais no comercio.

A força dos Produtos Substitutos não é reconhecida pelas agroindústrias pesquisadas. As características deste mercado mostram que a sua inserção ocorre vários itens produzidos, porem cada item é homogêneo ao do concorrente, neutralizando a forma de concorrência e ganhos de mercado por participantes individuais. Embora alguns agroindustriais tenham relatado a existência de substitutos, os mesmos não caracterizam a presença de produtos substitutos em potencialidades para reduzir a forma de participação desta modelo de agroindústrias inseridas neste mercado, por possuir características distintas.

Com relação as potencialidades de entrada de novos competidores no setor agroindustrial de embutidos, verificou-se que não existem barreiras para a instalação destes. Desta forma, a não existência de barreiras a entrada de novos participantes no mercado faz com que esta característica, pouco influencia o andamento natural da atividade, sem causar grandes impactos, no que se refere a produção, vendas e receitas.

REFERÊNCIAS

- [1] BASTOS, C.; KELLER, V. Aprendendo a aprender: introdução à metodologia científica. Petrópolis: Vozes, 2000.
- [2] BRASL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria da Defesa Agropecuária. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químico para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – sal e salmoura. Instrução Normativa Nº 20, de Brasília – UCB, Pró-Reitoria De Pós-Graduação – PRPG Programa De PósGraduação Stricto Sensu Em Gestão Do Conhecimento E Tecnologia Da Informação.
- [3] DEGEN, P. J. ; MELLO, A. A. A. O empreendedor: fundamentos da iniciativa empresarial. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
- [4] Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DOU 27/07/1999.
- [5] FERRAZ, J.C; KUPFER, B; HAUGUENAUER, L. Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- [6] KOTABE, M.; HELSEN, K. Administração de Marketing Global. São Paulo: Atlas, 2000.
- [7] KOTLER, Philip. Administração de Marketing: a edição do novo milênio. 10 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- [8] KOTLER, Philip. Administração de Marketing: Análise, Planejamento, Implementação e Controle. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- [9] MORESI, Eduardo, Metodologia da Pesquisa, Brasília, 2003, Universidade Católica De Brasília – UCB, Pró-Reitoria De Pós-Graduação – PRPG Programa De Pós-Graduação Stricto Sensu Em Gestão Do Conhecimento E Tecnologia Da Informação.
- [10] PORTER, Michael E. Competição: estratégias competitivas essenciais. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 14ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.
- [11] POSSAS, Maria Silvia. Concorrência e Competitividade: Notas Sobre Estratégia e Dinâmica Seletiva na Economia Capitalista. Tese de doutorado. UNICAMP, 1993.

Capítulo 17

Avaliação in vitro do antagonismo de isolado de Bacillus sp. a patógenos do morangueiro

Tássio Rezende Garcia

Hebe Perez de Carvalho

Resumo: Objetivou-se com este trabalho identificar e avaliar o potencial antagônico *in vitro* de um isolado de *Bacillus* sp. sobre o crescimento micelial dos seguintes fungos fitopatogênicos: *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *Sclerotinia sclerotiorum*. O efeito antagônico do *Bacillus* sp. foi testado utilizando-se três métodos: a técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista, a técnica de cultura pareada e a técnica de círculo. Foram avaliados o tamanho médio das colônias e a porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) no 7º e 14º dia após a incubação a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12h. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 5 repetições cada método. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste Scott-Knott ($P < 0,05$). Observou-se que o isolado de *Bacillus* sp. mostra-se eficaz na inibição do crescimento micelial dos fungos *B. cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum*, por todas as técnicas testadas. A técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista, inibe totalmente o crescimento micelial dos fitopatógenos testados.

Palavras-chave: Controle biológico. *Botrytis cinerea*. *Colletotrichum* sp. *Sclerotinia sclerotiorum*.

1. INTRODUÇÃO

Nos cultivos agrícolas do Brasil os ataques de diversas doenças são constantes, sejam elas causadas por fungos, bactérias, vírus e outros agentes fitopatogênicos. Essas doenças levam os produtores a grandes prejuízos econômicos, devido à diminuição da produção ou até à perda total da lavoura. As doenças causadas por fungos estão entre as mais preocupantes, pois podem atacar desde o início até o final do cultivo (BRAGA JUNIOR et al., 2017).

No cultivo do morango há inúmeras doenças que afetam as várias fases de desenvolvimento da planta. Dentre os fungos causadores de doenças em morangueiro estão *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* spp. e *Sclerotinia sclerotiorum*.

B. cinerea é o agente etiológico da podridão de frutos, sendo a doença denominada de mofo cinzento. Este fungo infecta principalmente frutos maduros ou em fase de amadurecimento, porém, também pode infectar pedúnculos, pétalas, botões florais, folhas e pecíolos, sob condições ideais. Os sintomas nos frutos consistem em manchas marrom-claras de tamanho variável que evoluem rapidamente, nos estádios finais da doença observam-se um recobrimento cinza constituído pelas estruturas do fungo (MOREIRA et al., 2018).

Colletotrichum é um gênero de fungo causador da antracnose, uma das principais doenças do morangueiro. A doença é causada pelas espécies *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* e *C. fragariae*, que são responsáveis por sintomas específicos em várias partes da planta. As infecções em frutos, flores e folhas de morangueiro são causadas comumente por *C. gloeosporioides* e *C. acutatum*. Em frutos as lesões são circulares, deprimidas e firmes, de coloração marrom ou preta, com formação, sob condições de alta umidade, de uma massa de esporos alaranjada ou rosada no centro. As infecções do rizoma são atribuídas, principalmente, a *C. fragariae*, sendo os sintomas iniciais, murcha e seca progressiva da planta com posterior podridão do rizoma, o qual apresenta coloração marrom-castanho (PARISI et al., 2016).

S. sclerotiorum é um fungo necrotrófico que sobrevive no solo na forma de escleródios. No morangueiro é o causador da podridão de esclerotinia. A infecção geralmente se inicia principalmente na coroa da planta, nos tecidos próximos à superfície do solo, podendo atingir pecíolos, pedúnculos florais e frutos. Nos tecidos afetados desenvolve-se um crescimento micelial de aspecto cotonoso branco, com numerosos escleródios brancos que se tornam escuros com o passar do tempo (MOREIRA et al., 2018).

O manejo de doenças fúngicas no morangueiro é realizado principalmente por fungicidas químicos. No entanto, este método de controle está se tornando questionável pelos produtores, já que os fungos adquirem resistência aos produtos utilizados. Sendo assim, diversas empresas estão desenvolvendo produtos à base de microrganismos, os quais se mostram eficientes, desde que utilizados de maneira correta e principalmente preventiva. Além disso, há a preocupação da sociedade com uma alimentação saudável livre de resíduos químicos e de uma agricultura com menor impacto ambiental (PAULA JÚNIOR et al., 2009).

Com os avanços da pesquisa, tornou-se reconhecido que muitas espécies de microrganismos são capazes de influenciar negativamente espécies fitopatogênicas. Assim, o controle biológico de fitopatógenos por meio de microrganismos antagonistas vem se destacando atualmente (SILVA et al., 2014). Angonese et al. (2009), verificaram que várias espécies de *Bacillus* são antagonistas de fitopatógenos e podem ser utilizadas em programas de controle biológico.

Bactérias do gênero *Bacillus* são microrganismos importantes e muito úteis para o homem. Diferentes proteínas, enzimas, antibióticos, inseticidas microbianos e outros compostos são produzidos em grande escala graças às diversas espécies desse gênero. Em razão disso, estudos com essa bactéria são realizados sob diversos aspectos, em destaque no campo da pesquisa e desenvolvimento de produtos biológicos, o que torna importante o isolamento, identificação, preservação e conservação de novas estirpes (RABINOVITCH; OLIVEIRA, 2015).

O gênero *Bacillus* se destaca entre as bactérias antagonistas, pois apresenta vários mecanismos antagonísticos e forma endósporo resistente, possibilitando sobrevivência em nichos ecológicos específicos e versatilidade para superar as defesas dos fitopatógenos. Essas bactérias podem ser encontradas habitando o solo, vivendo na rizosfera ou rizoplano, são encontradas também no filoplano e até mesmo nos tecidos internos da planta (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

A possibilidade de se identificar espécies de microrganismos eficientes para o uso na agricultura é ampla. Para isso, estudos devem ser feitos iniciando-se pela avaliação *in vitro* do potencial antagonístico do microrganismo de interesse. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial antagonístico *in*

vitro de *Bacillus* spp., isolado da flor de morangueiro, sobre o crescimento micelial dos fungos *B. cinerea*, *C. acutatum* e *S. sclerotiorum* isolados de frutos de morangueiro, bem como, verificar a eficiência de diferentes técnicas utilizadas para quantificar a inibição do crescimento micelial *in vitro*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *Campus* Inconfidentes. O isolado de *Bacillus* sp. foi obtido a partir de flores de morangueiro. Para o isolamento, as flores abertas com sépalas e pétalas foram imersas em etanol a 70% por 30 segundos e mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 1 minuto e, em seguida foram lavadas em água destilada esterilizada. Após a lavagem as flores foram colocadas para secar sobre papel filtro estéril e plaqueadas em placas de Petri contendo meio BDA de forma que as pétalas ficassem em contato direto com o meio de cultura. Posteriormente, as placas foram incubadas em câmara incubadora (B.O.D.) sob fotoperíodo de 12 horas a 20 °C durante 5 dias. Após esse período, a bactéria foi isolada e para a identificação do gênero *Bacillus* foi realizada a técnica de coloração de Gram e, posteriormente, a morfologia foi confirmada com o auxílio de um microscópio óptico com aumento de 1000 vezes (Figura 1). Avaliou-se também as características da colônia.

Figura 1 - Morfologia do *Bacillus* sp. visualizada usando coloração de Gram com ampliação de 1000 x.



Fonte: Garcia (2019).

Os fungos *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *Sclerotinia sclerotiorum* foram coletados de frutos de morangueiro com os sintomas e sinais característicos e isolados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e Ágar) de acordo com Alfenas et al. (2016).

Foram utilizados três métodos para avaliar o efeito antagônico do isolado *Bacillus* sp. sobre os fungos fitopatogênicos. Para isso a bactéria isolada foi crescida em meio líquido LB (Luria Bertani) por 24 horas antes da realização dos testes.

No primeiro método, baseando-se no experimento de Figueiredo et al. (2010), foi utilizada a técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista, a qual consistiu em espalhar sobre o meio BDA, 100 µL do meio líquido LB contendo o *Bacillus* sp. com o auxílio de uma alça de Drigalski. Em seguida, discos de 10 mm de diâmetro retirados de colônias de cada fungo fitopatogênico, com sete dias de crescimento, foram colocados no centro das placas.

No segundo método, foi utilizada a técnica de cultura pareada. Para isso, foi retirado um disco de 10 mm de diâmetro da colônia fúngica e colocado a 1,0 cm da borda da placa de Petri (90 x 15 mm) contendo meio BDA e na outra extremidade, também a 1,0 cm da borda da placa, foi colocada uma suspensão de 3 µL do isolado de *Bacillus* sp., crescido previamente em meio líquido LB (Luria Bertani). Como testemunha foi utilizado somente colônias do respectivo fungo fitopatogênico cultivado em meio BDA.

No terceiro método foi utilizada a técnica de círculo, pela qual foi transferido um disco de 10 mm de diâmetro da colônia do fitopatógeno para o centro da placa de Petri. Em seguida, com o auxílio de um bastão de vidro, foi repicada a bactéria na mesma placa formando um círculo com diâmetro de

aproximadamente de 4 cm em torno do disco do fitopatógeno. Como testemunha foi utilizado somente fitopatógeno cultivado em meio BDA.

Os tratamentos foram os seguintes: *Bacillus* sp. x *B. cinerea* (T1); *Bacillus* sp. x *Colletotrichum* sp. (T2); *Bacillus* sp. x *S. sclerotiorum* (T3); somente *Botrytis cinerea* (T4); somente *Colletotrichum* sp. (T5); e somente *S. sclerotiorum* (T6). Após os procedimentos, as placas foram incubadas em câmara BOD sob fotoperíodo de 12 horas à temperatura de 25 ± 2 °C. As avaliações foram realizadas no 7º e 14º dia após a incubação. Para a avaliação, da técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista e técnica de círculo, os diâmetros das colônias foram medidos em quatro sentidos opostos, com auxílio de um paquímetro digital, definindo-se uma média para cada colônia. Na técnica de cultura pareada, foram feitas medições do raio das colônias em três sentidos, definindo-se uma média.

O delineamento experimental utilizado, em cada uma das técnicas testadas, foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 5 repetições, totalizando 30 parcelas. Após a obtenção dos dados, estes foram analisados pelo software SISVAR (FERREIRA, 2011). As variáveis significativas pelo teste F foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

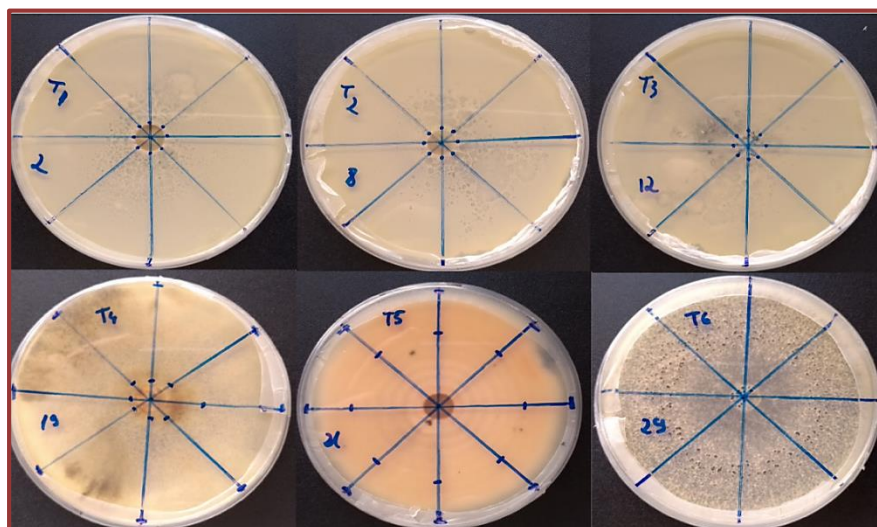
A porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) foi calculada pela fórmula utilizada por Menten et al. (1976), onde: $PIC = [(cresc. \text{ médio da testemunha} - cresc. \text{ médio do tratamento}) / cresc. \text{ médio da testemunha}] \times 100$. Esta fórmula foi utilizada com as médias dos crescimentos das colônias submetidas a análise estatística. Utilizou-se como crescimento médio da testemunha o diâmetro ou raio da colônia do tratamento contendo somente o respectivo fungo fitopatogênico e, como crescimento médio do tratamento, o diâmetro ou raio médio da colônia do respectivo fitopatógeno na presença do *Bacillus* sp.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados coletados demonstraram que o isolado de *Bacillus* sp. foi capaz de inibir o crescimento micelial dos fitopatógenos em todos os métodos testados.

Na técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista, foi observado que não houve crescimento das colônias dos fitopatógenos, porém adotou-se como tamanho da colônia fúngica o diâmetro dos discos colocados sobre a cultura antagonista para que fosse possível realizar a análise estatística. Sendo assim, as porcentagens de inibição do crescimento micelial de *B. cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum* foram, respectivamente, 87,84%, 88,00% e 88,94% aos 14 dias de incubação. Levando em consideração a ausência de crescimento micelial, ou seja, apenas o disco da cultura fúngica, pode-se considerar uma inibição do crescimento micelial de 100% para todos os fitopatógenos na presença do *Bacillus* sp. neste método de avaliação (Figura 2).

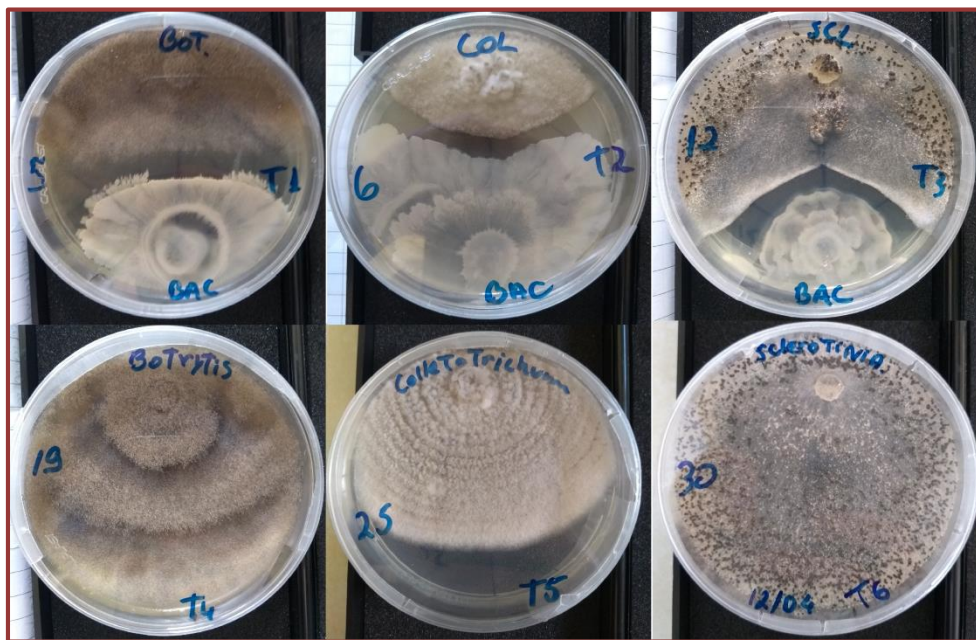
Figura 2 - Inibição do crescimento micelial de *B. cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum* por *Bacillus* sp. da esquerda para a direita respectivamente, pela técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista após 14 dias de incubação.



Fonte: Garcia (2019).

Na técnica de cultura pareada, também houve inibição do crescimento dos fitopatógenos (Figura 3). Comparando as avaliações dos dois dias, verificou-se que os tamanhos das colônias dos fungos *B. cinerea* e *S. sclerotiorum* continuaram os mesmos, sugerindo que ocorreu uma paralisação do crescimento micelial na presença do *Bacillus* sp. logo no 7º dia de incubação. O fungo *Colletotrichum* sp. apresentou baixa porcentagem de inibição do crescimento micelial no 7º dia (17,53%) já que não houve diferença estatística no tamanho da colônia. No entanto, no 14º dia de incubação foi verificada diferença significativa no crescimento da colônia fazendo com que a porcentagem de inibição do crescimento micelial aumentasse para 62,32%. Angonese et al. (2009), verificaram que vários isolados de *Bacillus* spp. são capazes de inibir o crescimento micelial de *Colletotrichum* spp. e outros fitopatógenos, o que corrobora com os resultados do presente trabalho.

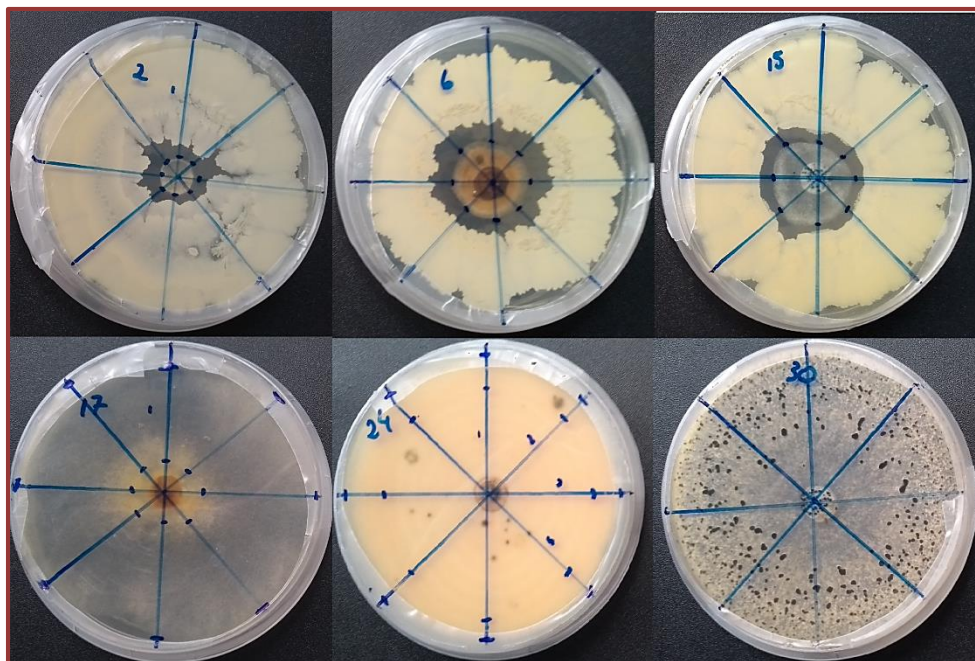
Figura 3 – Inibição do crescimento micelial de *B. cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum* por *Bacillus* sp. da esquerda para a direita respectivamente, pela técnica de cultura pareada após 14 dias de incubação.



Fonte: Garcia (2019).

Na técnica de círculo (Figura 4) foi observado que os fungos *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum* tiveram paralisação do crescimento micelial entre o 7º e 14º dia após a incubação, pois comparando o tamanho da colônia dos dois dias de avaliação pode-se notar que os valores do 14º dia são ligeiramente menores que os valores do 7º dia. O fungo *B. cinerea* não teve o crescimento paralisado, porém do 7º ao 14º dia a mudança de tamanho da colônia não foi significativo.

Figura 4 – Inibição do crescimento micelial de *B. cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum* por *Bacillus* sp. da esquerda para a direita respectivamente, pela técnica de círculo após 14 dias de incubação.



Fonte: Garcia (2019).

Tanto na técnica de cultura pareada quanto na de círculo, observou-se que, entre a colônia do *Bacillus* sp. e as colônias dos fitopatógenos, surgiu uma zona clara e transparente que, aparentemente foi responsável pela inibição dos fungos. Essa característica também foi observada por outros autores. Rahman et al. (2016) observaram que isolados de *Bacillus* spp. produziram “zonas de inibição” e foram capazes de inibir o crescimento micelial de *S. sclerotiorum*. A formação de uma “zona de inibição” também foi observada por Angonese et al. (2009), a qual pode ter sido formada pela liberação de metabólitos pelo *Bacillus* spp. e pode ter sido responsável pela inibição do crescimento dos fungos alvos em seu trabalho, dentre eles *Botrytis* spp. e *Colletotrichum* spp.

A produção de compostos antifúngicos é um dos mecanismos apresentados por *Bacillus* spp. na inibição de fitopatógenos. Dados apresentados por Massawe et al. (2018), revelaram que compostos voláteis produzidos por *Bacillus* spp. possuem atividade de biocontrole contra *S. sclerotiorum*, causando crescimento anormal das hifas e falha na germinação de escleródios.

Os dados que demonstram o potencial do isolado de *Bacillus* sp. em inibir o crescimento micelial dos fitopatógenos, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Tamanho da colônia (TC) e porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) de *B. cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum* em diferentes técnicas de avaliação com *Bacillus* sp.

Tratamentos	7 dias de incubação		14 dias de incubação	
	TC (mm)	PIC (%)	TC (mm)	PIC (%)
Técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista				
<i>Bacillus</i> sp. x <i>B. cinereal</i>	9,46 a*	50,86	9,46 a	87,84
<i>Bacillus</i> sp. x <i>Colletotrichum</i> sp.	9,31 a	81,94	9,31 a	88,00
<i>Bacillus</i> sp. x <i>S. sclerotiorum</i>	9,42 a	88,94	9,42 a	88,94
<i>Botrytis cinerea</i>	19,25 b		77,79 b	
<i>Colletotrichum</i> sp.	51,54 c		77,57 b	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	85,20 d		85,20 d	
CV (%)	8,31		9,22	
Técnica de cultura pareada				
<i>Bacillus</i> sp. x <i>B. cinereal</i>	25,77 a	62,13	26,77 b	61,73
<i>Bacillus</i> sp. x <i>Colletotrichum</i> sp.	20,98 a	17,53	21,06 a	62,32
<i>Bacillus</i> sp. x <i>S. sclerotiorum</i>	28,85 a	57,79	28,85 b	58,97
<i>Botrytis cinerea</i>	68,05 b		69,95 d	
<i>Colletotrichum</i> sp.	25,44 a		55,89 c	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	68,35 b		70,31 d	
CV (%)	12,35		10,42	
Técnica de círculo				
<i>Bacillus</i> sp. x <i>B. cinereal</i>	12,59 a	34,08	12,79 a	82,31
<i>Bacillus</i> sp. x <i>Colletotrichum</i> sp.	22,07 b	63,13	21,50 b	72,81
<i>Bacillus</i> sp. x <i>S. sclerotiorum</i>	23,68 b	72,21	23,09 b	72,90
<i>Botrytis cinerea</i>	19,10 b		72,31 c	
<i>Colletotrichum</i> sp.	59,86 c		79,07 d	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	85,20 d		85,20 d	
CV (%)	11,18		9,68	

*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

5. CONCLUSÕES

O isolado de *Bacillus* sp. mostra-se eficaz na inibição do crescimento micelial dos fungos *B. cinerea*, *Colletotrichum* sp. e *S. sclerotiorum*, por todas as técnicas testadas.

A técnica de cultura fúngica sobre cultura antagonista, inibe totalmente o crescimento micelial dos fitopatógenos testados.

REFERÊNCIAS

- [1] ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Isolamento de fungos fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. (Ed.). Métodos em Fitopatologia. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2016. cap. 2, p. 55 – 92.
- [2] ANGONESE, M. T. et al. Efeito fungistático de *Bacillus* spp. sobre fungos fitopatogênicos. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, n. 2, p. 97-100, nov. 2009. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/3887/0>>. Acesso em: 17 mar. 2020.
- [3] BRAGA JUNIOR, G. M.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O.; SANTOS, G. R. Controle biológico de fitopatógenos por *Bacillus subtilis* in vitro. Biota Amazônia, Macapá, v. 7, n. 3, p. 45-51, out. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/2273>>. Acesso em: 05 jan. 2020.
- [4] FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039 – 1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001>. Acesso em: 07 jan. 2020.
- [5] FIGUEIREDO, J. E. F. et al. Atividade antagonista in vitro de *Bacillus subtilis* contra fungos fitopatogênicos do milho e sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. Resumos... Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/865392/1/0053.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- [6] LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/viewFile/145/96>>. Acesso em: 6 jan. 2020.
- [7] MASSAWE, V. C. et al. Volatile Compounds of Endophytic *Bacillus* spp have Biocontrol Activity Against *Sclerotinia sclerotiorum*. Phytopathology, v. 108, n. 12, p. 1373-1385, 2018. Disponível em: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-04-18-0118-R>>. Acesso em: 13 jan. 2020.
- [8] MENTEN, J. O. M. et al. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. “in vitro”. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 1, n. 2, p. 57-66, 1976.
- [9] MOREIRA, L. M. et al. Doenças do morangueiro. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, Á. F. (Orgs.). Como produzir morangos. 2. ed. Curitiba: Editora UFPR, 2018. p. 165-199.
- [10] PARISI, M. C. M.; COSTA, H.; BETTI, J. H.; TANAKA, M. A. S.; MAY-DE MIO, L. L. Doenças do morangueiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres, 2016. v. 2. p. 561-572.
- [11] PAULA JÚNIOR, T. J. et al. Comercialização de produtos biológicos para o controle de doenças de plantas e pragas no Brasil. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 30, n. 251, p. 116-123, jun./ago. 2009.
- [12] RABINOVITCH, L.; OLIVEIRA, E. J. de. Coletânea de procedimentos técnicos e metodologias empregadas para o estudo de *Bacillus* e gêneros esporulados aeróbios correlatos. Rio de Janeiro: Montenegro Comunicação, 2015. 160 p. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/ioc/media/Coletanea%20de%20Procedimentos%20Técnicos%20para%20Bacillus.PDF>>. Acesso em: 17 mar. 2020.
- [13] RHAMAN, M. M. E. et al. Suppressive effects of *Bacillus* spp. on mycelia, apothecia and sclerotia formation of *Sclerotinia sclerotiorum* and potential as biological control of white mold on mustard. Australasian Plant Pathol., v. 45, n. 1, p. 103 - 117, jan. 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13313-016-0397-4>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- [14] SILVA, M. S. B. S. et al. Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. Revista Ceres, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 511-517, jul./ago. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2014000400009&script=sci_arttext>. Acesso em: 16 mar. 2020.

Capítulo 18

Co-digestão de vinhaça com torta de filtro para a otimização da produção de metano

Maria Paula Cardeal Volpi

Agatha Santos

Brenno Vinicius Medeiros Lima

Bruna de Souza Moraes

Resumo: No cenário mundial a busca por fontes alternativas de energia vem sendo recorrente, fazendo com o que biogás se destaque. Sua produção ocorre através da digestão anaeróbia (DA), que permite a recuperação energética da fonte orgânica através do uso do metano (CH₄), além da possível geração de subprodutos com valor para a agroindústria. Além disso a co-digestão tem se mostrado uma alternativa para o uso de resíduos que possuem uma baixa biodegradabilidade e também para melhorar o rendimento de CH₄. Em um contexto de elevada expectativa, substratos provenientes da atividade sucroalcooleira são considerados potenciais facilitadores para a DA. A vinhaça e a torta de filtro já são usadas como substratos para a produção de metano, porém ainda apresentam algumas lacunas a respeito das limitações tecnológicas dentro da DA, como a disponibilidade da fração biodegradável. Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a co-digestão da vinhaça com a torta de filtro para obtenção de CH₄. Os resultados mostraram que a co-digestão dos dois resíduos teve maior produção de metano se comparada com a digestão isolada de cada um deles, alcançando 615,96 N mL CH₄/ gSV e corroborando para que a co-digestão, além de otimizar o processo, permita um gerenciamento de maior número de resíduos

Palavras-chave: Co-digestão, Metano, Resíduos, Vinhaça, Torta de Filtro

**Apresentado no XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2020 – 23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

1. INTRODUÇÃO

A digestão anaeróbia (DA) é um processo atrativo para o gerenciamento de resíduos líquidos e sólidos que permite a recuperação energética através do biogás, que é rico em metano (CH₄), e geração de bioprodutos com valor agregado para agricultura, sendo desenvolvido sob um ecossistema fielmente equilibrado de microrganismos.

É evidente a busca por substratos residuais disponíveis que estejam alinhados com a diversificação de geração de produtos. Aliado a isto, é de destaque a intensidade das expectativas quanto ao uso de diversas biomassas e a produção de biogás para fins energéticos. Apesar de todo crescimento científico nesta área, faz-se necessário aprofundar o conhecimento com base em questões e variações inovadoras, que investiguem, de forma abrangente, as interações entre as limitações tecnológicas predominantes no bioprocessamento para geração de CH₄. Por exemplo, a disponibilização da fração biodegradável presente nos substratos provenientes da indústria sucroenergética (relacionada à biodigestão anaeróbia com consequente produção de CH₄) ainda representa um gargalo para este campo científico (JANKE et al., 2015).

Neste contexto, o processo de co-digestão vem ganhando destaque exibindo melhor eficiência no processo de DA por oferecer benefícios complementares como melhor rendimento de produção, disponibilidade de nutrientes, menor volume de alimentação, variabilidade de substrato, diluição de toxicidade, sinergismo e microrganismos robustos (MEHARIYA et al., 2018).

Dentre os resíduos que são utilizados na DA, é de destaque os subprodutos da indústria sucroalcooleira como vinhaça, torta de filtro e bagaço, que já mostram seu potencial para a produção de metano (MORAES et al., 2015; JANKE et al., 2015).

Diante do cenário abordado, o objetivo deste trabalho foi realizar a DA da vinhaça e da torta de filtro separadamente e também a co-digestão de dos resíduos para comparar a produção de CH₄

2. MATERIAL E MÉTODOS

Substratos e Resíduos-Os substratos vinhaça e torta de filtro (da produção de etanol 1G) foram obtidos da Usina Iracema (do grupo São Martinho), assim como o inóculo anaeróbio proveniente de um reator mesofílico (BIOPA@CICX - Paques) para tratamento de vinhaça da mesma usina.

Ensaio de Potencial Bioquímico de Metano (PBM)-Para avaliar a produção do metano foram realizados ensaios de PBM segundo a metodologia VDI 4630 (2006), em frascos Duran em triplicata. Em um frasco foi adicionado a torta de filtro com o inóculo, em outro frasco a vinhaça e o inóculo, e em outro frasco os dois resíduos juntos com o inóculo. Ensaios apenas com inóculo foram utilizados como controle negativo. Todos os frascos foram incubados a 55°C e analisado o volume de biogás com o uso da seringa Hamilton e a concentração de metano através de cromatografia gasosa. O ensaio durou um total de 120 dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores de PBM da vinhaça, da torta de filtro e dos dois resíduos juntos.

Tabela 1. Potencial Bioquímico de Metano (PBM) da vinhaça, torta de filtro e co-digestão

Resíduos	PBM (NmL CH ₄ / g SV)
Vinhaça	506,23
Torta de Filtro	260,17
Torta de Filtro + Vinhaça	615,96

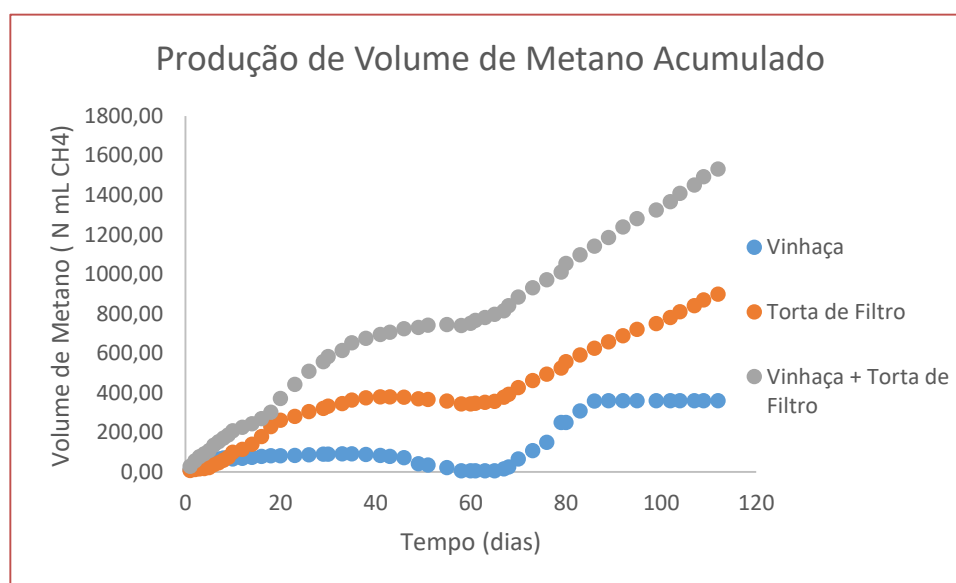
De acordo com os resultados obtidos, fica evidente que o processo de co-digestão potencializa a produção de metano para ambos os resíduos. A vinhaça sozinha atingiu 506,23 N mL CH₄/ g SV e a torta de filtro apenas 260,17 N mL CH₄/ g SV. A co-digestão aumentou em até 17% a produção de metano quando comparada à digestão isolada da vinhaça e 57% quando comparada com a digestão isolada da torta de filtro. A digestão de mais de um substrato no mesmo reator pode estabilizar positivamente o sinergismo e

adicionar macro e micronutrientes que podem suportar o crescimento microbiano (MATA-ALVAREZ; MACÉ; LLABRÉS, 2000), além disso permite o gerenciamento de um maior número de resíduos, inclusive aqueles que ainda não têm um destino final adequado.

A Figura 1 mostra a produção de volume de metano que foi acumulado ao longo do tempo, ficando claro que a co-digestão dos resíduos foi a melhor condição. É possível observar que a vinhaça acaba estabilizando a produção de metano em um tempo muito menor do que a torta e a co-digestão e alcança uma produção de volume acumulado próximo a 400 N mL CH₄, enquanto que a co-digestão chega a mais de 1400 N mL CH₄. Este fato pode ser devido a maior biodegradabilidade da vinhaça, que pode estar relacionada ao menor teor de sólidos totais.

E vale ressaltar que os ensaios realizados em batelada não tiveram agitação, o que pode ter feito os sólidos da torta de filtro sedimentarem. Considerando a possibilidade de uma futura agitação, como por exemplo em um reator, a produção de CH₄ da co-digestão pode ser ainda maior.

Figura 1. Volume acumulado de metano de Vinhaça, Torta de Filtro e Co-digestão



4 CONCLUSÕES

A co-digestão da vinhaça e da torta-filtro foi eficaz para a produção de CH₄, sendo considerada um processo de otimização da DA, além de ser uma boa alternativa para o uso de resíduos que possuem baixa biodegradabilidade e/ou baixo PBM.

REFERÊNCIAS

- [1] JANKE, L.; LEITE, A.; NIKOLAUSZ, M.; SCHMIDT, T.; LIEBETRAU, J.; NELLES, M.; STINNER, W. Biogas Production from Sugarcane Waste: Assessment on Kinetic Challenges for Process Designing. *International Journal Of Molecular Sciences*, v. 16, n. 9, p.20685-20703, 31 ago. 2015
- [2] MATA-ALVAREZ, J; MACÉ, S; LLABRÉS, P. Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives. *Bioresource Technology*, v. 74, n. 1, p.3-16, ago. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0960-8524\(00\)00023-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0960-8524(00)00023-7)
- [3] MEHARIYA, S.; PATEL, A. K.; OBULISAMY, P. K.; PUNNIYAKOTT, E.; WONG, J. W.C. Co-digestion of food waste and sewage sludge for methane production: Current status and perspective. *Bioresource Technology*, v. 265, p.519-531, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2018.04.030>.
- [4] MORAES, B. S.; PETERSEN, S. O.; ZAIAT, M.; SOMMER, S. G.; TRIOLO, J. M. Reduction in greenhouse gas emissions from vinasse through anaerobic digestion. *Applied Energy*, v. 189, p.21-30, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.009>.

Capítulo 19

Evolução da área de agricultura irrigada no Brasil nas últimas décadas

Sérgio Luiz Aguilar Levien

Vladimir Batista Figueirêdo

Luiz Eduardo Vieira de Arruda

Resumo: O Brasil é considerado como principal detentor do potencial hídrico do mundo, pois possui uma das maiores redes hidrográficas do planeta e também grandes volumes hídricos abaixo da superfície que formam os aquíferos. Buscando obter informações importantes para o planejamento do crescimento sustentável da agricultura irrigada e o uso eficiente dos recursos hídricos do Brasil, objetivou-se com este trabalho analisar os dados sobre irrigação na região com base nos Censos Agropecuários do IBGE de 1996, 2006 e 2017, bem como nos dados obtidos do Atlas Irrigação da ANA de 2017 e 2020. A área de agricultura irrigada no Brasil variou de 3121642 ha, em 1996, a 6694245 ha, em 2017, correspondendo a um acréscimo de 114,45% na área irrigada no país, nas últimas duas décadas. Baseado em uma projeção tendencial a área irrigada no Brasil deve atingir 10083451 ha, em 2030.

Palavras-Chave: agricultura brasileira, métodos de irrigação, área irrigada, desenvolvimento sustentável, recursos hídricos

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, oficialmente República Federativa do Brasil, é o maior país da América do Sul e da região da América Latina, sendo o quinto maior do mundo em área territorial (8515759,09 km², incluindo 55455 km² de água; equivalente a 47% do território sul americano), o terceiro maior da América, e o sexto do mundo em população (estimada em 211755692 habitantes, em 2020). A sua Constituição atual define o Brasil como uma república federativa presidencialista, formada pela união dos 26 Estados, do Distrito Federal e dos 5570 municípios.

O país ocupa uma vasta área ao longo da costa leste da América do Sul e inclui grande parte do interior do continente. Delimitado pelo Oceano Atlântico a leste, o país faz fronteira com todos os outros países sul-americanos, exceto Chile e Equador, sendo limitado a norte por Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa, a noroeste por Colômbia, a oeste por Bolívia e Peru, a sudoeste por Argentina e Paraguai, e a sul por Uruguai.

O seu tamanho, relevo, clima e recursos naturais fazem do Brasil um país geograficamente diverso. O Brasil também é o lar de uma diversidade de animais selvagens, ecossistemas e de vastos recursos naturais em uma grande variedade de habitats protegidos.

Situado na zona tropical, ocorre o predomínio de climas quentes em boa parte do território brasileiro, embora a pluviosidade varie desde regiões úmidas ao semiárido. No sul do Brasil, onde são registradas as menores temperaturas do país, o clima é subtropical. A abundância de chuvas em boa parte do território favorece a manutenção de uma das maiores redes hidrográficas do planeta, colocando o Brasil como principal detentor do potencial hídrico mundial. Grandes rios, como Amazonas, São Francisco, Araguaia e Paraná, são os principais de suas grandes bacias de drenagem. Contudo, eventualmente o país enfrenta problemas dos extremos climáticos, como secas e inundações.

Grandes volumes hídricos também se encontram abaixo da superfície, em meio às rochas que formam os aquíferos. Os grandes aquíferos do país são formados por rochas sedimentares, onde a água é armazenada por entre os grãos que as constituem. Destacam-se no território brasileiro o Aquífero Guarani, sob a bacia do rio Paraná, e o Aquífero Alter do Chão, na região amazônica.

O papel da irrigação no incremento da produção agrícola brasileira ainda é subestimado frente às potencialidades e aos resultados positivos que apresenta. Boa parte desse desconhecimento se deve à carência de dados e informações e à falta de disseminação desta atividade na sociedade brasileira. Ressalta-se ainda a imprescindibilidade da agricultura irrigada para a segurança alimentar da população brasileira. A necessária expansão da produção de grãos que pode ocorrer com maiores estímulos à irrigação e desmatamento zero. A produção de alimentos com maior valor agregado também é um vasto campo a ser explorado (ANA, 2017).

Existe no Brasil um potencial significativo para o fomento da agricultura irrigada sustentável, o que representaria um aumento da produção de alimentos no país. A irrigação pode beneficiar potencialmente qualquer cultura de interesse comercial. Mas, como ferramenta de gestão de políticas públicas e de investimentos privados, deve-se privilegiar aquelas com maior potencial de geração de benefícios ambientais, econômicos e sociais. (BORGHETTI et al., 2017).

A agricultura brasileira apresentou destaque nos últimos anos pelo crescimento da produtividade agrícola, por causa dos seguintes fatores: melhoria no desenvolvimento de capacidades dos produtores, modernização das unidades produtivas, implantação de sistemas de irrigação com métodos inteligentes e inovadores, uso de sementes melhoradas, adoção de variedades de cultivos de melhores rendimentos, racionalização do plantio, manejo sustentável dos sistemas de produção e capacitação de pessoas para colocar em prática continuados avanços que têm sido logrados pela pesquisa e inovações (CHRISTOFIDIS & GORETTI, 2019).

As informações anteriores sobre o Brasil, apresentadas de uma forma resumida, são obtidas em material da Internet dos portais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), da Agência Nacional de Águas (ANA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e da enciclopédia livre WIKIPÉDIA.

Entre as poucas fontes de dados, encontradas na literatura, sobre o panorama da irrigação no Brasil, pode-se citar o Censo Agropecuário de 1996, 2006 e 2017 (IBGE, 1998; IBGE, 2007; IBGE, 2012; IBGE, 2018; IBGE, 2019; IBGE, 2020; SIDRA, 2020), e o Atlas Irrigação (ANA, 2017; SNIRH, 2020). Podem também ser encontrados alguns trabalhos, publicados anteriormente a este, discutindo os dados do último Censo, mas utilizando dados preliminares.

Objetivou-se com este trabalho analisar os dados sobre irrigação no Brasil com base nos Censos Agropecuários do IBGE de 1996, 2006 e 2017, bem como nos dados obtidos do Atlas Irrigação da ANA de 2017 e 2020. Os dados, definitivos e atualizados, apresentados e discutidos têm a finalidade de obter informações importantes para o planejamento do crescimento sustentável da agricultura irrigada e o uso eficiente dos recursos hídricos do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados obtidos dos Censos Agropecuários (IBGE, 1998; IBGE, 2007; IBGE, 2012; IBGE, 2018; IBGE, 2019; IBGE, 2020; SIDRA, 2020) são resultados de pesquisa de campo realizada para saber se houve irrigação no estabelecimento agropecuário e, em caso positivo, qual a área total irrigada e a área irrigada pelos respectivos métodos de irrigação utilizados, no período de referência.

Já os dados obtidos do Atlas Irrigação (ANA, 2017; SNIRH, 2020) são resultados de apresentação de uma retrospectiva, um panorama atual e uma visão de futuro sobre a agricultura irrigada brasileira, com foco no levantamento de áreas irrigadas, no potencial de expansão e no uso da água associado. Essa base técnica visa subsidiar as tomadas de decisão com vistas à segurança hídrica e à garantia dos usos múltiplos da água.

A agricultura irrigada é o maior uso da água no Brasil e no mundo. A prática visa o fornecimento de água, de forma artificial, para suprir o que não é fornecido pelas fontes naturais, visando o pleno desenvolvimento das culturas (ANA, 2017; ANA, 2019; SNIRH, 2020).

Considera-se irrigação a prática de aplicar água, que não a da chuva, diretamente à superfície do solo cultivado com pastos ou culturas, em quantidades e intervalos determinados, com a finalidade de fornecer água às plantas em condições apropriadas ao seu crescimento e produção (IBGE, 2020).

A intensificação da atividade de agricultura irrigada no nosso país ocorreu a partir das décadas de 1970 e 1980 e deve-se a alguns fatores-chave, em especial: a expansão da agricultura para regiões com clima desfavorável; estímulos governamentais de desenvolvimento regional; e benefícios observados na prática com boa disponibilidade de financiamentos. A maior parte da área irrigada atual é privada (97%) e a atividade está dispersa por todo o território (ANA, 2017; ANA, 2019).

Inicialmente, realizou-se, no presente trabalho, um levantamento dos dados apresentados nos relatórios dos Censos Agropecuários de 1996, 2006 e 2017 (IBGE, 1998; IBGE, 2007; IBGE, 2012; IBGE, 2018; IBGE, 2019) sobre a irrigação no Brasil, comparando os mesmos entre si.

Avaliou-se, também, a irrigação nas cinco Grandes Regiões (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) e nas 27 Unidades da Federação, sendo 26 Estados (Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás) e o Distrito Federal, que compõem o país.

Os dados analisados em relação ao Brasil, às Grandes Regiões e às Unidades da Federação foram: área total irrigada e área irrigada por métodos de irrigação. Os critérios de classificação adotados pelo IBGE, usados nos três Censos Agropecuários analisados, são resultados das pesquisas realizadas em cada um deles de maneiras diferentes, e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de classificação do IBGE usados nos diferentes Censos Agropecuários

Censo	Critérios
1996	Pesquisaram-se os estabelecimentos que habitualmente utilizavam métodos de irrigação [inundação, infiltração, aspersão e outros; sem considerar como irrigação a simples rega manual com baldes, regadores, pequenas mangueiras domésticas etc...], e contabilizou-se somente a área total irrigada, mas não as áreas irrigadas pelos diferentes métodos.
2006	Pesquisou-se a área total irrigada nos estabelecimentos agropecuários e as áreas irrigadas pelos respectivos métodos de irrigação utilizados [inundação, sulcos, aspersão (pivô central), aspersão (outros métodos), localizado (gotejamento, microaspersão etc...), outros métodos de irrigação e/ou de molhação], e contabilizou-se tanto a área total irrigada como as áreas irrigadas pelos seis diferentes métodos.
2017	Pesquisou-se se houve irrigação no estabelecimento e, em caso positivo, qual a área total irrigada e as áreas irrigadas pelos respectivos métodos de irrigação utilizados [inundação, sulcos; outros (corrugação, faixa etc...), autopropelido/carretel enrolador, pivô central, aspersão convencional (portátil, semiportátil, fixo, semifixo, canhão hidráulico, malha), gotejamento superficial, microaspersão, xique-xique, potejamento etc..., gotejamento subsuperficial, e molhação], e contabilizou-se tanto a área total irrigada como as áreas irrigadas pelos onze diferentes métodos.

Fonte: IBGE (1998); IBGE (2007); IBGE (2012); IBGE (2018); IBGE (2019)

De acordo com a metodologia adotada na pesquisa do IBGE, se uma mesma área tivesse sido irrigada mais de uma vez no período de referência, pelo mesmo método de irrigação, registrou-se a área somente uma vez; e, se uma mesma área tivesse sido irrigada no período de referência, por métodos diferentes, registrou-se a área no método de irrigação que o produtor considerou como sendo o principal (IBGE, 2020).

Para analisar os dados apresentados nos Censos Agropecuários do IBGE, agrupou-se e tabularam-se os mesmos, considerando-se a área total irrigada e as áreas irrigadas usando os seguintes métodos de irrigação (Tabela 2): irrigação por superfície, irrigação por aspersão, irrigação localizada, e outros métodos de irrigação.

Tabela 2. Métodos de irrigação assumidos pelos autores na tabulação dos dados dos diferentes Censos Agropecuários

Método de irrigação	Métodos (sistemas) considerados pelo IBGE
Irrigação por superfície	inundação, sulcos e outros (corrugação, faixa etc...);
Irrigação por aspersão	autopropelido/carretel enrolador, pivô central, e aspersão convencional (portátil, semiportátil, fixo, semifixo, canhão hidráulico, malha);
Irrigação localizada	gotejamento superficial, microaspersão, gotejamento subsuperficial, e xique-xique, potejamento etc...;
Outros métodos de irrigação	molhação (regas manuais, por meio da utilização de mangueiras, baldes, regadores, latões etc...).

Fonte: IBGE (1998); IBGE (2007); IBGE (2012); IBGE (2018); IBGE (2019)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3, 4, e 5 são mostradas as informações obtidas dos três últimos Censos Agropecuários do IBGE onde são apresentadas as áreas totais com uso de irrigação e as áreas usadas com os diferentes métodos de irrigação, de acordo com as classificações assumidas pelo IBGE e transformadas para as classificações assumidas pelos autores deste trabalho, no Brasil, nas Grandes Regiões, e nas Unidades da Federação (Estados e Distrito Federal) que formam a União.

Tabela 3. Área com uso de irrigação: Censo 1996

Região	Total Geral ha
BR	3121642
N	83022
NE	751886
SE	929189
S	1096592
CO	260952
RO	1041
AC	728
AM	209
RR	5660
PA	4797
AP	9119
TO	61469
MA	16521
PI	18254
CE	108998
RN	45778
PB	63548
PE	118400
AL	156992
SE	13691
BA	209705
MG	322679
ES	92695
RJ	74761
SP	439054
PR	46890
SC	114025
RS	935677
MS	73228
MT	59226
GO	115908
DF	12591

Fonte: IBGE (1998)

Tabela 4. Área com uso de irrigação: Censo 2006

Região	Total Geral	Método de irrigação					
		Superfície		Aspersão		Localizada	Outros
		I	S	Sistema de irrigação			
				P	O	G	M
				ha			
BR	4545534	1166350	189721	892887	1593560	330774	372244
N	109582	34487	4091	9076	31385	5018	25525
NE	1007657	69633	109732	207757	420963	105455	94118
SE	1607681	27815	28417	413562	738557	193217	206114
S	1238812	1003115	15291	61488	110484	17654	30781
CO	581801	31299	32191	201004	292170	9430	15706
RO	14130	952	894	718	8872	844	1851
AC	1454	0	28	0	68	40	1314
AM	6204	978	40	0	471	473	4176
RR	13003	11454	148	0	294	27	959
PA	29517	3376	1918	2088	7917	2284	11935
AP	2404	146	16	0	375	55	1812
TO	42870	17578	1047	6084	13388	1296	3477

(continuação ...)

Tabela 4. Área com uso de irrigação: Censo 2006

Região	Total Geral	Superfície		Método de irrigação Aspersão		Localizada G	Outros M
		I	S	Sistema de irrigação			
				P ha	O		
MA	64059	4461	4600	8774	29238	1994	14992
PI	30948	7330	3302	1271	11445	2830	4769
CE	117381	21378	11813	5283	34622	18360	25925
RN	54716	3457	3257	7926	27231	9749	3095
PB	58683	3789	4614	9834	33525	3789	3132
PE	152917	6325	21036	20887	73264	17828	13577
AL	195764	2058	3066	73041	110049	3866	3684
SE	20521	3775	1842	5510	5524	3024	847
BA	312668	17061	56202	75231	96064	44015	24097
MG	530042	11587	11664	169877	169545	66445	100924
ES	209840	3072	2254	23319	115571	51538	14087
RJ	81748	2823	5555	11339	43994	3532	14505
SP	786051	10333	8945	209027	409448	71702	76597
PR	105455	12100	2453	15542	57240	6322	11798
SC	136249	98532	10948	1020	19160	2430	4158
RS	997108	892483	1890	44926	34084	8902	14824
MS	120521	20593	17840	28488	50125	864	2611
MT	148848	963	1407	30909	106895	2463	6210
GO	297924	9717	12739	134000	130347	4614	6507
DF	14508	26	205	7608	4802	1489	378

*Métodos de irrigação: Superfície = irrigação por superfície; Aspersão = irrigação por aspersão; Localizada = irrigação localizada ou microirrigação; Outros = outros métodos de irrigação

**Sistemas de irrigação: I = irrigação por inundação; S = irrigação por sulcos; P = irrigação por Pivô Central; O = irrigação por outros métodos de aspersão; G = irrigação por gotejamento, microaspersão etc...; M = outros métodos de irrigação e/ou de molhação

Fonte: IBGE (2007); IBGE (2012)

Tabela 5. Área com uso de irrigação: Censo 2017

Região	Total Geral	Superfície		Método de irrigação Aspersão				Localizada		Outros		
		I	S	O	Sistema de irrigação		M	Gss	R	M		
					A	P					C	Gs
BR	6694245	1398506	89599	79494	745532	1420521	1077876	1017358	557542	45659	25899	236258
N	372893	87465	19245	60680	19828	21077	26129	34934	53459	7085	4243	38747
NE	1255729	23812	38178	5055	82797	232660	285489	242945	200248	7543	5646	131356
SE	2661535	13789	20194	6209	332278	616386	651105	655247	286565	18911	11950	48901
S	1676183	1242302	10771	6201	95407	196899	68642	30326	8981	6597	845	9213
CO	727905	31139	1211	1350	215223	353498	46511	53905	8289	5523	3216	8041
RO	38748	596	22	3603	2932	2636	7326	7954	9182	646	2119	1731
AC	1826	0	0	0	0	0	131	295	311	0	0	1018
AM	7860	113	10	19	24	90	642	1438	368	244	101	4810
RR	14986	6043	1536	66	137	1395	940	1917	722	357	114	1757
PA	103343	459	118	1008	1337	2467	10458	16192	40551	4302	1727	24723
AP	59034	0	0	55483	42	2	847	105	116	239	54	2135
TO	147096	80249	17554	500	15309	14486	5786	7033	2208	1295	104	2573
MA	64466	2297	264	444	8582	18127	11226	14172	2319	16	389	6628

(continuação ...)

Tabela 5. Área com uso de irrigação: Censo 2017

Região	Total Geral	Método de irrigação										
		Superfície				Aspersão			Localizada			Outros
		I	S	O	A	Sistema de irrigação			M	Gss	R	M
						P	C	Gs				
ha												
PI	33368	3927	1078	236	723	4273	10788	5345	4352	102	168	2377
CE	222900	6620	1592	335	358	4681	36505	36612	46192	1112	1246	87648
RN	61189	1105	830	94	4003	3954	16817	23753	8812	209	164	1448
PB	97514	529	338	136	10186	10684	57893	7183	7512	303	706	2044
PE	190299	2303	9534	823	7659	12913	64955	33625	44737	2225	577	10950
AL	151165	2554	1875	976	39520	39022	54646	7908	3390	182	210	882
SE	29104	3677	39	30	3141	642	11847	2661	6527	39	74	427
BA	405724	800	22629	1980	8625	138365	20812	111686	76408	3356	2113	18951
MG	1119842	5069	5753	2274	122633	417430	230099	225308	77004	4557	2665	27050
ES	364465	420	36	154	4029	7309	40795	116228	186355	390	7531	1219
RJ	49606	1939	541	521	1298	991	27060	4369	2319	1114	417	9036
SP	1127622	6362	13864	3260	204318	190656	353151	309342	20888	12850	1336	11595
PR	155798	12924	358	994	82499	18120	21614	10707	4509	1022	434	2618
SC	167243	125181	788	413	4505	720	22974	7958	1464	517	101	2622
RS	1353142	1104196	9625	4793	8403	178059	24055	11662	3008	5058	309	3973
MS	54114	13447	204	243	1826	22344	6633	2507	733	1111	2401	2665
MT	155775	613	69	336	40427	94519	5390	6022	2314	3828	164	2094
GO	492390	17071	917	757	172680	223515	30785	37646	4753	549	618	3100
DF	25626	8	20	14	291	13120	3704	7731	488	36	32	182

*Métodos de irrigação: Superfície = irrigação por superfície; Aspersão = irrigação por aspersão; Localizada = irrigação localizada ou microirrigação; Outros = outros métodos de irrigação

**Sistemas de irrigação: I = irrigação por inundação; S = irrigação por sulcos; O = irrigação por corrugação, faixa etc...;

A = irrigação por autopropelido/carretel enrolador; P = irrigação por Pivô Central; C = irrigação por aspersão convencional (portátil, semiportátil, fixo, semifixo, canhão hidráulico, malha); Gs = irrigação por gotejamento superficial; M = irrigação por microaspersão; Gss = irrigação por gotejamento subsuperficial; R = irrigação por métodos rústicos de gotejamento (xique-xique, potejamento etc...); M = irrigação por molhação (regas manuais, por meio da utilização de mangueiras, baldes, regadores, latões etc...)

Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Na Tabela 6 é mostrado um resumo das informações obtidas dos três últimos Censos Agropecuários do IBGE onde são apresentadas as áreas totais irrigadas e as áreas irrigadas usando os métodos de irrigação, de acordo com as classificações assumidas pelos autores deste trabalho, no Brasil, nas Grandes Regiões, e nas Unidades da Federação (Estados e Distrito Federal) que formam a União.

Tabela 6. Áreas irrigadas totais e por métodos de irrigação utilizados no Brasil, nas Grandes Regiões, e nas Unidades da Federação (Estados e Distrito Federal): anos de 1996, 2006 e 2017

Região	Censo Ano										
	1996		2006				2017				
	Total	Total	Sup	Asp	Loc	Out	Método de irrigação				
							Total	Sup	Asp	Loc	Out
ha											
BR	3121642	4545534	1356071	2486447	330774	372244	6694245	1567599	3243929	1646458	236258
N	83022	109582	38578	40461	5018	25525	372893	167390	67034	99721	38747
NE	751886	1007657	179365	628720	105455	94118	1255729	67045	600946	456382	131356
SE	929189	1607681	56232	1152119	193217	206114	2661535	40192	1599769	972673	48901
S	1096592	1238812	1018406	171972	17654	30781	1676183	1259274	360948	46749	9213
CO	260952	581801	63490	493174	9430	15706	727905	33700	615232	70933	8041
RO	1041	14130	1846	9590	844	1851	38748	4221	12894	19901	1731

(continuação ...)

Tabela 6. Áreas irrigadas totais e por métodos de irrigação utilizados no Brasil, nas Grandes Regiões, e nas Unidades da Federação (Estados e Distrito Federal): anos de 1996, 2006 e 2017

Região	Censo Ano										
	1996		2006				2017				
	Total	Total	Sup	Asp	Método de irrigação		Total	Sup	Asp	Loc	Out
				Loc	Out	ha					
AC	728	1454	28	68	40	1314	1826	0	131	606	1018
AM	209	6204	1018	471	473	4176	7860	142	756	2151	4810
RR	5660	13003	11602	294	27	959	14986	7645	2472	3110	1757
PA	4797	29517	5294	10005	2284	11935	103343	1585	14262	62772	24723
AP	9119	2404	162	375	55	1812	59034	55483	891	514	2135
TO	61469	42870	18625	19472	1296	3477	147096	98303	35581	10640	2573
MA	16521	64059	9061	38012	1994	14992	64466	3005	37935	16896	6628
PI	18254	30948	10632	12716	2830	4769	33368	5241	15784	9967	2377
CE	108998	117381	33191	39905	18360	25925	222900	8547	41544	85162	87648
RN	45778	54716	6714	35157	9749	3095	61189	2029	24774	32938	1448
PB	63548	58683	8403	43359	3789	3132	97514	1003	78763	15704	2044
PE	118400	152917	27361	94151	17828	13577	190299	12660	85527	81164	10950
AL	156992	195764	5124	183090	3866	3684	151165	5405	133188	11690	882
SE	13691	20521	5617	11034	3024	847	29104	3746	15630	9301	427
BA	209705	312668	73263	171295	44015	24097	405724	25409	167802	193563	18951
MG	322679	530042	23251	339422	66445	100924	1119842	13096	770162	309534	27050
ES	92695	209840	5326	138890	51538	14087	364465	610	52133	310504	1219
RJ	74761	81748	8378	55333	3532	14505	49606	3001	29349	8219	9036
SP	439054	786051	19278	618475	71702	76597	1127622	23486	748125	344416	11595
PR	46890	105455	14553	72782	6322	11798	155798	14276	122233	16672	2618
SC	114025	136249	109480	20180	2430	4158	167243	126382	28199	10040	2622
RS	935677	997108	894373	79010	8902	14824	1353142	1118614	210517	20037	3973
MS	73228	120521	38433	78613	864	2611	54114	13894	30803	6752	2665
MT	59226	148848	2370	137804	2463	6210	155775	1018	140336	12328	2094
GO	115908	297924	22456	264347	4614	6507	492390	18745	426980	43566	3100
DF	12591	14508	231	12410	1489	378	25626	42	17115	8287	182

*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação

Fonte: IBGE (1998); IBGE (2007); IBGE (2012); IBGE (2018); IBGE (2019)

Em termos de área irrigada no Mundo o Brasil está entre os dez países com maior área.

Com base nos dados analisados dos três últimos Censos Agropecuários (Tabelas 6 e 7) a área irrigada no Brasil variou, entre 1996 e 2017, de 3121642 ha a 6694245 ha; sendo que houve um acréscimo de 114,45% na área irrigada no país, nas últimas duas décadas. Já nas Grandes Regiões, entre 1996 e 2017, a Região Norte variou de 83022 ha a 372893 ha; a Região Nordeste variou de 751886 ha a 1255729 ha; a Região Sudeste variou de 929189 ha a 2661535 ha; a Região Sul variou de 1096592 ha a 1676183 ha; e a Região Centro-Oeste variou de 260952 ha a 727905 ha; com acréscimos de 349,15%; 67,01%; 186,44%; 52,85% e 178,94% nas áreas irrigadas nas regiões, respectivamente, nas últimas duas décadas. E nas Unidades da Federação (Estados e Distrito Federal) que formam a União as maiores variações positivas ocorreram em três estados da Região Norte (Rondônia, Amazonas e Pará); sendo que Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul tiveram uma diminuição da área irrigada, e Alagoas manteve basicamente sem variação a sua área irrigada.

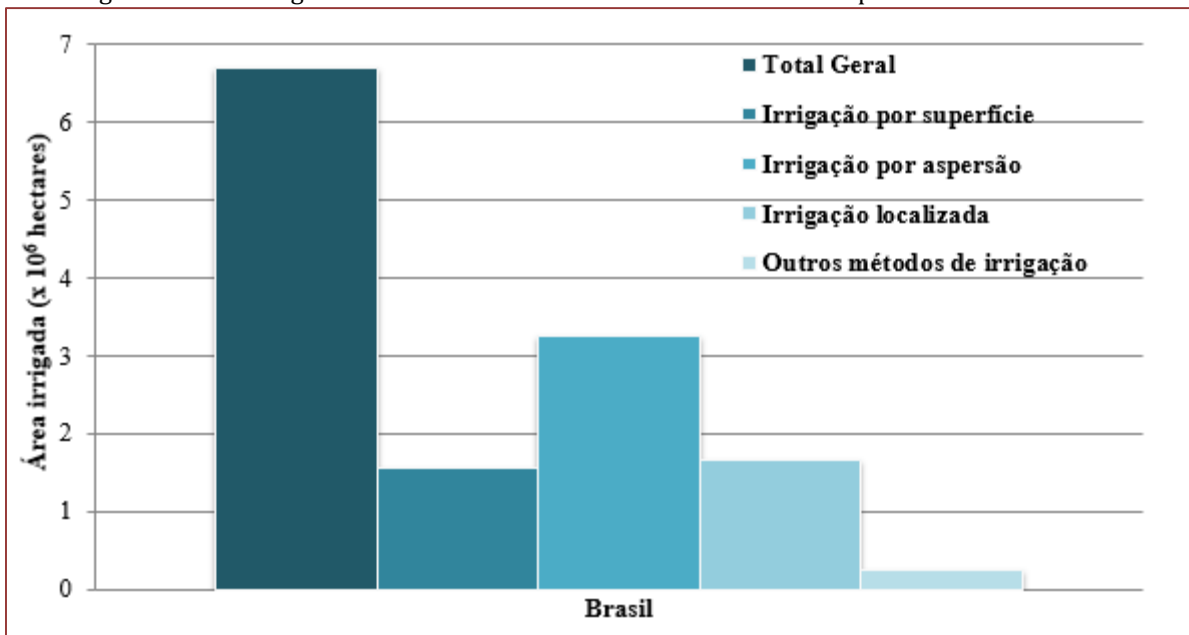
Tabela 7. Evolução das áreas dos estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação no Brasil, nas Grandes Regiões, e nas Unidades da Federação (Estados e Distrito Federal): anos de 1996, 2006 e 2017

Região	Área irrigada			Diferenças			Relações		
	1996 (a)	2006 (b) ha	2017 (c)	(b-a)	(c-b)	(c-a)	(b/a)	(c/b)	(c/a)
				ha			%		
BR	3121642	4545534	6694245	1423892	2148711	3572603	145,61	147,27	214,45
N	83022	109582	372893	26560	263311	289871	131,99	340,29	449,15
NE	751886	1007657	1255729	255771	248072	503843	134,02	124,62	167,01
SE	929189	1607681	2661535	678492	1053854	1732346	173,02	165,55	286,44
S	1096592	1238812	1676183	142220	437371	579591	112,97	135,31	152,85
CO	260952	581801	727905	320849	146104	466953	222,95	125,11	278,94
RO	1041	14130	38748	13089	24618	37707	1357,35	274,23	3722,19
AC	728	1454	1826	726	372	1098	199,73	125,58	250,82
AM	209	6204	7860	5995	1656	7651	2968,42	126,69	3760,77
RR	5660	13003	14986	7343	1983	9326	229,73	115,25	264,77
PA	4797	29517	103343	24720	73826	98546	615,32	350,11	2154,33
AP	9119	2404	59034	-6715	56630	49915	26,36	2455,66	647,37
TO	61469	42870	147096	-18599	104226	85627	69,74	343,12	239,30
MA	16521	64059	64466	47538	407	47945	387,74	100,64	390,21
PI	18254	30948	33368	12694	2420	15114	169,54	107,82	182,80
CE	108998	117381	222900	8383	105519	113902	107,69	189,89	204,50
RN	45778	54716	61189	8938	6473	15411	119,52	111,83	133,66
PB	63548	58683	97514	-4865	38831	33966	92,34	166,17	153,45
PE	118400	152917	190299	34517	37382	71899	129,15	124,45	160,73
AL	156992	195764	151165	38772	-44599	-5827	124,70	77,22	96,29
SE	13691	20521	29104	6830	8583	15413	149,89	141,83	212,58
BA	209705	312668	405724	102963	93056	196019	149,10	129,76	193,47
MG	322679	530042	1119842	207363	589800	797163	164,26	211,27	347,05
ES	92695	209840	364465	117145	154625	271770	226,38	173,69	393,19
RJ	74761	81748	49606	6987	-32142	-25155	109,35	60,68	66,35
SP	439054	786051	1127622	346997	341571	688568	179,03	143,45	256,83
PR	46890	105455	155798	58565	50343	108908	224,90	147,74	332,26
SC	114025	136249	167243	22224	30994	53218	119,49	122,75	146,67
RS	935677	997108	1353142	61431	356034	417465	106,57	135,71	144,62
MS	73228	120521	54114	47293	-66407	-19114	164,58	44,90	73,90
MT	59226	148848	155775	89622	6927	96549	251,32	104,65	263,02
GO	115908	297924	492390	182016	194466	376482	257,03	165,27	424,81
DF	12591	14508	25626	1917	11118	13035	115,23	176,63	203,53

Fonte: IBGE (1998); IBGE (2007); IBGE (2012); IBGE (2018); IBGE (2019)

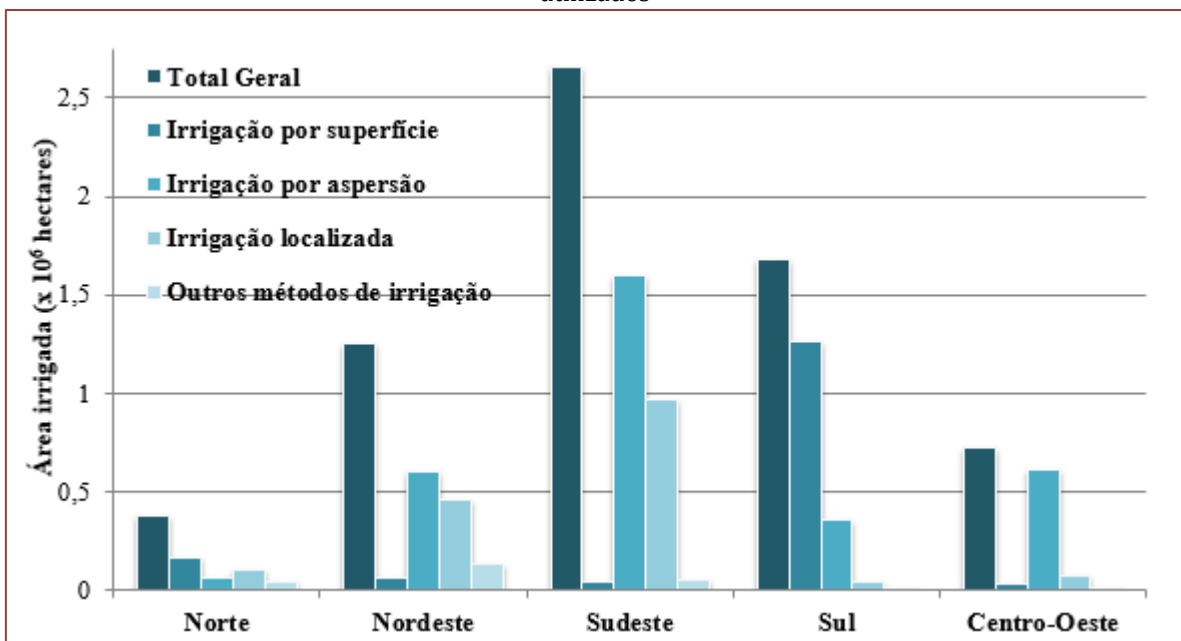
Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentadas a área total irrigada e as áreas irrigadas pelos diferentes métodos de irrigação utilizados no Brasil, nas Grandes Regiões do Brasil e nas Unidades da Federação que as formam, respectivamente, de acordo com os dados definitivos do último Censo mostrados nas Tabelas 6 e 7.

Figura 1. Áreas irrigadas no Brasil no ano de 2017: área total e áreas por métodos utilizados



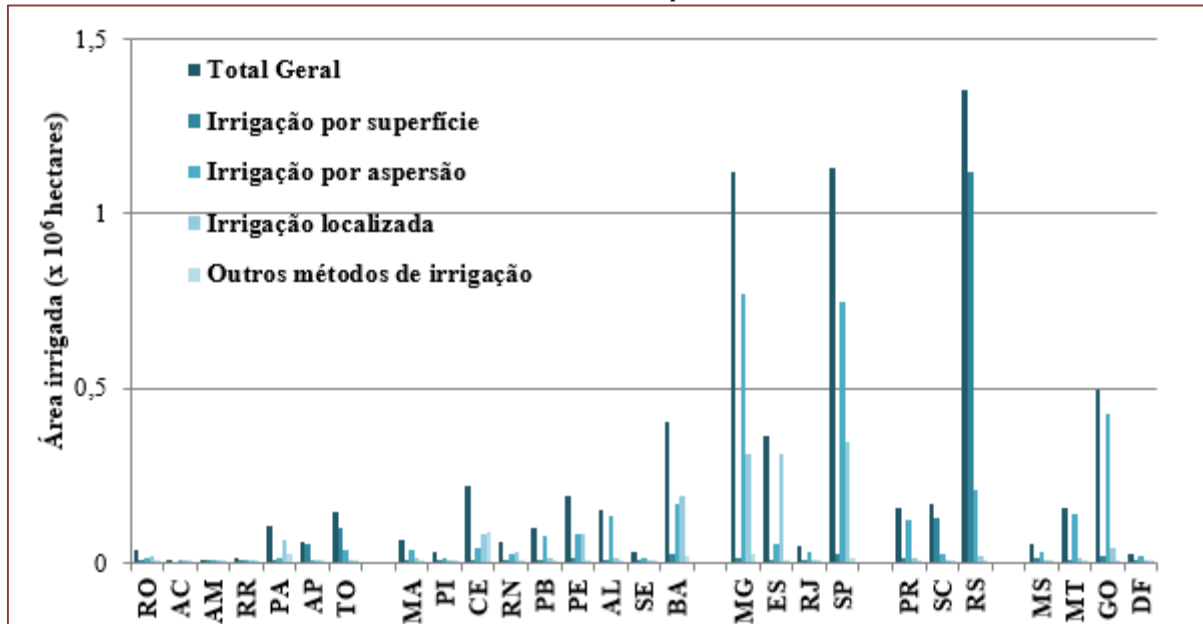
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 2. Áreas irrigadas nas Grandes Regiões do Brasil no ano de 2017: área total e áreas por métodos utilizados



Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

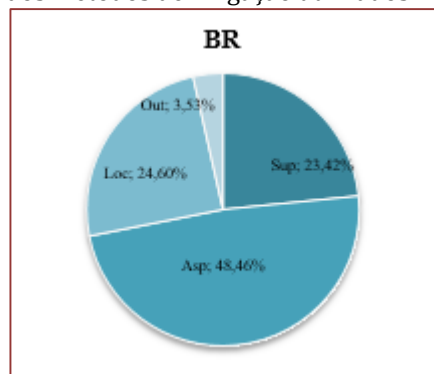
Figura 3. Áreas irrigadas nas Unidades da Federação (Estados e Distrito Federal) que compõem o Brasil no ano de 2017: área total e áreas por métodos utilizados



Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Nas Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 é mostrada a distribuição dos métodos de irrigação utilizados no Brasil, nas Grandes Regiões do Brasil e nas Unidades da Federação que as formam no ano de 2017, respectivamente.

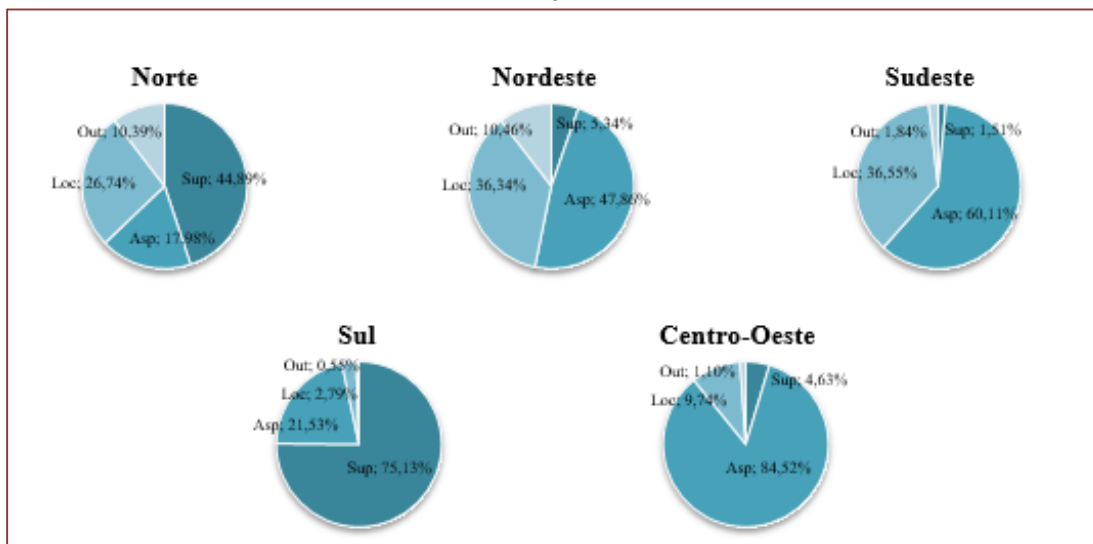
Figura 4. Distribuição dos métodos de irrigação utilizados no Brasil no ano de 2017



*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação

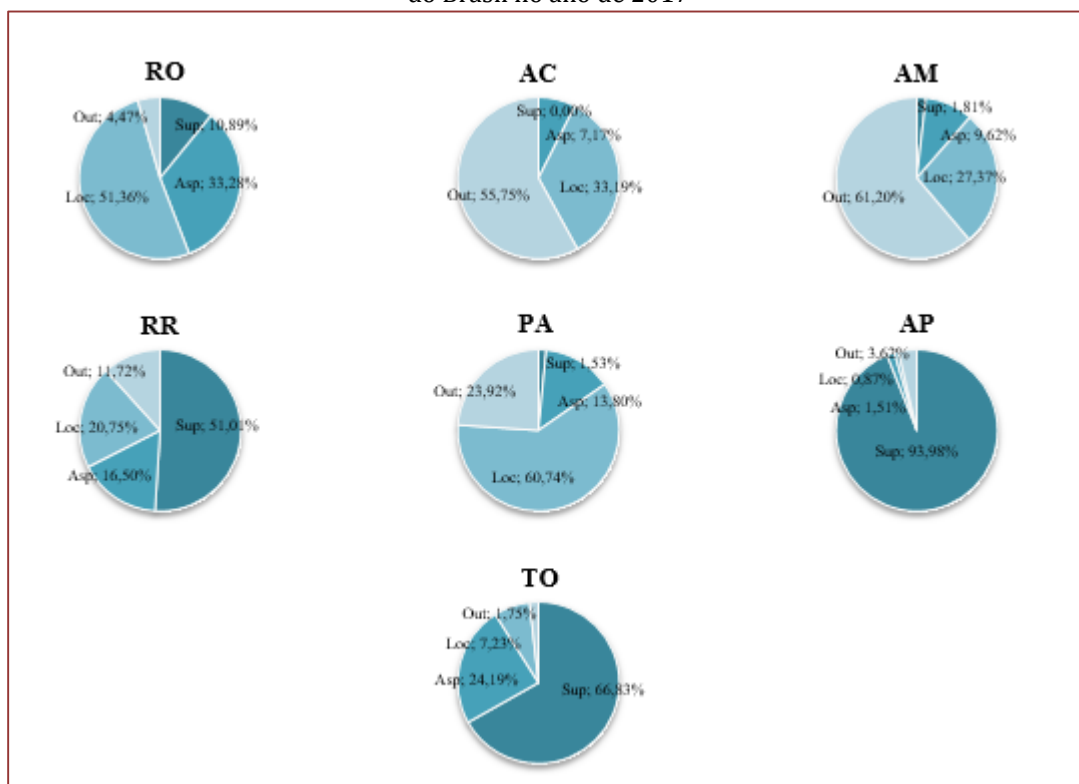
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 5. Distribuição dos métodos de irrigação utilizados em cada Grande Região do Brasil no ano de 2017



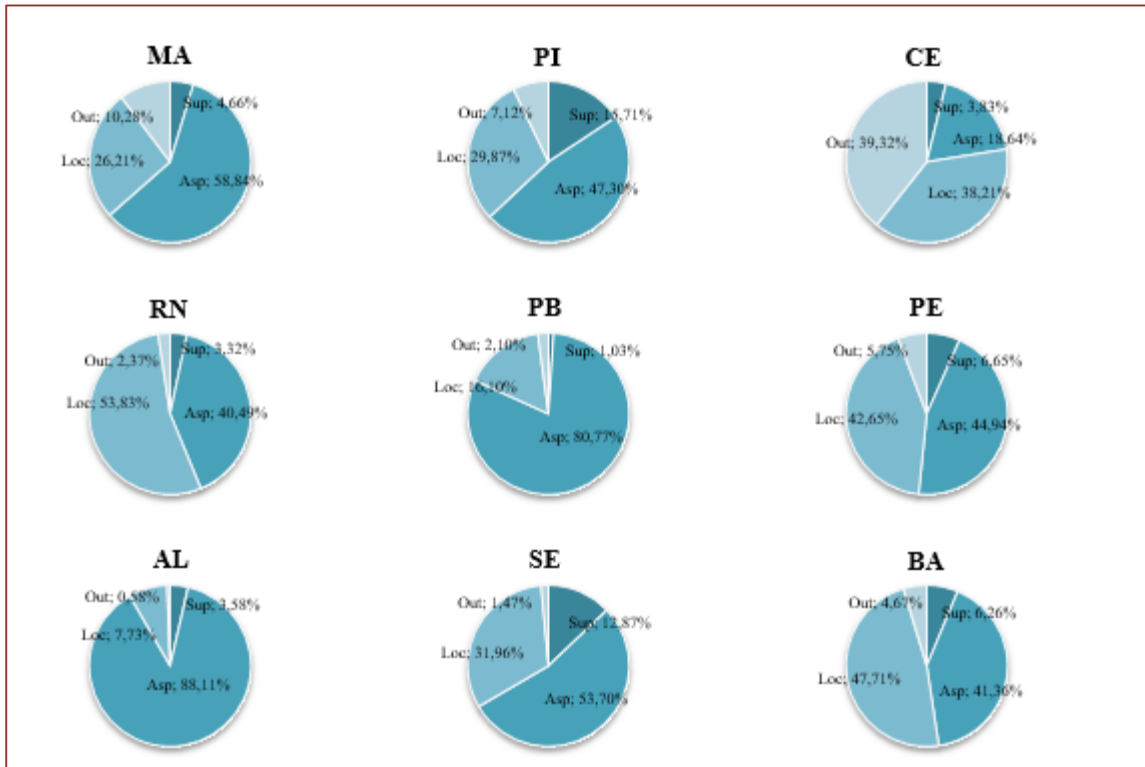
*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação
 Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 6. Distribuição dos métodos de irrigação utilizados em cada Unidade da Federação da Região Norte do Brasil no ano de 2017



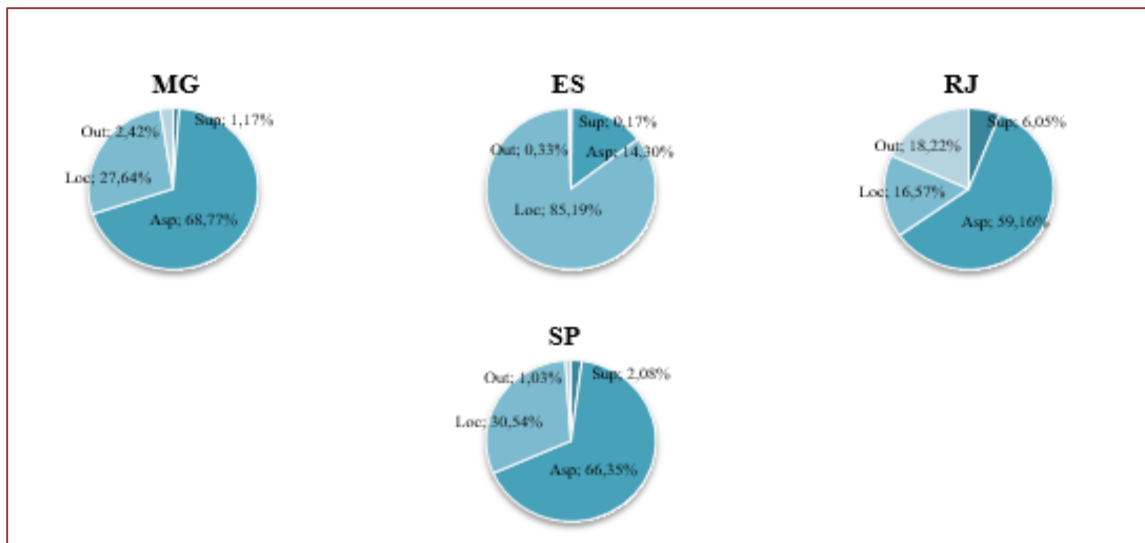
*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação
 Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 7. Distribuição dos métodos de irrigação utilizados em cada Unidade da Federação da Região Nordeste do Brasil no ano de 2017



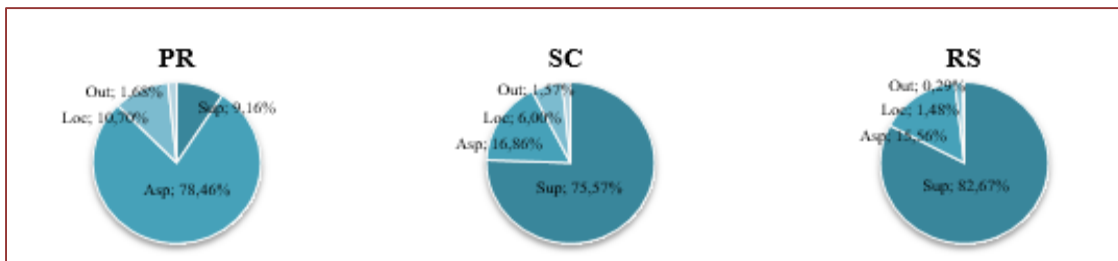
*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação
 Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 8. Distribuição dos métodos de irrigação utilizados em cada Unidade da Federação da Região Sudeste do Brasil no ano de 2017



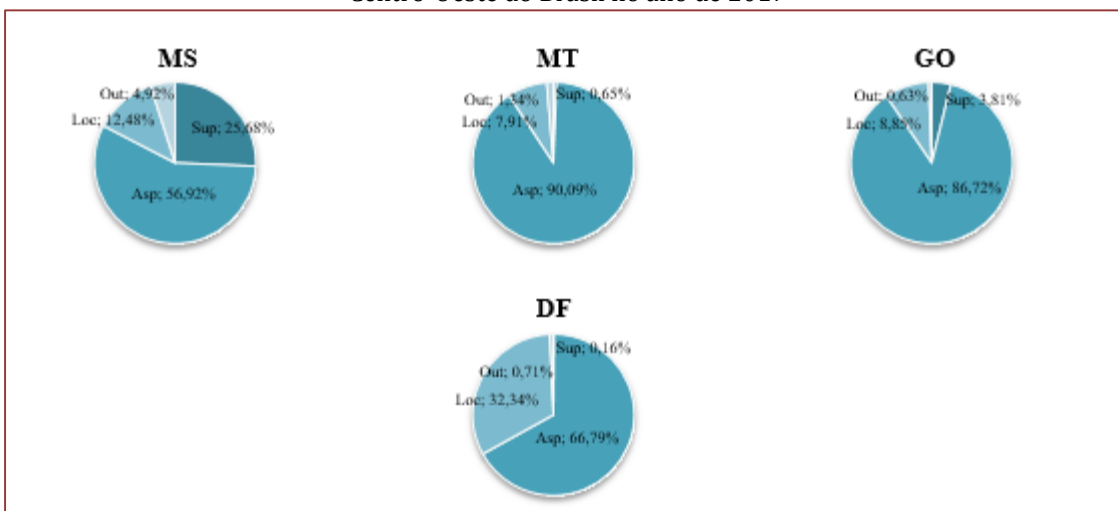
*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação
 Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 9. Distribuição dos métodos de irrigação utilizados em cada Unidade da Federação da Região Sul do Brasil no ano de 2017



*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação
 Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 10. Distribuição dos métodos de irrigação utilizados em cada Unidade da Federação da Região Centro-Oeste do Brasil no ano de 2017



*Métodos de irrigação: Sup = irrigação por superfície; Asp = irrigação por aspersão; Loc = irrigação localizada ou microirrigação; Out = outros métodos de irrigação
 Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Analisando as Figuras anteriores e os dados definitivos apresentados nos relatórios, observa-se que, no Brasil, a área total irrigada é de 6694245 ha, e as áreas irrigadas de acordo com os métodos de irrigação utilizados são de 1567599 ha com o método de irrigação por superfície, de 3243929 ha com o método de irrigação por aspersão, de 1646458 ha com o método de irrigação localizada, e de 236258 ha com outros métodos de irrigação; representando 23,42%; 48,46%; 24,60% e 3,53% da área total irrigada no Brasil, respectivamente (Figura 4).

Em relação às Grandes Regiões (Figura 5) observa-se que, na Região Norte, a área total irrigada é de 372893 ha, e as áreas irrigadas de acordo com os métodos de irrigação utilizados são de 167390 ha com o método de irrigação por superfície, de 67034 ha com o método de irrigação por aspersão, de 99721 ha com o método de irrigação localizada, e de 38747 ha com outros métodos de irrigação; representando 44,89%; 17,98%; 26,74% e 10,39%, respectivamente, da área total irrigada na Região Norte.

Na Região Nordeste, a área total irrigada é de 1255729 ha, e as áreas irrigadas de acordo com os métodos de irrigação utilizados são de 67045 ha com o método de irrigação por superfície, de 600946 ha com o método de irrigação por aspersão, de 456382 ha com o método de irrigação localizada, e de 131356 ha com outros métodos de irrigação; representando 5,34%; 47,86%; 36,34% e 10,46%, respectivamente, da área total irrigada na Região Nordeste.

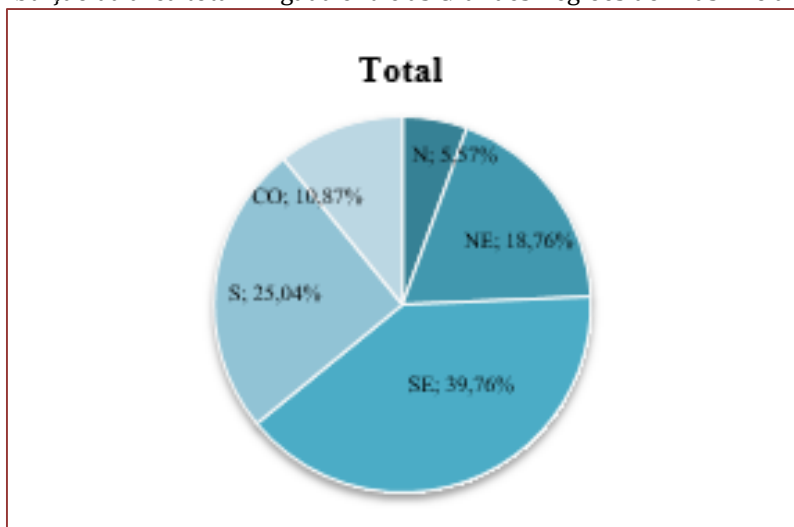
Na Região Sudeste, a área total irrigada é de 2661535 ha, e as áreas irrigadas de acordo com os métodos de irrigação utilizados são de 40192 ha com o método de irrigação por superfície, de 1599769 ha com o método de irrigação por aspersão, de 972673 ha com o método de irrigação localizada, e de 48901 ha com outros métodos de irrigação; representando 1,51%; 60,11%; 36,55% e 1,84%, respectivamente, da área total irrigada na Região Sudeste.

Na Região Sul, a área total irrigada é de 1676183 ha, e as áreas irrigadas de acordo com os métodos de irrigação utilizados são de 1259274 ha com o método de irrigação por superfície, de 360948 ha com o método de irrigação por aspersão, de 46749 ha com o método de irrigação localizada, e de 9213 ha com outros métodos de irrigação; representando 75,13%; 21,53%; 2,79% e 0,55%, respectivamente, da área total irrigada na Região Sul.

Na Região Centro-Oeste, a área total irrigada é de 727905 ha, e as áreas irrigadas de acordo com os métodos de irrigação utilizados são de 33700 ha com o método de irrigação por superfície, de 615232 ha com o método de irrigação por aspersão, de 70933 ha com o método de irrigação localizada, e de 8041 ha com outros métodos de irrigação; representando 4,63%; 84,52%; 9,74% e 1,10%, respectivamente, da área total irrigada na Região Centro-Oeste.

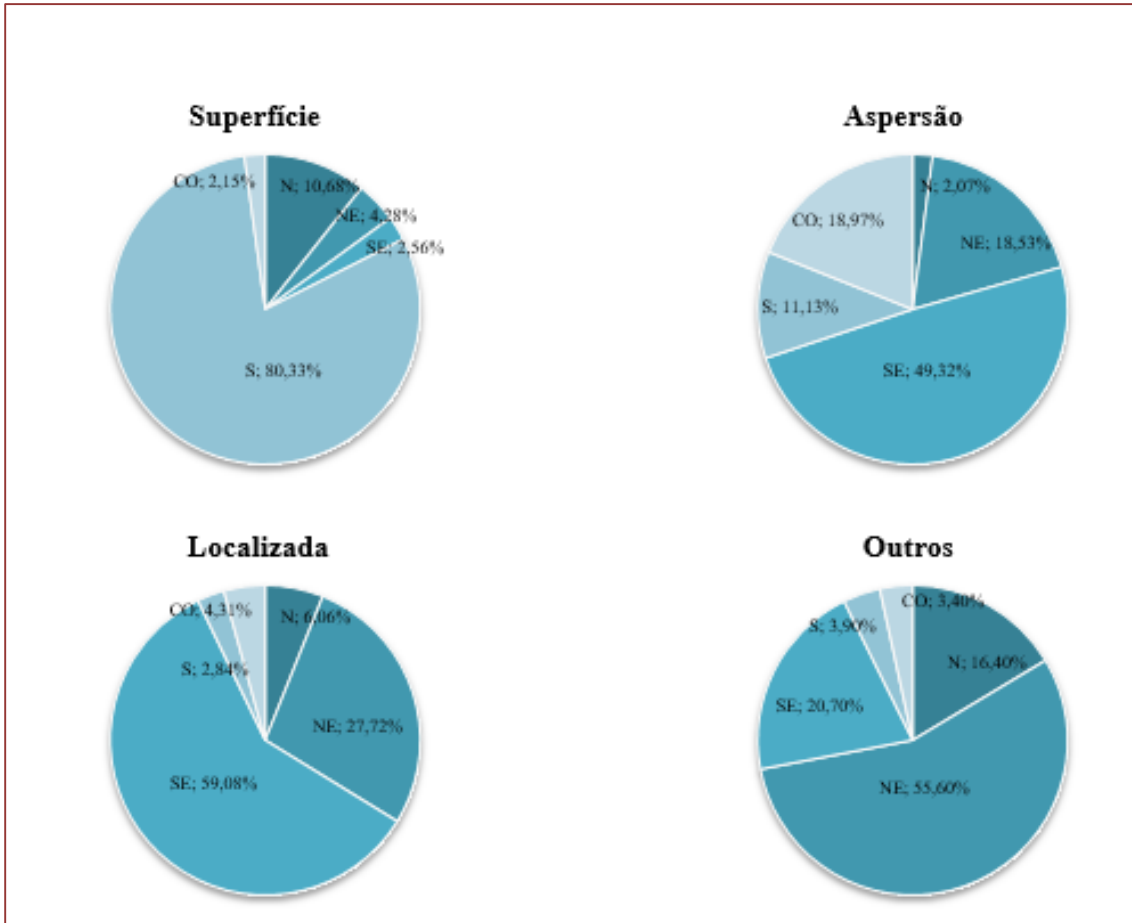
A distribuição da área total irrigada e das áreas irrigadas pelos diferentes métodos de irrigação utilizados em cada Grande Região do Brasil e em cada Unidade da Federação que as formam no ano de 2017, respectivamente, é mostrada nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

Figura 11. Distribuição da área total irrigada entre as Grandes Regiões do Brasil no ano de 2017



*Grande Região: N = Região Norte; NE = Região Nordeste; SE = Região Sudeste;
S = Região Sul; CO = Região Centro-Oeste
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 12. Distribuição das áreas irrigadas pelos métodos de irrigação entre as Grandes Regiões do Brasil no ano de 2017

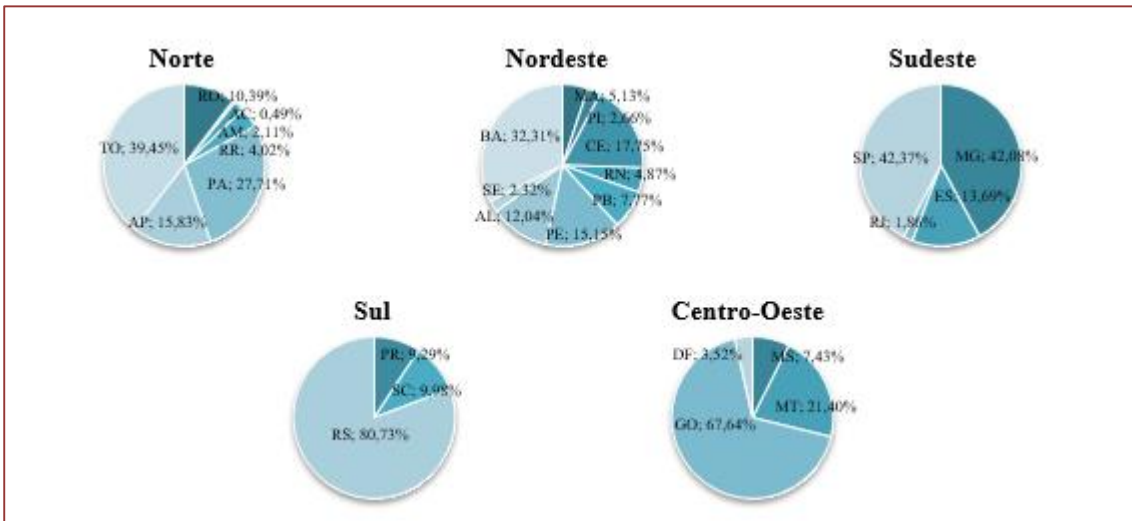


*Métodos de irrigação: Superfície = irrigação por superfície; Aspersão = irrigação por aspersão; Localizada = irrigação localizada ou microirrigação; Outros = outros métodos de irrigação

**Grande Região: N = Região Norte; NE = Região Nordeste; SE = Região Sudeste; S = Região Sul; CO = Região Centro-Oeste

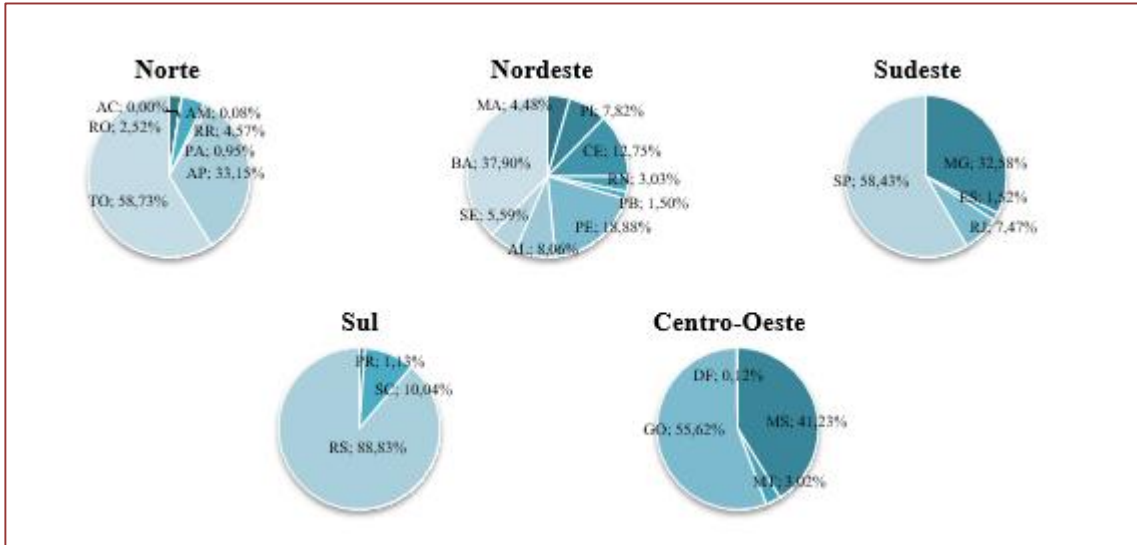
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figuras 13. Distribuição da área total irrigada entre as Unidades da Federação de cada Grande Região do Brasil no ano de 2017



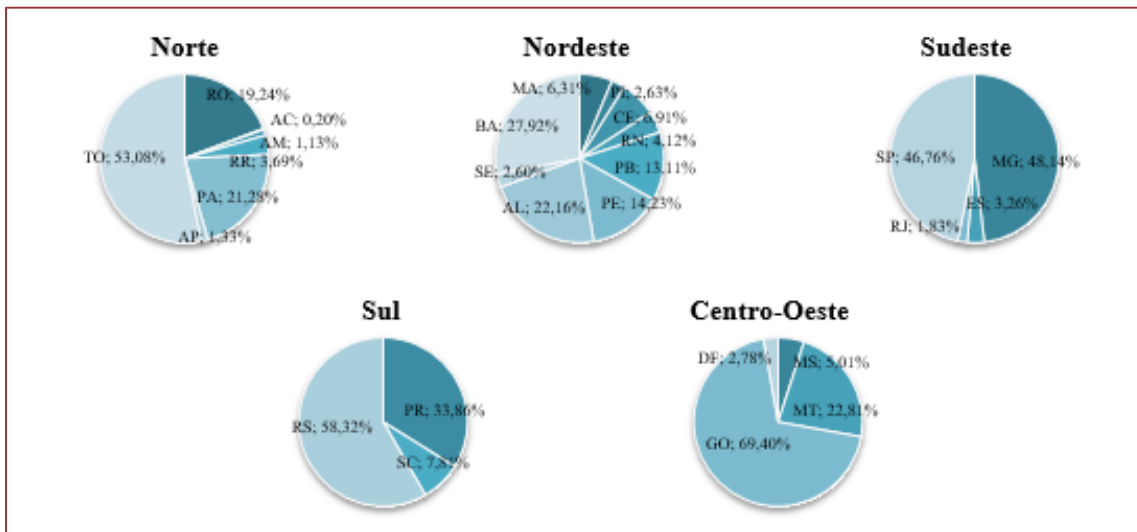
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figuras 14. Distribuição da área irrigada pelo método de irrigação por superfície entre as Unidades da Federação de cada Grande Região do Brasil no ano de 2017



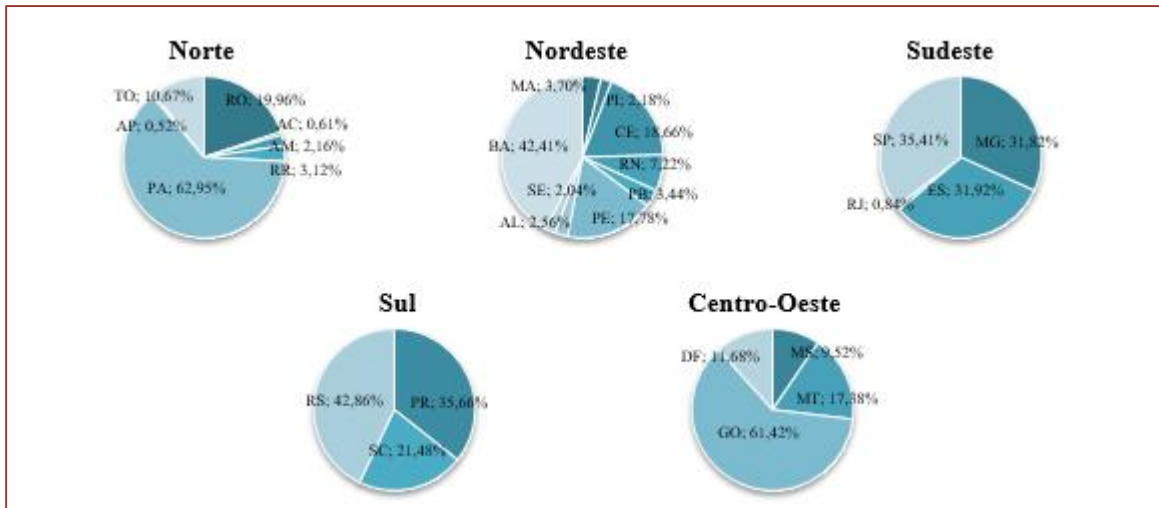
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figuras 15. Distribuição da área irrigada pelo método de irrigação por aspersão entre as Unidades da Federação de cada Grande Região do Brasil no ano de 2017



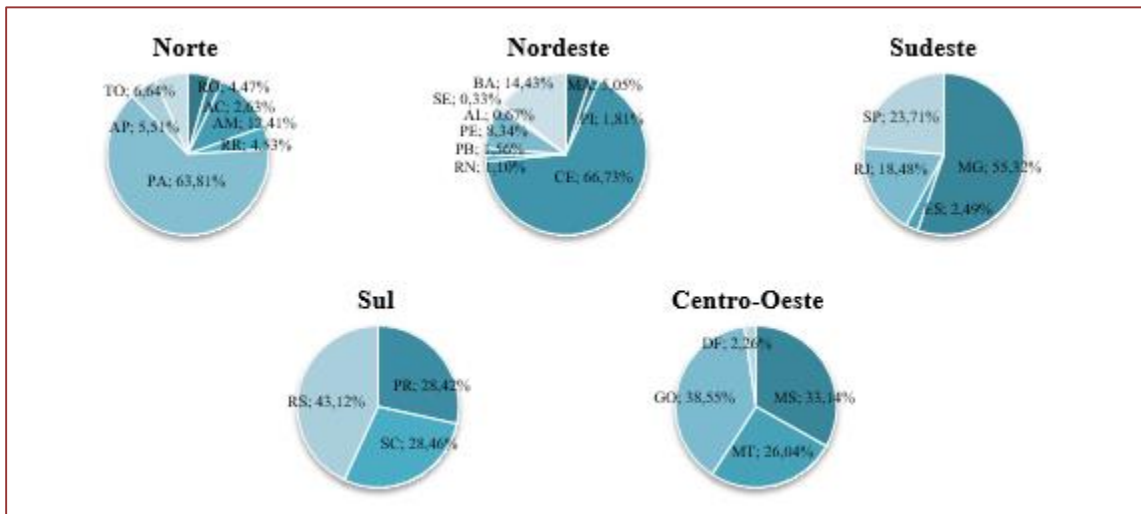
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figuras 16. Distribuição da área irrigada pelo método de irrigação localizada entre as Unidades da Federação de cada Grande Região do Brasil no ano de 2017



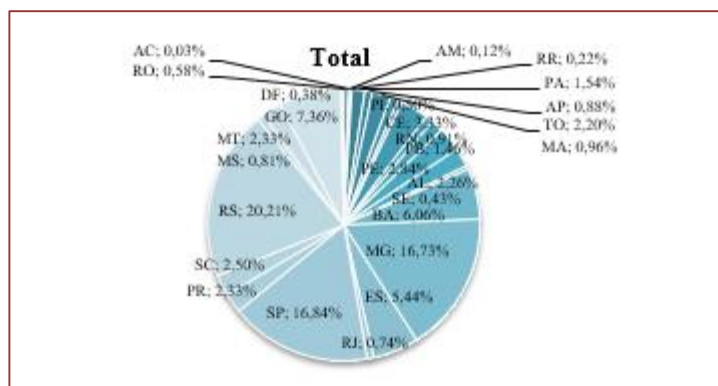
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figuras 17. Distribuição da área irrigada por outros métodos de irrigação entre as Unidades da Federação de cada Grande Região do Brasil no ano de 2017



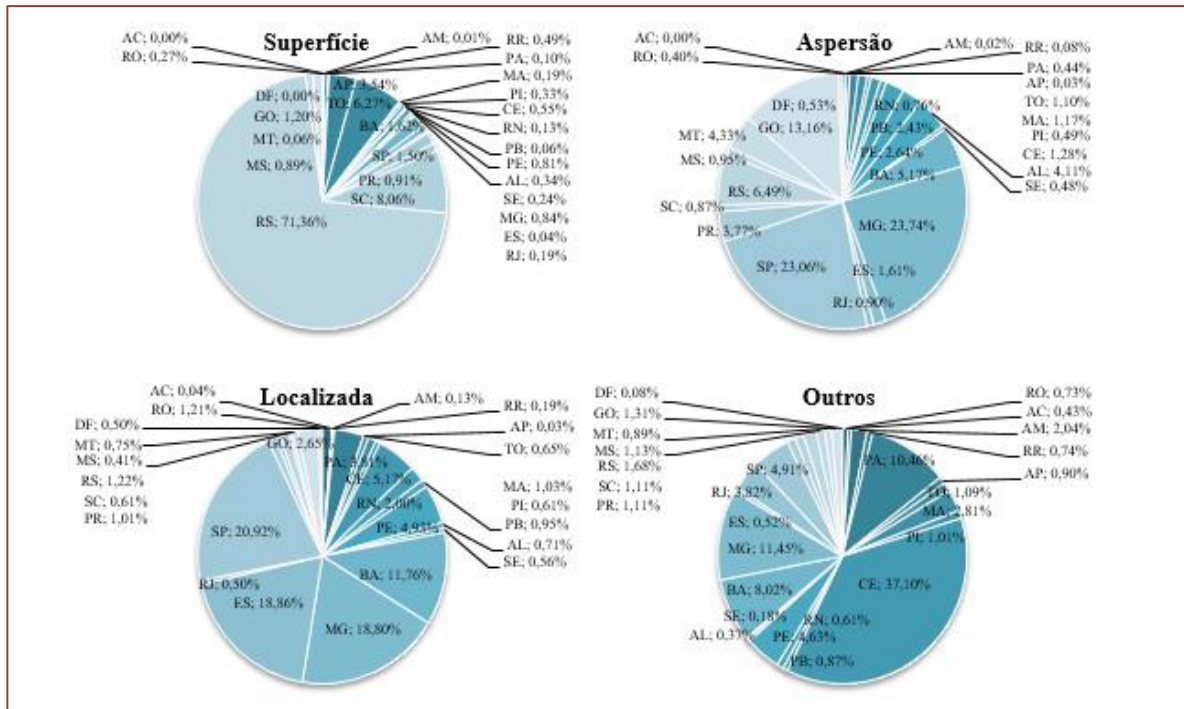
Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 18. Distribuição da área total irrigada entre as Unidades da Federação do Brasil no ano de 2017



Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Figura 19. Distribuição das áreas irrigadas pelos métodos de irrigação entre as Unidades da Federação do Brasil no ano de 2017



*Métodos de irrigação: Superfície = irrigação por superfície; Aspersão = irrigação por aspersão; Localizada = irrigação localizada ou microirrigação; Outros = outros métodos de irrigação
 Fonte: IBGE (2018); IBGE (2019)

Analisando os dados definitivos apresentados nos relatórios relacionados às Grandes Regiões do Brasil (Tabelas 6 e 7), observa-se que a área total irrigada nas mesmas (Figura 2), atualmente, é de 372893 ha na Região Norte, de 1255729 ha na Região Nordeste, 2661535 ha na Região Sudeste, 1676183 ha na Região Sul, e de 727905 ha na Região Centro-Oeste, significando 5,57%; 18,76%; 39,76%; 25,04 e 10,87%, respectivamente, da área total irrigada do Brasil (Figura 11).

Quanto às áreas irrigadas de acordo com os métodos de irrigação empregados, tem-se o método de irrigação por superfície sendo utilizado em 167390 ha na Região Norte, 67045 ha na Região Nordeste, 40192 ha na Região Sudeste, 1259274 ha na Região Sul, e 33700 ha na Região Centro-Oeste, que corresponde, respectivamente, a 10,68%; 4,28%; 2,56%; 80,33% e 2,15% da área irrigada com o método de irrigação por superfície no Brasil.

O método de irrigação por aspersão é utilizado em 67034 ha na Região Norte, 600946 ha na Região Nordeste, 1599769 ha na Região Sudeste, 360948 ha na Região Sul, e 615232 ha na Região Centro-Oeste, correspondendo a 2,07%; 18,53%; 49,32%; 11,13% e 18,97%; respectivamente, da área irrigada com o método de irrigação por aspersão no Brasil.

Já o método de irrigação localizada é utilizado em 99721 ha na Região Norte, 456382 ha na Região Nordeste, 972673 ha na Região Sudeste, 46749 ha na Região Sul, e 70933 ha na Região Centro-Oeste, que equivale, respectivamente, a 6,06%; 27,72%; 59,08%; 2,84% e 4,31% da área irrigada com o método de irrigação localizada no Brasil.

E outros métodos de irrigação são utilizados em 38747 ha na Região Norte, 131356 ha na Região Nordeste, 48901 ha na Região Sudeste, 9213 ha na Região Sul, e 8041 ha na Região Centro-Oeste, equivalendo a 16,40%; 55,60%; 20,70%; 3,90% e 3,40%; respectivamente, da área irrigada com outros métodos de irrigação no Brasil.

E, também, ao analisar os dados definitivos, pode-se afirmar que as maiores áreas irrigadas das Unidades da Federação que compõem o Brasil (Tabelas 6 e 7) estão concentradas em estados das Regiões Sul e Sudeste (Figura 3) com destaque para o estado do Rio Grande do Sul, com uma área de 1353142 ha; o estado de São Paulo, com uma área de 1127622 ha; e o estado de Minas Gerais, com uma área de 1119842 ha; que somadas as áreas atingem cerca de 54% da área total irrigada no Brasil. Podendo-se destacar, ainda, o estado de Goiás, com uma área de 492390 ha; o estado da Bahia, com uma área de 405724 ha; o estado do Espírito Santo, com uma área de 364465 ha; o estado do Ceará, com uma área de 222900 ha; e o estado de Pernambuco, com uma área de 190299 ha; cujas áreas somam mais de 25% da área total irrigada no Brasil (Figura 18).

De acordo com o emprego dos métodos de irrigação (Tabela 6 e Figura 7), na utilização do método de irrigação por superfície se destaca o estado do Rio Grande do Sul, com uma área de 1118614 ha; do método de irrigação por aspersão, destacam-se o estado de Minas Gerais, com uma área de 770162 ha; e o estado de São Paulo, com uma área de 748125 ha; seguidos do estado de Goiás, com uma área de 426980 ha; do método de irrigação localizada, destacam-se o estado de São Paulo, com uma área de 344416 ha; o estado de Espírito Santo, com uma área de 310504 ha; e o estado de Minas Gerais, com uma área de 309534 ha; seguidos do estado da Bahia 193563 ha; e outros métodos de irrigação são mais usados no estado do Ceará, com uma área de 87648 ha; no estado de Minas Gerais, com uma área de 27050 ha, no estado do Pará, com uma área de 24723 ha; e no estado da Bahia, com uma área de 18951 ha.

Entre os municípios que compõem o Brasil, atualmente com maiores áreas irrigadas, podemos citar vinte deles: Lins (SP), com uma área de 143606 ha; Uruguaiana (RS), com uma área de 93996 ha; Ibiúna (SP), com uma área de 78994 ha; Unai (MG), com uma área de 77414 ha; Itaqui (RS), com uma área de 73985 ha; Paracatu (MG), com uma área de 66783 ha; Santa Vitória do Palmar (RS), com uma área de 66377 ha; Alegrete (RS), com uma área de 65473 ha; Bueno Brandão (MG), com uma área de 59069 ha; São Borja (RS), com uma área de 58299 ha; Pancas (ES), com uma área de 58108 ha; Cristalina (GO), com uma área de 50232 ha; Salto (SP), com uma área de 50084 ha; Eusébio (CE), com uma área de 50021 ha; Dom Pedrito (RS), com uma área de 46334 ha; Arroio Grande (RS), com uma área de 45179 ha; Lagoa da Confusão (TO), com uma área de 43725 ha; Juazeiro (BA), com uma área de 40418 ha; Petrolina (PE), com uma área de 39357 ha; e Estiva (MG), com uma área de 37103 ha.

As análises de potencial de expansão da agricultura irrigada reúnem variáveis explicativas na tentativa de apontar áreas passíveis de expansão. Tendem a focar em aspectos físico-ambientais e carecem da aplicação de modelos econômicos robustos, assim como de pesquisas em campo. Entretanto, fornecem perspectivas e direcionamento tanto para o setor privado quanto para as políticas públicas (ANA, 2017).

Em estudo realizado pelo Ministério da Integração Nacional (MI), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) (MI, 2014) o Brasil apresenta um potencial de expansão efetivo de área irrigável de 11198000 ha. Em ANA (2017) é apresentado outro estudo feito anteriormente que conclui que o Brasil teria uma área potencial para irrigação de 29564000 ha. Já, Borghetti et al. (2017), em estudo realizado para a FAO, identificaram aproximadamente 4,5 milhões de hectares de áreas prioritárias para o fomento da agricultura irrigada sustentável até 2024, distribuídos nos diferentes estados brasileiros.

ANA (2017) ressalta que as diferenças entre os dados não necessariamente remetem à dinâmica da irrigação no período, mas também às diferenças metodológicas e conceituais atreladas aos levantamentos.

Há uma carência de dados e informações de diagnóstico sobre a agricultura irrigada e que também ocorre quando se fala de perspectivas futuras. Recomenda-se, também, que o potencial de expansão de áreas irrigadas deve ser observado com cautela, mas que o mesmo é útil para o planejamento geral e o acompanhamento do setor, e que algumas particularidades regionais devem ser analisadas de forma complementar, como o uso de água subterrânea (ANA, 2017).

Na Tabela 8 são resumidas as informações geradas por IBGE (2020) e SNIRH (2020) para dados atuais de área irrigada de 2015, dados definitivos e atuais de área irrigada de 2017, e uma projeção tendencial da área irrigada para 2030.

Tabela 8. Evolução das áreas com uso de irrigação no Brasil, nas Grandes Regiões, e nos Estados e Distrito Federal entre os anos de 2015 e 2017 e projeção para o ano de 2030

Região	Área irrigada			Relações	
	2015 (a)	2017 (b) ha	2030 (c)	(c/a) %	(c/b)
BR	6954709	6694245	10083451	144,99	150,63
N	194003	372893	328697	169,43	88,15
NE	1171158	1255729	1623237	138,60	129,27
SE	2709342	2661535	4160817	153,57	156,33
S	1696234	1676183	2050396	120,88	122,33
CO	1183973	727905	1920304	162,19	263,81
RO	15231	38748	16501	108,34	42,59
AC	1481	1826	1541	104,05	84,39
AM	5386	7860	5615	104,25	71,44
RR	14403	14986	13720	95,26	91,55
PA	27285	103343	31808	116,58	30,78
AP	2413	59034	2684	111,23	4,55
TO	127804	147096	256828	200,95	174,60
MA	84575	64466	93865	110,98	145,60
PI	32266	33368	36256	112,37	108,65
CE	70449	222900	86007	122,08	38,59
RN	57999	61189	85247	146,98	139,32
PB	59358	97514	82878	139,62	84,99
PE	146169	190299	155399	106,31	81,66
AL	185717	151165	160304	86,32	106,05
SE	29845	29104	28418	95,22	97,64
BA	504780	405724	894863	177,28	220,56
MG	1082374	1119842	1993225	184,15	177,99
ES	266635	364465	310001	116,26	85,06
RJ	60287	49606	61380	101,81	123,74
SP	1300046	1127622	1796211	138,17	159,29
PR	127887	155798	152489	119,24	97,88
SC	200020	167243	228750	114,36	136,78
RS	1368327	1353142	1669157	121,99	123,35
MS	196230	54114	254874	129,89	470,99
MT	247365	155775	436458	176,44	280,18
GO	717484	492390	1193102	166,29	242,31
DF	22894	25626	35870	156,68	139,98

Fonte: IBGE (2020); SNIRH (2020)

Baseado na projeção tendencial mostrada na Tabela 8, a área irrigada no Brasil, em 2030, deve atingir 10083451 ha, um acréscimo de cerca de 51%, em relação aos dados definitivos de 2017.

As Grandes Regiões do Brasil, baseado na projeção, devem crescer entre 22% (Região Sudeste) e cerca de 164% (Região Centro-Oeste), e diminuir em cerca de 12% (Região Norte), em suas áreas irrigadas, em relação aos dados definitivos de 2017.

Já as Unidades da Federação que compõem o Brasil devem crescer de maneira desigual, algumas com mais de 100%, como Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Bahia; outras com valores entre 6% e 100%, como Distrito Federal, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais Alagoas, Rio Grande do Norte, Piauí, Maranhão e Tocantins; ou com um decréscimo na área, como Paraná, Espírito Santo, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Ceará, Amapá, Pará, Roraima, Amazonas, Acre e Rondônia, em suas áreas irrigadas, em relação aos dados definitivos de 2017.

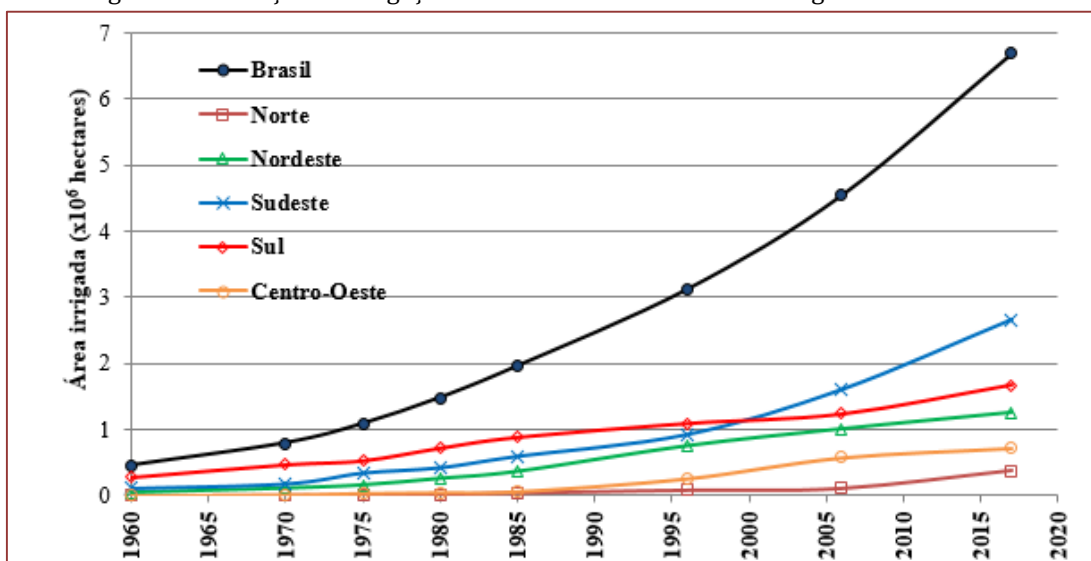
Nos últimos anos, os estados brasileiros onde ocorreu a maior expansão da agricultura irrigada foram: Tocantins, Goiás, Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Sergipe, Pernambuco e Mato Grosso. As principais culturas irrigadas no Brasil são cana de açúcar, arroz, soja, milho, café, trigo e algodão, seguidas de frutas como abacaxi, melão, melancia, banana, manga e mamão (BORGHETTI et al., 2017).

De acordo com Christofidis e Goretti (2019), verifica-se que o Brasil tem condições muito favoráveis com possibilidades de alcançar uma área total irrigada da ordem de 10 milhões de hectares, até 2030. Um crescimento relativamente insignificante, diante do potencial existente. As tomadas de decisões para que

se logre um crescimento mais robusto encontram respaldo de diversas ordens, mas vão requerer intensificação de investimentos em setores estratégicos, como do fornecimento de energia elétrica em quantidade e em qualidade para aproveitar, ao máximo, os avanços existentes nos equipamentos de irrigação, hoje disponíveis no mercado. Por outro lado, os avanços na capacitação de pessoas, o desenvolvimento científico e tecnológico e as demonstrações práticas de muitos produtores são um acervo cada vez maior, para crescentes melhoramentos na gestão integrada das bacias hidrográficas, com boas práticas de conservação dos recursos naturais, a melhor recarga dos aquíferos que, associada à reservação superficial das águas no espaço rural, têm a capacidade de melhor regularizar o fluxo hídrico ao longo do ano, com melhor atendimento de todos os usuários da água.

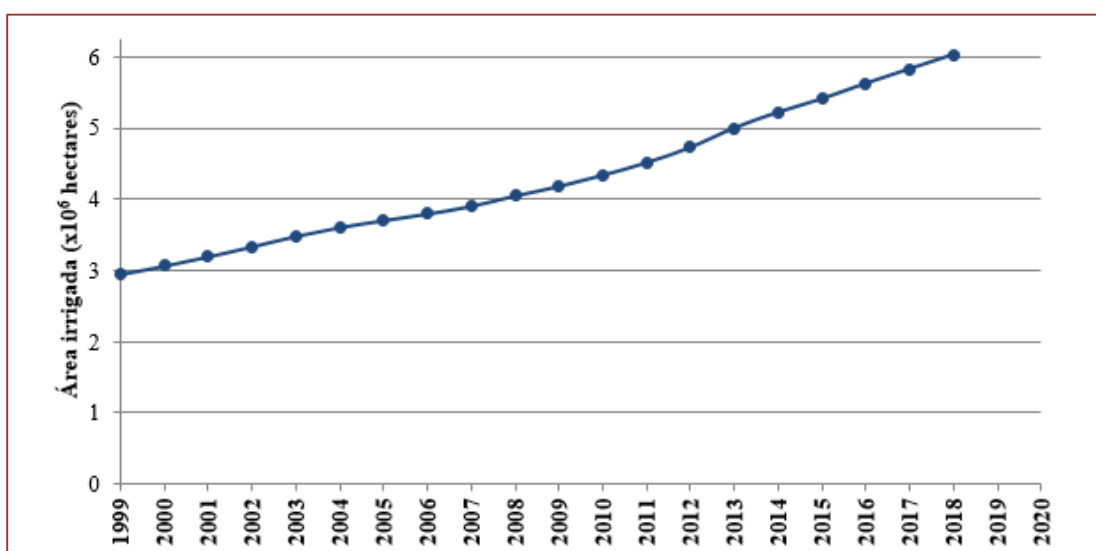
Como fechamento deste trabalho são apresentadas a Figura 20, na qual é ilustrada a evolução da área irrigada no Brasil e nas Grandes Regiões de 1960 até 2017, usando dados disponíveis em ANA (2017) e SIDRA (2020), e a Figura 21, na qual é apresentada a evolução da área irrigada no Brasil de 1999 a 2018, usando os dados disponibilizados por CSEI/ABIMAQ (2019).

Figura 20. Evolução da irrigação no Brasil e em suas Grandes Regiões: 1960-2017



Fonte: ANA (2017), SIDRA (2020)

Figura 21. Evolução da irrigação no Brasil: 1999-2018



Fonte: CSEI/ABIMAQ (2019)

Segundo Christofidis e Goretti (2019), pode-se afirmar que a irrigação no Brasil iniciou uma nova fase, pelo Plano Agrícola 2013-2014, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com as definições que possibilitam a expansão das áreas irrigadas pelo setor privado, no aprimoramento da prática associada à agricultura irrigada e no desenvolvimento sustentável da irrigação, em especial com as medidas para redução da taxa de juros dos financiamentos, atuando em crédito e seguro rural, na modernização dos trâmites associados a prazos de outorgas, na formação de recursos humanos e pesquisa, ampliando apoio à irrigação do setor privado. Nota-se que, com essa política e estratégias associadas, houve notável aumento da agricultura irrigada no Brasil, nas últimas décadas, sempre a taxas superiores às do crescimento da área total plantada.

CSEI/ABIMAQ (2019) apresenta uma atualização da área de agricultura irrigada no Brasil baseada no mercado de equipamentos de irrigação vendidos e repostos no ano anterior, contabilizando que em 2018 a área total irrigada seria de 6023087 ha. As empresas vinculadas ao setor de máquinas e implementos usados na irrigação procuram fortalecer o conceito de que o uso da água na irrigação é positivo, pois ela retorna para o meio ambiente (ciclo hidrológico), contribuindo significativamente para o aumento da produtividade da área de produção. Buscam, também, desenvolver políticas e ações que promovam e fomentem o desenvolvimento da agricultura irrigada como forma de desenvolver negócios e gerar renda ao agricultor, contribuindo para o desenvolvimento humano.

São observadas diferenças nos valores referentes ao mesmo ano devido a enfoques diferentes de obtenção dos dados bem como da análise realizada. Mas mesmo assim as Figuras servem para auxiliar na análise da evolução da área irrigada em diferentes períodos.

4. CONCLUSÕES

Com base nos dados definitivos analisados de 2017 o Brasil possui uma área irrigada de 6694245 ha, o que representa um crescimento de 114,45% em relação ao ano de 1996.

Os métodos de irrigação mais utilizados no Brasil são o método de irrigação por aspersão, seguido do método de irrigação localizada e do método de irrigação por superfície, com 48,46%; 24,60% e 23,42% da área total irrigada, respectivamente.

A região Sudeste é a Grande Região que apresenta maior área irrigada com mais de 2,66 milhões de ha, seguido da região Sul com cerca de 1,68 milhão de ha e da região Nordeste com cerca de 1,26 milhão de ha.

As áreas com agricultura irrigada estão mais concentradas em estados das Regiões Sul e Sudeste com destaque para Rio Grande do Sul, com uma área de 1353142 ha; São Paulo, com uma área de 1127622 ha; e Minas Gerais com uma área de 1119842 ha, que somadas atingem cerca de 54% da área total irrigada no Brasil.

Baseado em projeção tendencial a área irrigada no Brasil, em 2030, deve ter um acréscimo de cerca de 51%, em relação a dados definitivos de 2017, atingindo 10083451 ha.

REFERÊNCIAS

- [1] ANA, Agência Nacional de Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2017. 86p.
- [2] ANA, Agência Nacional de Águas. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Brasília: ANA, 2019. 75p.
- [3] BORGHETTI, J.R.; SILVA, W.L.C.; NOCKO, H.R.; LOYOLA, L.N.; CHIANCA, G.K. (Ed) Agricultura irrigada sustentável no Brasil: Identificação de áreas prioritárias. Brasília: FAO, 2017. 243 p.
- [4] CHRISTOFIDIS, D.; GORETTI, G. S. Cenários da agricultura irrigada no Brasil. Revista ITEM, ABID, n.118/119, p.42-50, 2019, Brasília, DF.
- [5] CSEI/ABIMAQ, Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação, Associação Brasileira da Indústria de Maquinas e Equipamentos. Atualização da área de agricultura irrigada no Brasil. Revista ITEM, ABID, n.118/119, p.12-13, 2019, Brasília, DF.
- [6] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 1995-1996. Número 1, Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 358p.
- [7] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 146p.

- [8] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Segunda apuração. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 774p.
- [9] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017. Resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 108p.
- [10] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017. Resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 108p.
- [11] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 25 mar 2020.
- [12] MI, Ministério da Integração Nacional. Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. Piracicaba: MI/ESALQ/IICA, 2014. 215p.
- [13] SIDRA, Sistema IBGE de Recuperação Automática, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agro 2017. Disponível em: <sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 25 mar 2020.
- SNIRH, Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, Agência Nacional de Águas. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Agricultura Irrigada. Disponível em: <www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua>. Acesso em: 25 mar 2020.

Capítulo 20

Suficiência amostral de inventário florestal na Amazônia através do método de amostragem sistemática

Douglas Valente de Oliveira

Laura Fernanda de Lima Lobato

Bianca Diniz da Rocha

Gisele de Aguiar Lima

Wagner Antônio Tenório Freitas

Lia de Oliveira Melo

Resumo: O inventário florestal é a base do plano de manejo e da produção de uma empresa madeireira. A amostragem sistemática é um dos processos de amostragem probabilístico não aleatório, onde o critério de probabilidade se estabelece através da aleatorização da primeira unidade amostral. O objetivo deste trabalho foi avaliar a suficiência amostral de inventário florestal por métodos estatísticos. O estudo foi conduzido em uma área de floresta não explorada de 100 ha, localizada no km 117 da BR-163. Observou-se o elevado grau de heterogeneidade no extrato considerado como regeneração natural, indicado pelo coeficiente de variação que se encontra muito alto. A floresta apresenta-se bastante heterogênea em relação a distribuição dos indivíduos arbóreos. A quantidade de parcelas alocadas na área não foi suficiente para a precisão requerida.

Palavras-chave: Manejo florestal; Floresta tropical; Mensuração florestal.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira possui a maior extensão de floresta tropical do mundo, de acordo com estimativas do ano de 2015 do Sistema Nacional de Informações Florestais, o Brasil possui 94.639 milhões de metros cúbicos de madeira de florestas nativas, sendo que somente a Amazônia detém de 89% deste total com 84.616 milhões de metros cúbicos. Além da importância do ponto de vista do estoque de recursos madeireiros e não madeireiros, a floresta desempenha papel importante, tanto para servir de abrigo às diferentes formas de vida, como para manter o funcionamento equilibrado de seus ecossistemas (COLARES et al., 2010).

Neste sentido, o inventário florestal é o passo inicial para o planejamento da utilização racional do recurso através do manejo florestal, sendo que três tipos de inventário devem ser considerados: o inventário por amostragem, para uma avaliação do potencial da floresta; o inventário pré-exploratório, para o conhecimento detalhado dos blocos de exploração anual; e o inventário florestal contínuo, para monitorar o desenvolvimento da floresta, principalmente em termos de crescimento, ingressos e mortalidade (SILVA et al., 1985).

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a suficiência amostral de inventário florestal por métodos estatísticos através dos dados obtidos, considerando três estratos da floresta, visando a redução de tempo e custos no manejo florestal.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O inventário florestal é a base do plano de manejo e da produção de uma empresa madeireira. Este deve fornecer, além do volume total explorável, a distribuição do número de árvores por hectare e por classe de diâmetro; área basal por hectare, por classe de diâmetro, por grupo de espécies e para cada espécie individualmente (SILVA, 2001) o que torna possível prever gastos e lucros para a indústria madeireira.

A amostragem sistemática é um dos processos de amostragem probabilístico não aleatório, onde o critério de probabilidade se estabelece através da aleatorização da primeira unidade amostral. Vários processos de amostragem tratam da forma de abordagem da população sobre o conjunto de unidades amostrais, divididos em aleatório, sistemático ou misto. Na amostragem sistemática, a seleção das amostras segue um esquema rígido de seleção, cobrindo toda a extensão da população (SOARES et al., 2006), e somente a primeira é selecionada aleatoriamente, a partir da qual todas as demais são automaticamente selecionadas e distribuídas na população em estudo.

A confiabilidade dos valores obtidos na amostragem é apresentada através da precisão e exatidão, proximidade do estimador ao valor real e grau de aproximação do valor estimado do verdadeiro, o que depende principalmente da variabilidade da população mensurada, do tamanho da amostra e da metodologia de amostragem empregada no inventário (SOARES et al., 2006).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido na Floresta Nacional do Tapajós – FLONA Tapajós, uma unidade de conservação, com área aproximada de 545 mil hectares abrangendo os municípios de Belterra, Aveiro, Rurópolis e Placas no oeste do Pará (ICMBio, 2018). A vegetação predominante da FLONA Tapajós é classificada como Floresta Ombrófila Densa (ESPIRÍTO-SANTO et al., 2005).

O estudo foi conduzido em uma área de floresta não explorada de 100 ha, localizada no km 117 da BR-163. Foram lançadas 36 parcelas de 20 m x 50 m, através do método de amostragem sistemática com inícios aleatórios múltiplos. A distância entre as linhas e entre parcelas foi de 50 m. A distância da primeira parcela e de cada linha em relação a linha base foi obtida por sorteio.

Os indivíduos foram mensurados de acordo com os níveis de inclusão correspondentes aos extratos florestais, sendo que no nível de inclusão 1, estão inseridos a população total

(DAP \geq 10,0 cm), no nível de inclusão 2 os indivíduos da regeneração natural (10,0 cm \leq

DAP < 50,0 cm), e no nível 3 estão os indivíduos com diâmetro apto a colheita (DAP \geq 50 cm).

Foram analisadas para todos os extratos as variáveis: número de indivíduos por hectare ($n \cdot ha^{-1}$), área basal ($G \text{ (m}^2 \cdot ha^{-1}\text{)}$), e volume ($V \text{ (m}^3 \cdot ha^{-1}\text{)}$) a 95% de probabilidade e precisão requerida de 10%.

Para a análise estatística foram calculadas as variáveis: Média, Variância, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (CV%), Variância da Média, Erro Padrão, Erro de Amostragem (E%), Limite Superior, Limite Inferior e Dimensionamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados processados foi possível realizar análises estatísticas de abundância ($n.ha^{-1}$), área basal ($m^2.ha$) e volume ($m^3.ha$) em cada estrato, partindo disso, observa-se o diagnóstico estatístico do extrato regeneração referentes aos parâmetros amostrados no inventário (Tabela 1).

Tabela 1: Análise estatística da regeneração para as variáveis, número de árvores, área basal e volume considerando todas as árvores com ($10,0\text{ cm} \leq \text{DAP} < 50,0\text{ cm}$).

Estatística	$n.ha^{-1}$	$G (m^2.ha)$	Vol. ($m^3.ha$)
Média	422,5	16,42	202,41
S^2	28293,57	58,59	18202,84
S	168,21	7,65	134,92
CV	39,81	46,61	66,65
SX^2	757,64	1,57	487,43
SX	27,53	1,25	22,08
E	55,88	2,54	44,82
E%	13,23	15,48	22,14
IC LI	366,62	13,88	157,59
IC LS	478,38	18,97	247,24
Dimensionamento	61	97	155

Fonte: Própria

Observou-se o elevado grau de heterogeneidade no extrato considerado como regeneração natural, indicado pelo coeficiente de variação se encontra muito alto. A análise demonstrou que o número de parcelas alocadas não foi suficiente para atender a precisão de erro requerida de 10%, para as três variáveis analisadas. Portanto, através do dimensionamento encontrou-se o número de parcelas necessárias para serem alocadas, representando 25, 46, 119 parcelas as variáveis, abundância ($n.ha^{-1}$), área basal ($m^2.ha$) e volume ($m^3.ha$), respectivamente.

Gama et al. (2001) verificou que o tamanho ótimo de parcela para análise de regeneração natural foi de 70 m^2 para os indivíduos na classe de tamanho 1 - CT1

($0,3\text{m} \leq h < 1,5\text{ m}$); 80 m^2 para a classe de tamanho 2 - CT2 ($h \geq 1,5\text{ m}$ a $\text{DAP} < 5\text{ cm}$) e 90 m^2 para a classe de tamanho 3 - CT3 ($5\text{ cm} \leq \text{DAP} < 15\text{ cm}$), logo, um tamanho de parcela adequado pode influenciar diretamente nos resultados.

Para população dos indivíduos com $\text{DAP} \geq 50\text{ cm}$, as médias obtidas de número de indivíduos, área basal e volume foram $30,61\text{ n.ha}^{-1}$, $14,47\text{ m}^2.ha^{-1}$, e $280,46\text{ m}^3.ha^{-1}$ respectivamente, o que representa uma floresta bem estocada em termos de volumetria de grandes árvores (Tabela 2).

Tabela 2: Análise estatística da população dos indivíduos comerciais para as variáveis, número de árvores, área basal e volume considerando todas as árvores com $\text{DAP} \geq 50\text{ cm}$.

Estatística	$n.ha^{-1}$	$G (m^2.ha)$	Vol. ($m^3.ha$)
Média	30,61	14,47	280,46
S^2	293,37	73,23	30322,93
S	17,13	8,56	174,13
CV	55,96	59,14	62,09
SX^2	8,6	2,15	888,55
SX	2,93	1,46	29,81
E	5,97	2,98	60,72
E%	19,51	20,62	21,65
IC LI	24,63	11,49	219,74
IC LS	36,58	17,45	341,18
Dimensionamento	115	127	138

Fonte: Própria

As grandes árvores em florestas tropicais têm comumente distribuição bastante irregular o que pode ser verificado pelo elevado coeficiente de variação entre as parcelas, apresentando valores acima de 50%. Devido a esta grande variabilidade os erros percentuais ficaram acima da precisão requerida de 10%, permitindo verificar que o número de parcelas não foi suficiente para representar a população dentro do limite de erro aceitável. Através do dimensionamento foi possível verificar que são necessárias mais 82 parcelas para n.ha¹, 94 para área basal e 105 para a variável volume.

Leão et al. (2018) obtiveram erro relativo para os volumes menores do que 10%, que é o limite, sendo possível verificar que utilização de uma intensidade amostral de 15% foi considerada a melhor alternativa para avaliar Florestas Ombrófilas Abertas, pois apresentou erro amostral com menor número de parcelas a serem alocadas em campo, diminuindo, assim, os custos e tempo de operação do inventário florestal

Considerando a população total, as análises estatísticas demonstraram um menor erro percentual para as três variáveis analisadas em comparação com os outros extratos, porém também não foi possível atender a precisão requerida (Tabela 3).

Tabela 3: Análise estatística de toda população para as variáveis, número de árvores, área basal e volume considerando todas as árvores com DAP $\geq 10,0$ cm

Estatísticas	n.ha ¹	G (m ² .ha)	Vol. (m ³ .ha)
Média	450,56	29,69	459,5
S ²	28319,68	114,07	39764,43
S	168,28	10,68	199,41
CV	37,35	35,98	43,4
SX ²	758,34	3,05	1064,8
SX	27,54	1,75	32,63
E	55,9	3,55	66,24
E%	12,41	11,95	14,42
IC LI	394,65	26,14	393,26
IC LS	506,46	33,24	525,75
Dimensionamento	54	51	72

Fonte: Própria

Como o erro percentual está acima do limite, o dimensionamento mostra que são necessárias à instalação de mais parcelas para representar a população total e atender a precisão requerida.

Apesar do erro está acima do limite, é possível verificar um grande potencial madeireiro da área com 459,50 (m³.ha). Higuchi (1987) verificou que a amostragem sistemática é mais precisa que a amostragem aleatória, quando se tem o objetivo de realizar inventários florestais por amostragem.

5. CONCLUSÕES

A floresta apresenta-se bastante heterogênea em relação a distribuição dos indivíduos arbóreos. A quantidade de parcelas alocadas na área não foi suficiente para a precisão requerida, nas três variáveis analisadas em todos os extratos, logo, nenhuma das variáveis obteve suficiência amostral, sendo necessário redimensionamento do número de parcelas e o retorno ao campo para complementar a amostragem.

REFERÊNCIAS

- [1] COLARES, A. C. B.; MELO, L. O.; RIBEIRO, R. B. S. **Inventário florestal diagnóstico do conjunto de glebas estaduais Mamuru Arapiuns – Pará**. SEAT Terraplanagem Ltda., Manejo Florestal e prestação de serviços, Santarém, 2010.
- [2] LEÃO, F. M.; SILVA, L. F. D.; SOUSA, L. C. M.; MENEZES, M. C.; OLIVEIRA, M. H. S.; Neves, R. L. P.. Sample intensity in ombrophilous open forest at Verde Para Sempre Extractive Reserve, Porto de Moz, PA. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista v. 12, n. 1, p. 6879, 2017.
- [3] ESPIRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; OLIVEIRA, L. E.; ARAGÃO, C.; MACHADO, E. L. M. Análise da composição florística e fitossociológica da floresta nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 155-173, 2005.
- [4] GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Tamanho de parcela e suficiência amostral para estudo da regeneração natural em floresta de várzea na Amazônia. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p.1-11, 2001.
- [5] HIGUCHI, N. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em floresta tropical úmida de terra firme na região de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 16/17, n. único, p. 393-400, 1987.
- [6] ICMBio. **A floresta nacional do Tapajós**, 2018. Disponível em:<<http://www.icmbio.gov.br/flonatapajos/>>. Acesso em: 08 Jul. 2018.
- [7] SILVA, J. N. M.; DE CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. Inventário florestal de uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 10-11, p. 38-110, 1985.
- [8] SILVA, J.N.M. 2001. **Manejo Florestal**. Embrapa Amazônia Oriental, 3ª. ed. Belém.49p.
- [9] SNIF - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **Estoque das Florestas**. Serviço Florestal Brasileiro, 2018. Disponível em
- [10] <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/estoque-dasflorestas?print=1&tmpl=component>. Acesso em 10 jul. 2018.
- [11] SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**.
- [12] Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 276p

Capítulo 21

*Ajuste de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de Angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke)*

Douglas Valente de Oliveira

Jobert Silva da Rocha

Laura Fernanda de Lima Lobato

Bianca Diniz da Rocha

Gisele de Aguiar Lima

Rafael Rode

Resumo: O Angelim pedra nos últimos anos foi uma das espécies mais empregada pelo segmento madeireiro nos estados do Amazonas e Pará. As redes neurais artificiais são sistemas computacionais paralelos constituídos por unidades de processamento simples, chamadas também de nodos ou neurônios artificiais. O objetivo deste trabalho foi comparar a estimativa de volume de Angelim Pedra através do modelo de regressão de Schumacher e Hall com as Redes neurais artificiais. Para a estimativa de volume por regressão, foi utilizado o modelo de Schumacher e Hall na forma linear. Para as redes foram utilizadas as variáveis numéricas altura (m), DAP (cm) e volume (m³). Já as variáveis categóricas foram UPA e número de classe de DAP. Os volumes individuais para romaneio foram determinados pelo método de cubagem de Smalian. A partir dos resultados obtidos da análise estatística é possível verificar que o ajuste da UPA 3 apresentou a menor correlação dos demais testes. No presente estudo, as RNA demonstraram superioridade sobre o ajuste e uso de Schumacher e Hall, portanto, foi o melhor método para estimar o volume de angelim pedra.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Modelagem volumétrica; Floresta Inequiânea.

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Fabaceae, *Dinizia excelsa* DUCKE popularmente conhecida como Angelim Pedra ou Angelim Vermelho é uma espécie com ocorrência principalmente nos estados do Amazonas, Pará, Acre, Rondônia, Roraima e Amapá (FORTES, 2018).

É uma das maiores árvores encontradas na floresta Amazônica, pode atingir até 60 metros de altura e até mais de 2 metros de diâmetro, seu tronco é reto e cilíndrico, sua madeira possui alta densidade e é altamente resistente ao ataque de organismos xilófagos, resiste bem em contato com o solo e tem alta durabilidade natural, sendo utilizada na construção civil e naval, em construções leves e pesadas (OLIVEIRA et al., 2017).

D. excelsa é uma espécie-chave na diversidade e no aumento da biomassa florestal, mas que, devido o seu alto valor econômico, tem sido intensamente explorada. Nos últimos anos foi uma das espécies mais empregada pelo segmento madeireiro nos estados do Amazonas e Pará, e responsável por aproximadamente 50% das madeiras vendidas na Amazônia Oriental (BARAUNA et al., 2011).

De acordo com Campos e Leite (2017) o emprego das RNA em substituição às usuais equações de volume resulta em economia de tempo e custos, isto ocorre pela redução do número de árvores a serem cubadas e pela simplificação da modelagem do volume.

As redes neurais artificiais (RNA) são sistemas computacionais paralelos constituídos por unidades de processamento simples, chamadas também de nodos ou neurônios artificiais, conectadas entre si de maneira específica com um grande número de conexões e com objetivo de exercer uma certa tarefa de acordo com que se pretende (BULLINARIA, 2009).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar a estimativa de volume de Angelim Pedra através do modelo de regressão de Schumacher e Hall com as Redes neurais artificiais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diversos modelos matemáticos são utilizados para estimar o volume de madeira da floresta, como os modelos de Shumacher e Hall (1939), Spurr (1952), Husch (1963), Meyer (1949), entre outros. No entanto, a escolha do modelo varia de acordo com cada caso, dependendo se a floresta é nativa ou plantada, espécies, regime de corte, espaçamento, etc (MACHADO et al., 2002). Apesar da consolidação do uso de equações, estas muitas vezes geram mais custo e tempo de processamento para se obter ótimos resultados (CAMPOS & LEITE, 2017).

Em comparação com as técnicas de regressão, as RNA têm apresentado melhores resultados, isso se deve a habilidade que as redes têm com aprendizagem e generalização, que as tornam capazes de resolver problemas complexos, além da capacidade de modelagem de variáveis quantitativas e qualitativas, por apresentar estruturas distribuídas em camadas e ser tolerantes a erros e ruídos (HAYKIN, 2001).

O uso de redes neurais artificiais aplicado à ciência florestal brasileira é recente, porém vem sendo cada vez mais utilizada, principalmente no que concerne a estimativa de diversas variáveis florestais, apresentando resultados melhores ou semelhantes aos que são obtidos pelo emprego de regressão (VENDRUSCOLO et al., 2015). De acordo com Özçelik et al. (2010), a utilização de redes neurais em estimativas florestais se torna atrativa devido sua habilidade de detectar implicitamente relações não lineares dos dados, além da capacidade de generalização para dados desconhecidos e mapeamento de entrada e saída

3. METODOLOGIA

Os dados utilizados foram provenientes de 61 árvores de Angelim, distribuídas em duas UPA (Unidade de Produção Anual) da Florestal Nacional do Tapajós. A FLONA Tapajós é uma unidade de conservação federal – UC criada pelo Decreto nº 73.684/1974, localizada na região oeste do Pará, com área de 527.000 hectares, a qual abrange os municípios de Aveiro, Belterra, Placas e Rurópolis. As principais formas de acesso são o Rio Tapajós e a Rodovia BR163.

As variáveis numéricas utilizadas foram altura (m), DAP (cm) e volume (m³). Já as variáveis categóricas foram UPA e número de classe de DAP. Os volumes individuais para romaneio foram determinados pelo método de cubagem de Smalian.

Para a estimativa de volume por regressão, foi utilizado o modelo de Schumacher e Hall na forma linear:

$$\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln(\text{DAP}) + \beta_2 \times \ln(h) + \varepsilon$$

sendo:

V: Volume (m³);
 DAP: diâmetro à altura do peito (cm);
 ht: altura total da árvore (m);
 β_i: parâmetros do modelo; e
 ε: erro aleatório.

Para o modelo de Schumacher e Hall foram ajustadas duas equações volumétricas, uma para cada UPA. Já para as RNA, foram treinadas 20 redes com dados agrupados das UPAS a partir de duas combinações de variáveis. Na combinação 1 utilizou-se DAP (cm) e h (m) como variável numérica e UPA como variável categórica, e na combinação 2 a variável número de classe de DAP foi incluída como categórica.

No treinamento foi utilizada a arquitetura Multi Layer Perceptron (MLP) com cinco neurônios na camada oculta. A função de ativação utilizada tanto na camada oculta quanto a de saída foi a sigmoideal e o algoritmo de treinamento utilizado foi o Resilient Propagation. Como critério de parada, foi utilizado erro médio 0.001 ou quando atingido o número máximo de 3000 ciclos.

O critério de avaliação das redes neurais artificiais e dos ajustes volumétricos foram:

- resíduos (%) dos volumes estimados menos observados,
- raiz do erro quadrado médio (RMSE%),
- correlação simples (r),
- teste estatístico (L&O) proposto Leite e Oliveira (2002) e,
- análise gráfica dos resíduos percentuais (dispersão).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, encontram-se os valores estatísticos obtidos para os ajustes e as redes.

Tabela 1: Análise estatística das equações e redes, e teste de L&O.

Teste L&O							
Ajuste	Erro(%)	RMSE(%)	r _{yy}	F	T(e)	r _{yy>=1 ē}	Resultado
UPA3	2,6664	24,52	0,75	2,13 ^{ns}	0,35 ^{ns}	N	2
UPA 7	3,3778	38,89	0,81	17,95*	0,86 ^{ns}	N	Y _j ≠ Y1
Rede	Erro(%)	RMSE(%)	r _{yy}	F	T (e)	r _{yy>=1 ē}	Resultado
1	4,0917	17,54	0,96	3,10 ^{ns}	1,44 ^{ns}	N	Y _j ≠ Y1
2	2,5096	11,96	0,98	1,41 ^{ns}	1,09 ^{ns}	S	Y _j = Y1

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01); * Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05); ^{ns} Não Significativo (p >= 0,05). N: valor estimado não é igual ao observado; S: valor estimado é igual ao observado.

Fonte: Própria

A partir dos resultados obtidos da análise estatística é possível verificar que o ajuste da UPA 3 apresentou a menor correlação dos demais testes. Entre as redes treinadas a RNA-2 apresentou melhores resultados com maior correlação (r_{yy}), menor resíduo (erro %) e RMSE (%). Araújo (2015) utilizou redes neurais artificiais para estimar o volume de árvores de *Calycophyllum spruceanum* Benth na Amazônia verificou que tanto o ajuste de métodos tradicionais e treinamento de RNA apresentaram resultados semelhantes, porém as RNA têm como vantagem a flexibilidade de inserção de mais variáveis explicativas simultaneamente.

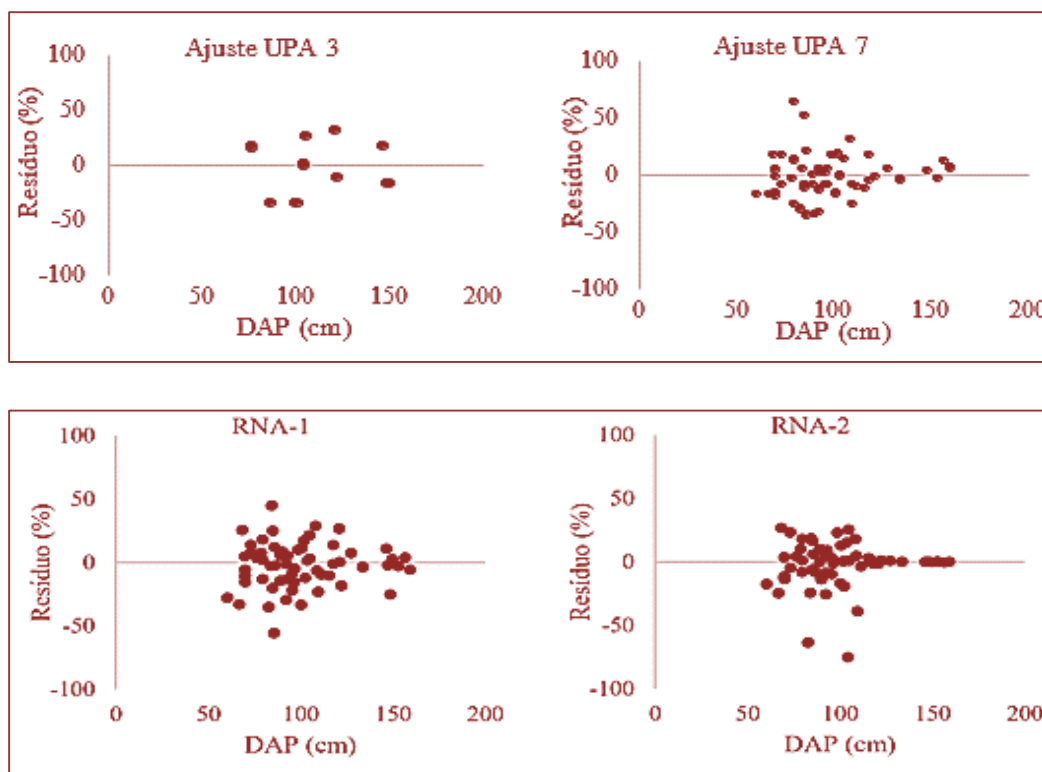
De acordo com Haykin (2001) isso se deve habilidade que as redes têm com aprendizagem e generalização, que as tornam capazes de resolver problemas complexos, além da capacidade de

modelagem de variáveis quantitativas e qualitativas, por apresentar estruturas distribuídas em camadas e ser tolerantes a erros e ruídos.

Por meio do teste L&O, verificou-se que a utilização da RNA com inclusão de número de classe de diâmetro como variável categórica foi a melhor opção para se ter uma máxima precisão na estimativa do volume, sendo a única que o volume estimado foi igual ao observado. Através do teste de L&O, Silva et al. (2009) verificaram também a melhor arquitetura de rede para estimar volume de eucalipto.

Na figura 1 são apresentados os gráficos da relação entre o resíduo (%) e DAP (cm) (Figura 1), observa-se nas estimativas de volume que ambos os métodos realizaram um bom ajuste de dados, sem muita tendência e poucos dados discrepantes.

Figura 1: Gráfico de dispersão residual (%) em função do DAP (cm). Fonte: Própria.



Seguindo a análise estatística, a RNA-2 apresentou o melhor ajuste de dados em relação aos demais métodos, apresentando alguns dados discrepantes, porém com uma melhor precisão em estimar o volume em árvores com DAP>100. Ao estimar o volume de Mogno Africano através de RNA, Neto (2018) verificou através da análise gráfica que a RNA com apenas DAP e h como variável de entrada numérica gerou resultados satisfatórios, como visto neste trabalho também.

5. CONCLUSÕES

No presente estudo, as RNA demonstraram superioridade sobre o ajuste e uso de Schumacher e Hall, portanto, foi o melhor método para estimar o volume de angelim pedra.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, B.H.P. Modelagem da altura, volume e afilamento do fuste de *Calycophyllum Spruceanum* Benth. empregando regressão e redes neurais artificiais. 2015. 52 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- [2] BARAÚNA, E. E.P.; VIEIRA, R. S.; MONTEIRO, T. C.; ARANTES, M. D. C.; CARVALHO, D. M.; LIMA, M. T. Tratamento térmico de madeira serrada do angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) com boro. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 1, p. 30-36, 2011.

- [3] BULLINARIA, J. A. **Introducion to Neural Computation**. Notas de aula. 2009. Disponível em: <<http://www.cs.bham.ac.uk/~jxb/inc.html>>. Acesso em: 11 de Jul. 2018.
- [4] CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2017.
- [5] FORTES, M. M. EFEITO DA UMIDADE E DA ACÚSTICA NA TORREFAÇÃO DE MADEIRAS DE *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliottii* e *Dinizia excelsa*. 2018. 56 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília.
- [6] HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [7] LEITE, H. G.; OLIVEIRA, F. H. T. Statistical procedure to test the identity of analytical methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, n.7/8, p.1105-1118, 2002.
- [8] MACHADO, S. A; CONCEIÇÃO, M. B; FIGUEIREDO, D. J. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, vol. 4, n. 2, p. 185-197, 2002.
- [9] NETO, J. C. S. Redes neurais artificiais na estimação de volume de mogno africano (*khaya ivorensis*). 2018. 23f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.
- [10] OLIVEIRA, P. R. S.; MORAIS, V. M. C.; VIEIRA, W. O.; NAGAISHI, T. Y. R.; SILVA, M. DENSIDADE DA MADEIRA DE *Dinizia excelsa* DUCKE (FABACEAE), ESPÉCIE ENDÊMICA DA REGIÃO AMAZÔNICA. IN: **III Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia da Madeira**, 2017, Florianópolis.
- [11] ÖZÇELİK, R.; DIAMANTOPOULOU, M. J.; BROOKS, J. R.; WIANT JR, H.V. Estimating tree bole volume using artificial neural network models for four species in Turkey. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v.91, n.3, p.742-753, 2010.
- [12] SILVA, M. L. M.; BINOTI, D. H. B.; GLERIANI, J. M.; LEITE, H. G. Ajuste do modelo de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1133-1139, 2009.
- [13] VENDRUSCOLO, D.G.S.; DRESCHER, R.; SOUZA, H.S.; MOURA, J. P. V. M.; MAMORÉ, F. M. D.; SIQUEIRA, T.A.S. Estimativa da altura de eucalipto por meio de regressão não linear e redes neurais artificiais. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 556-569, 2015.

Autores

EZEQUIEL REDIN (ORGANIZADOR)

Professor Adjunto do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Estudos Rurais). Membro da Academia Centro Serra de Letras, ocupando a cadeira n. 21. Membro dos Comitês de avaliação da FAPERGS/RS, FAPESC/SC e FAPITEC/SE. Editor do Periódico Extensão Rural (Santa Maria). Tesoureiro da Associação Riograndense dos Tecnólogos (ARTECNOL). Formado na licenciatura do Programa Especial de Graduação de Formação Pedagógica de Professores (PEG/UFMS - 2012-2013). Formado no curso de Filosofia - Licenciatura (UFMS - 2016-2019). Formado no Mestrado em Extensão Rural (2009-2011). Formado na Pós-graduação em Gestão Pública Municipal (2010-2011). Formado na Pós-graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas à Educação (UFMS - 2013-2014). Formado na Pós-graduação em Ensino de Sociologia no Ensino Médio (2014-2015). Formado na Pós-graduação em Ensino de Filosofia no Ensino Médio (2017-2018). Doutorado em Extensão Rural pelo Programa de Pós-graduação em Extensão Rural (2011-2015). Foi o criador da Pós-graduação Lato Sensu e Coordenador do Curso de Pós-graduação em Agronegócios da Faculdade Metodista de Santa Maria (2017-2018). Foi Coordenador do Curso de Administração (2018-2018). Foi Coordenador do Curso de Ciências Contábeis (2018-2018). Foi Assessor da Pós-graduação da Faculdade Metodista de Santa Maria (2017-2018).

ADRIANA CRISTINA REIS FERREIRA

Gerente de qualidade e relacionamento do CIC. Graduação em Ciências Biológicas. Doutora em Biologia e Biotecnologia de Microrganismos pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

AGATHA SANTOS

Graduação: Engenharia Ambiental e Sanitária na PUC Campinas (2010 -2014) Pós-Graduação - Especialização: Engenharia de Segurança do Trabalho (2015 - 2016) Pós-Graduação - Mestrado: Engenharia Agrícola (área: água e solo) - (2018 - 2020) FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - UNICAMP

ALESSANDRA DE JESUS SILVA

Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2018) e MBA em Gestão da Qualidade pela Universidade Pitágoras Unopar (2020). Participação como autora em eventos científicos como: Seminário de Iniciação Científica da UEFS. Atualmente trabalha em uma empresa privada da indústria petroquímica em São Gonçalo dos Campos, Bahia.

ALGACIR JOSÉ RIGON

Licenciado em Filosofia, Mestre e Doutor em Educação. Professor na Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito.

ANDERSON FERREIRA VILELA

Técnico em Química (CEFET-MG), Técnico em Cervejaria (Câmara da Indústria e Comércio da Alta Baviera/SENAI-RJ), Farmacêutico (UFMG), Mestre em Ciência dos Alimentos (UFMG) e Doutor em Engenharia de Processos (UFCG). Professor da UFPB dos cursos técnico e superior de Agroindústria. Tem experiência na área de pesquisa, desenvolvimento e qualidade de bebidas, em especial cachaça e cerveja.

ANDRESSA VOGT

Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina Foi bolsista de Iniciação Científica PIBIC/Fundação Araucária desenvolvendo pesquisa na área de secagem e armazenagem de grãos (2016-2017).

ANGÉLICA TAROUCO MACHADO

Bacharela em Zootecnia pela Universidade Federal do Pampa/Campus Dom Pedrito/RS, atuando como bolsista PET-Agronegócio. Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, fazendo parte do corpo discente do Núcleo de Pesquisa em Pecuária Leiteira e Comportamento Animal - NUPLAC (UFRGS). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Produção de Ruminantes, atuando principalmente nos seguintes temas: nutrição de ruminantes, bovinocultura de leite, comportamento animal, temperamento animal e consumo de água de bovinos de corte confinados.

ANTONIO ALEF PEREIRA DE OLIVIERA

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar -UFPB-PPGTA. Bacharelado em Agroindústria pela Universidade Federal da Paraíba- Campus III- Bananeiras/PB. Técnico em Agroindústria pelo Instituto Federal do Ceará.

ARIANNE DANTAS VIANA

Graduada em Engenharia de Alimentos/UESB; Mestre em Engenharia de Alimentos/UESB e Doutorado em Ciência dos Alimentos/UFLA. Atualmente é professora Adjunta no Campus III da UFPB.

BIANCA DINIZ DA ROCHA

Graduada em Bacharelado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA. Atualmente é mestranda do Programa de Extensão Rural da Universidade Federal de Viçosa - UFV. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em gestão de recursos comuns, Ordenamento Territorial, Planejamento Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

BRENNO VINICIUS MEDEIROS LIMA

Mestre em Planejamentos de Sistemas Energéticos pela Faculdade de engenharia mecânica na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (2020). Possuindo título de Bacharelado em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA (2016) e Bacharelado em Ciências e Tecnologia – UFRSA (2014).

BRUNA COUTO NICARETTA

Graduanda em engenharia de alimentos pela Universidade Federal do Pampa.

BRUNA DE SOUZA MORAES

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo (2007). Mestre e doutor em Ciências da Engenharia (Hidráulica e Saneamento) pela Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (2009 e 2012). É pós-doutoranda do Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR), com intercâmbio de investigação na University of Southern Denmark (SDU). Atualmente é Coordenador Associado e Pesquisador do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), professor titular do Programa de Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos (PSE) da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) da Unicamp, e professora participante do programa Doutorado em Bioenergia (UNICAMP / UNESP / USP).

CANDIA DIAS SOARES

Técnica de laboratório/especialista em agroindústria do Curso de Engenharia de Alimentos, Unipampa Bagé

CANDIDO JORGE DE MORAES

Possui Graduação em Agronegócio pela Universidade Federal do Pampa (2019).

CARLOS EDUARDO PEREIRA

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (2004) onde também realizou mestrado (2005) e doutorado em Agronomia/Fitotecnia (2008). Atualmente é professor associado na Universidade Federal do Sul da Bahia. Trabalha na área de Tecnologia de Produção e Beneficiamento de Sementes, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes.

CAROLINE BERTOGLIO

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (2018) e Mestre em Agronomia com área de concentração em Fitossanidade pela Universidade Estadual de Londrina (2021).

CASSIEL HENRIQUE MOREIRA

Bacharel em Agronomia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, nos anos de 2016 e 2017 realizou estágio no norte da Alemanha pela Deutsche Lehranstalt für Agrartechnik (DEULA-Nienburg), atualmente é mestrando em Extensão Rural pela Universidade Federal de Santa Maria.

CRISTIANO VILLELA DIAS

Secretário Geral do PCTsul e Diretor Científico do CIC. Graduado em Ciências Biológicas. Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2011).

DÉCIO MOSSINI JÚNIOR

Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Maringá (2010), Especialização em Pós-colheita e Produção de Sementes pela Universidade Federal de Mato Grosso (2012), Mestrado em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2013), Certificação Green Belt (2017). Atualmente colaborador da empresa Bayer do Brasil, atuando no departamento de manufatura de sementes de milho. Tem experiência em processos de pós-colheita e beneficiamento de sementes (secagem, armazenamento, classificação), fisiologia e manutenção da qualidade, além de ferramentas de melhoria contínua, Lean & Seis Sigma e operações de classe mundial.

DINAH PEREIRA RODRIGUES

Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (2019). Mestranda em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. Área de concentração em produção animal e subárea forragicultura.

DOUGLAS VALENTE DE OLIVEIRA

Possui graduação em Ciências Agrárias (2018) e Engenharia Florestal (2019) pela Universidade Federal do Oeste do Pará. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Manejo Florestal. Atualmente mestrando em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa - UFV.

ELISANDRO PIRES FRIGO

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI/RS em 2002, Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais pela UNIOESTE em 2005, Doutorado em Agronomia pela FCA - UNESP, campus de Botucatu/SP em 2008. É Consultor ad hoc da Fapesp, Fapemig, Fapespa e Cnpq. Professor Associado e dos Cursos de Mestrado e Doutorado da UFPR em Engenharia e Tecnologia Ambiental e da Unioeste Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos), Bolsista produtividade Pq2 Cnpq. Coordenador de Ensino Superior da Superintendência de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná SETI/PR de fevereiro a julho de 2019. Diretor Geral e ordenador de despesa da Secretaria de Educação e Esporte do Estado do Paraná - SEED/PR de agosto de 2019 a janeiro de 2020. Assessor Governadoria de Fevereiro a junho de 2020. Diretor Geral da Secretaria de Administração e Previdência de Julho de 2020 até o presente momento.

ELTON KENDY KAWAMOTO

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade de Marília (2017) e Tecnologia em Mecanização de Agricultura de Precisão pela Faculdade de Tecnologia de Pompeia - Shunji Nishimura (2017). Atualmente trabalha no Instituto BioSistêmico como Consultor Técnico e cursando uma Especialização em Solos e Nutrição de Plantas pela ESALQ/USP. Tem experiência nas áreas de Fertilidade do Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: adubação química, adubação verde, adubação orgânica, fertilidade do solo; Agricultura de Precisão: GPS, piloto automático, manutenção de tratores e sistemas de informação geográfica (SIG); Fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: café, cana-de-açúcar, hortaliças, milho e soja.

FABRÍCIO SCHWANZ DA SILVA

Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas (1996), Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (2000) e Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (2003). Professor Adjunto na Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina no Departamento de Engenharias e Exatas. Tem experiência e atua na área de Engenharia Agrícola, com ênfase nas áreas de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, atuando principalmente nos seguintes temas: armazenamento, secagem, propriedades físicas, sementes, grãos, alimentos, qualidade, construções rurais e meio ambiente

FERNANDA ALEXANDRE SOARES

Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina (2014-2018). Realizou estágio obrigatório na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), na área de olericultura. Foi voluntária de Iniciação Científica PIBIC/UFPR desenvolvendo pesquisa na área de secagem e armazenagem de grãos (2016-2017). Atuou como monitora da disciplina de Horticultura Geral (2017). Participou de projeto de extensão como bolsista da Fundação Araucária realizando atividades relacionadas a agroecologia, com ênfase em produção de alimentos orgânicos (2014-2016).

FRANCIELE PAZ MORO

Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal do Pampa - Unipampa - Campus Dom Pedrito

FRANCISCO DE ASSIS OLIVEIRA

Graduado em Bacharelado em Agroindústria pela Universidade Federal da Paraíba, Mestrando em ciência Animal, UFPA, atuando nas áreas Controle de Qualidade Produtos de Origem Animal e Microbiologia de alimentos.

GISELE DE AGUIAR LIMA

Graduada em Bacharelado em Ciências Agrárias e Bacharelado em Engenharia Florestal, pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Realizou estágio voluntário no Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Estudante de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida na UFOPA.

GISELE HERBST VAZQUEZ

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela USP/Piracicaba (1986), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela mesma instituição (1995) e doutorado em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes) pela UNESP/Jaboticabal (2005). Atua como docente titular nos cursos de Agronomia, Arquitetura e Urbanismo e Direito e no programa de pós-graduação em Ciências Ambientais nível mestrado da Universidade Brasil/Fernandópolis. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: paisagismo, arborização urbana e meio ambiente; produção e tecnologia de sementes; manejo de culturas anuais e de cana-de-açúcar.

GUSTAVO BASTOS MOREIRA

Possui Graduação em Agronegócio pela Universidade Federal do Pampa (2018).

HEBE PEREZ DE CARVALHO

Possui graduação em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado (1984), Mestrado em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade Federal de Lavras (1989) e Doutorado em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade Federal de Lavras (2010). Tem experiência na área de ensino, com ênfase em Fitopatologia. Professora de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes.

JOBERT SILVA DA ROCHA

Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA (2020) e atualmente Mestrando em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná - UFPR. Pesquisador integrante do Centro de Estudos em Manejo e Sistemas Integrados (CEMI). Tem experiência na área de Recursos Florestais, com ênfase em Manejo florestal.

JOÉLIO FARIAS MAIA

Possui graduação em Agronegócio, pela Universidade Federal do Pampa (2018), é Pós-graduando na Especialização em Agronegócio, pela Universidade Federal do Pampa (2020) e Mestrando em Administração pela Universidade Federal do Pampa (2º Semestre), linha de pesquisa de Organizações e Desenvolvimento. Possui em nível técnico os cursos de Administração (2012) e Técnico em Contabilidade (2007). É integrante do Núcleo de Agroecologia e Manejo e Conservação do Solo e Editor Convidado da Revista Científica Agropampa (ISSN 2525-877X). Atua na área de pesquisa da Agricultura Familiar, Desenvolvimento Sustentável, Economia Rural.

JORGE CHIAPETTI

Professor da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade de Passo Fundo (UPF) - Mestrado Pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) em Desenvolvimento Rural e Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". UNESP/Rio Claro (2010).

JOSE ACELIO SILVEIRA DA FONTOURA JUNIOR

Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria (1999), mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003) e doutorado pela Universidade Federal de Pelotas (2008). Atualmente é professor associado na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito, RS) onde ministra as disciplinas de Melhoramento Animal I, Forragicultura I e II e Bovinocultura de Corte I e II. Atua como colaborador em projetos da Universidade Pelotas (NUPEEC) e Embrapa Pecuária Sul (Bagé). Foi coordenador do curso de Zootecnia, na Universidade Federal do Pampa, nos anos de 2011 e 2012. Atualmente é Tutor do Grupo PET Agronegócio e líder do grupo Gespampa (Grupo de pesquisa, ensino e extensão em sistemas produtivos do Pampa). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Manejo e Conservação de Pastagens, atuando principalmente nos seguintes temas: produção animal, bovinos de corte, pastagem nativa e modelagem de sistemas.

JOSÉ CARLOS LOPES

Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agronomia do Espírito Santo (ESAES), Atualmente CCA-UFES (1975); mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará, UFC, área de concentração Tecnologia e Produção de Sementes (1980); doutor em Ciências, área de concentração Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP (1990). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Espírito Santo (coordena o Laboratório de Análise de Sementes do CCA-UFES), lidera o grupo de pesquisa Ecofisiologia da germinação e desenvolvimento de plantas do CCA. Atua nas linhas de pesquisa de Ecofisiologia da germinação e desenvolvimento de plantas e Silvicultura, nas áreas de Biotecnologia e Ecofisiologia do desenvolvimento, e Fisiologia e bioquímica de plantas.

JOSÉ SÉRGIO DE SOUSA

Graduado pela Universidade Federal da Paraíba no curso de Bacharelado em Agroindústria.

JULIA PEDROSO DIAS

Graduação em agronomia pela Universidade Federal do Paraná (2018), Mestrado em Agronomia com ênfase em ciências do solo pela Universidade Estadual de Londrina (2021) e, atualmente, doutoranda pelo mesmo programa. Possui experiência na área de fertilidade do solo e nutrição de plantas e nematologia agrícola.

JULIO CORDEIRO DO NASCIMENTO

Graduado em Agronegócio na Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, no ano de 2018. Possui como foco de estudo as áreas do agronegócio, agricultura familiar e agroecologia. Atualmente, é bolsista voluntário do NASol - Núcleo de Estudos e Pesquisa em Agroecologia e Manejo e Conservação do Solo, e aluno do curso de Especialização em Agronegócio na UNIPAMPA.

KHÉTRIN SILVA MACIEL

Professora Adjunta I da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) na área de Ecofisiologia Vegetal/Ciências e Tecnologias Agroflorestais. Técnica em Agroindústria formada pela Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA) (2006). Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Espírito Santo (2013). Mestre (2015) e Doutora (2018) em Produção Vegetal/Biotecnologia e Ecofisiologia do Desenvolvimento de Plantas pelo Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo - PPGPV/CCAUE-UFES. Especialização em Pós-Graduação Lato Sensu em Docência do Ensino Superior (2017). Possui experiência na área de Biotecnologia e Ecofisiologia do Desenvolvimento de Plantas.

LARISSA TRINDADE DE LIMA

Graduada em Zootecnia pela Unipampa, atualmente estudando do Curso de Pós-graduação Especialização em Produção Animal, e estudante de Medicina Veterinária na Unipampa. Ao longo da graduação em zootecnia foi bolsista do grupo PET Agronegócio.

LAURA FERNANDA DE LIMA LOBATO

Bacharela em Ciências Agrárias, Engenharia Florestal e Mestranda em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

LEANDRO VAZ DA SILVA

Pós graduando em Agronegócio e Formado em Tecnologia do Agronegócio pela Universidade Federal do Pampa, Administração, nível técnico, graduação em ciências econômicas em andamento com experiências na área de atendimento, Tic's, manutenção e instalação de hardware e software e administração.

LIA DE OLIVEIRA MELO

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (1990), mestrado em Biologia Ambiental pela Universidade Federal do Pará (1995) e doutorado em Ciências Florestais pela Universidade de São Paulo (2005). Iniciou a carreira docente em 1992. Atualmente é professor Titular da Universidade Federal do Oeste do Pará. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Manejo de Florestas Naturais e Crescimento e Produção de Floresta, atuando principalmente nos seguintes temas: inventário florestal, dinâmica de crescimento de florestas, diversidade florística e manejo de capoeiras

LILIAN GRAICY LIMA MORAIS LIMA

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2011). Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2008). Atualmente é aluna do curso de pós-graduação em Computação Aplicada à Educação da Universidade de São Paulo. Atua no Ensino Superior tendo ministrado aulas para as disciplinas Pedologia, Paleontologia, Sensoriamento Remoto, Geomorfologia Estrutural e Climatologia.

LUCIANA BAGDEVE DE OLIVEIRA DOS SANTOS

Possui graduação em Bacharelado Em Química pela Universidade Federal da Bahia (2000) e doutorado em Química (Química Analítica) [Sp-Capital] pela Universidade de São Paulo (2006). De maio de 2006 a março de 2008 desenvolveu projeto de pós-doutoramento na Universidade de São Paulo com bolsa FAPESP. Atualmente é professor Titular da Universidade Estadual de Feira de Santana, onde atuou como coordenadora do curso de Licenciatura em Química durante 2014 a 2018. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Eletroanalítica, atuando principalmente nos seguintes temas: Pesticidas e metais, voltametria de onda quadrada, análise por injeção sequencial, cromatografia por injeção sequencial, fluxo contínuo e estudos de adsorção de poluentes com solos e argilominerais.

LUIZ EDUARDO VIEIRA DE ARRUDA

Engenheiro Agrícola e Ambiental, UFERSA, 2011; MSc. em Manejo de Solo e Água, UFERSA, 2014; DSc. em Manejo de Solo e Água, UFERSA, 2018; Professor Substituto, UFERSA, Pau dos Ferros, RN; Consultor em Engenharia de Segurança do Trabalho; Consultor em Irrigação;

LUIZ SERGIO VANZELA

Graduado em Agronomia pela UNESP-Ilha Solteira em 2001, Mestre em Agronomia pela UNESP-Ilha Solteira em 2004 e Doutor em Agronomia pela UNESP-Ilha Solteira em 2008. Atualmente é Coordenador e Professor Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais da Universidade Brasil. Também é Professor no Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Brasil - Campus de Fernandópolis e no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Fundação Educacional de Fernandópolis. É membro da Câmara Técnica de Águas Subterrâneas e Usos Múltiplos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande. Como pesquisador atua nas áreas de Engenharia de Água e Solo, Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos e em Georreferenciamento e Geoprocessamento.

LUIZA NUNES RODRIGUES

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Pampa - Dom Pedrito - RS, (2018/2) e atualmente é graduanda de Medicina Veterinária pela mesma universidade em Uruguaiana. Foi bolsista do Programa de Educação Tutorial (2014-2018) atuando em projetos de extensão, ensino e organização de eventos.

MARCILIO MACHADO MORAIS

Possui formação em engenharia de alimentos pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (1997), mestrado em engenharia e ciências de alimentos pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (2000), e doutorado pela em Engenharia química pela UNICAMP (2005), atualmente é professor na Universidade Federal do Pampa

MÁRCIO ZAMBONI NESKE

Professor adjunto da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Professor do Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS) – UERGS. Biólogo (URCAMP). Doutor e mestre em Desenvolvimento Rural (UFRGS). Tem experiência profissional e acadêmica na área de Desenvolvimento Rural, atuando principalmente nas temáticas de Agricultura e Pecuária Familiar, Povos e Comunidades Tradicionais e Agroecologia.

MARGARETH SIMÕES

Bachelors at Engineering from Universidade Federal Fluminense (1986), Master in Computer and Systems Engineering from Federal University of Rio de Janeiro (1993), Ph.D. in Geography from the Federal University of Rio de Janeiro and Geoinformatic and Natural Resource Management- Faculty of Geoinformation Science and Earth Observation (ITC, Netherlands),1997. She is currently associate researcher at Maison de la Télédétection (CIRAD/UMR TETIS,Agropolis/Montpellier-France), fellow professor - Université Rennes 2 Haute Bretagne, professor at the University of Rio de Janeiro (Post Grad Course on Geomatics and D.Sc. Course on Environment) is also senior researcher of the Brazilian Agricultural Research Corporation, Secretary of International Relationship. Has experience in Geoinformatics applied to Geosciences with an emphasis in Remote Sensing, Geographic Information System - Spatial Analysis, environmental/agricultue monitoring, Land Use Change (LUC) and Land Use Modelling.

MARIA DO SOCORRO COSTA SÃO MATEUS

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Católica do Salvador (1989), Mestrado em Geotecnia pela Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo (1994) e Doutorado em Geotecnia Ambiental pela COPPE-UFRJ (2008). Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Feira de Santana-BA. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Geotecnia e Geotecnia Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: meio ambiente, resíduos sólidos urbanos, solos não saturados, comportamento geotécnico dos solos e fundações. Orientadora de Mestrado.

MARIA PAULA CARDEAL VOLPI

Graduada em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar-CCA (2012-2015) Mestre em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas - FEQ-UNICAMP (2016-2018) Atualmente doutoranda de Bioenergia da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas - FEA-UNICAMP

MARIANA MENESES BATISTA

Tem experiência na área de Zoologia.

NAJARA SOUSA DA SILVA

Técnica em Química pela Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP e Graduanda em Bacharelado em Agroindústria - UFPB. Atuou como monitora e bolsista de iniciação científica na área de microbiologia. Experiência na área de Biotecnologia e produtos naturais.

NATÁLIA COSTA DA SILVA

Técnica em Agroindústria pelo Colégio Agrícola Vidal de Negreiros da Universidade Federal da Paraíba (CAVN/UFPB). Graduação em Bacharelado em Agroindústria pela UFPB. Experiência como bolsista e voluntária de projetos de ensino, pesquisa e extensão.

NEUDI JOSÉ BORDIGNON

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (1995), especialização em Projeto e Análise de Estruturas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1997), mestrado em Engenharia Ambiental pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (2005). É doutorando em Engenharia agrícola - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná e professor efetivo da Universidade do Estado de Santa Catarina.

OSMAR MANOEL NUNES

Doutor em Desenvolvimento Regional pela Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC (2014), Mestre em Engenharia de Produção (2003) e Graduado em Ciências Econômicas (1999) pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Atua como Professor Adjunto na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), nos Cursos de Graduação: Curso Superior em Tecnologia do Agronegócio, Bacharelado em Enologia e Zootecnia; e na Pós-Graduação ministra Disciplina na Especialização em Produção Animal e na Especialização em Agronegócio. Coordena a Especialização em Agronegócio desde janeiro de 2019. É Editor Chefe da Revista Agropampa: Revista de Gestão do Agronegócio desde março de 2019. Exerceu a função de Coordenador do Curso de Agronegócio, do Campus de Dom Pedrito, da Universidade Federal do Pampa entre 2015 e 2019. Coordenou o Grupo de Pesquisa Gestão em Agronegócio e Desenvolvimento Rural - GEADER no ano de 2015. É Parecerista de diversas Revistas, entre elas: Desenvolvimento em Questão do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento do Departamento de Ciências Administrativas, Contábeis, Econômicas e da Comunicação da UNIJUI, e da Revista Eletrônica GEPEC da Unioeste, Campus de Toledo/PR do Programa Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio e da Revista Eletrônica Científica da UERGS. Tem experiência nas áreas de Finanças das Empresas (Administração Financeira e Orçamentária), Gestão de Custos, Economia Rural, Economia Internacional, Contabilidade Social, Economia Brasileira, Desenvolvimento Socioeconômico, Economia Monetária, Economia Regional e Urbana, Economia e Administração Rural, Economia Gaúcha, Engenharia de Produção e Empreendedorismo.

PATRICK CALVANO KUCHLER

Doutorado em andamento em Ciências Ambientais pela UERJ e em Géomatique pela école doctorale GAIA, Université Montpellier em cotutela. Mestre em Engenharia Cartografia pelo IME (2009).

Graduado em Geografia pela UERJ (2005). Atualmente atua na área de pesquisa como colaborador na EMBRAPA - Solos em parceria com a Maison de la Télédetection, Montpellier, França no laboratório UMR-TETIS. Atua como professor colaborador das disciplinas de Cartografia, Metodologia da pesquisa e Ecologia na UFJF no departamento de Geociências, como professor colaborador das disciplinas de Geoprocessamento e Tópicos Especiais em Meio Ambiente na UERJ/FEBF e como professor da disciplina de Sensoriamento Remoto na pós graduação em Oceanografia da FAMATH. Tem experiência de mais de 14 anos na área de Cartografia, Geodésia, SIG, Processamento Digital de Imagens, Análises Espaciais e Bancos de dados Geográficos na iniciativa privada, dos quais 9 anos no setor de energia e meio ambiente em multinacionais. Já desenvolveu pesquisas relacionadas ao uso de geotecnologias na produção de material didático para professores de Geografia, mapeamento com equipamentos GNSS-RTK de feições erosivas e deposicionais em ambiente costeiro, projeto de correção geométrica de imagens de alta resolução, projeto de integração de Geotecnologias e Análise Multicritério para monitoramento de Unidades de Conservação e atualmente faz parte do projeto de pesquisa GeoABC, que objetiva o mapeamento por Sensoriamento Remoto de sistemas sustentáveis de produção agrícola.

PAULA APARECIDA MUNIZ DE LIMA

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Possui experiência na área de Biotecnologia e Ecofisiologia do Desenvolvimento de Plantas, com ênfase em Tecnologia e fisiologia de sementes.

RAFAEL HENRIQUE DE FREITAS NORONHA

Professor Adjunto da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) na área de Máquinas, Mecanização Agrícola e Florestal no Centro de Formação em Ciências Agroflorestais (CFCAf). Engenheiro Agrônomo - Universidade Estadual Paulista - UNESP - Bolsa CNPq entre 2005 a 2007. Graduação - Sanduiche - Agrocampus Ouest (École Nationale Supérieure de Rennes) - França com a bolsa Programa CAPES/Brafagri Brasil França Agricultura - em 2008. Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista - UNESP - CNPq entre 2010-2011. Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista - UNESP - CAPES entre 2015-2018. Obtendo experiência na área de Fitotecnia e Engenharia Agrícola, com ênfase em Máquinas e Mecanização Agrícola.

RAFAEL RODE

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (2004), mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (2008) e doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2014). Atualmente é professor de ensino superior da Universidade Federal do Oeste do Pará. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Silvicultura, Manejo e Planejamento Florestal.

ROBERTO ANDREANI JUNIOR

Possui graduação em Agronomia pela Universidade de Taubaté (1983), Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1995) e Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998). Ministra aulas de Silvicultura e Manejo Florestal, Biologia e Controle de Plantas Daninhas, Olericultura Geral e Especial no curso de Agronomia da Universidade Brasil. É Professor do Curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais "Stricto Sensu" da Universidade Brasil onde ministra a disciplina de Recuperação Vegetal de Áreas Degradadas. Tem experiência na área de Agronomia atuando nas áreas de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, Produção de Hortaliças, Silvicultura e Manejo Florestal com ênfase em Recuperação de Áreas Degradadas de Mata ciliar.

RODRIGO DEMONTE

Graduado em Engenharia Agrônoma (1986), Mestre em Agronomia / Ciências do Solo (2001) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Doutor em Ciências do Meio Ambiente pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro - PPG-MA / UERJ (2012). Trabalhou na Fundação de Apoio a Escola Técnica da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia - FAETEC/RJ e no Programa Rio-Rural da Superintendência de Microbacias Hidrográficas da Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento Pesca e Desenvolvimento do Interior - SMH/SEAAPI-RJ. Atualmente é pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos. Áreas de atuação: Agronomia e Ciência do Solo ? Pedologia; Diagnóstico e Planejamento Ambiental; Recuperação de Áreas Degradadas; Indicadores Ambientais/ Sustentabilidade; Mudanças de Uso do Solo e Impactos Ambientais.

RODRIGO SOBREIRA ALEXANDRE

Técnico em Agropecuária pela antiga Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA) (1989), formado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES (1999), Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2002), Doutorado pela UFV (2006) e Pós-Doutorado em Tecnologia e Produção de Sementes pela UFV (2008). Atualmente é Professor Associado II do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira - DCFM, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE, pertencente a UFES, onde foi Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCFL)/UFES gestão 2017-2018. Atua na área de Fruticultura, Sementes Frutíferas e Florestais, Propagação Vegetativa de Espécies Frutíferas e Florestais e Cultura de Tecidos Vegetais.

ROGÉRIO CAMARGO

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Pampa (2018), pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIasselvi (início 2019). Atualmente é mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Pampa (início 2019)

RONAN GUALBERTO

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras (1985), mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (1991) e doutorado em Agronomia Genética e Melhoramento de Plantas pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV-UNESP Jaboticabal (2000). Atualmente é professor titular da Universidade de Marília. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Melhoramento Genético Vegetal e Fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: ambiente protegido, e integração lavoura-pecuária-floresta. Autor de 29 artigos completos e 98 trabalhos publicados em eventos. Conselheiro do CREA-SP, nos mandatos de 2005 a 2010, 2017 atual.

SAMUEL TAKASHI. SAITO

Gerente de análises e serviços do CIC. Graduação em Farmácia. Doutor Genética e Biologia Molecular pelo Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Pós-Doc pela CAPES/EMBRAPA.

SÉRGIO LUIZ AGUILAR LEVIEN

Engenheiro Agrícola, UFPEL, 1980; Ingeniero Agrónomo, especialidad Ingeniería Rural (título homologado por Ministério de Educación y Cultura, España), 1998; MSc. em Irrigação e Drenagem, UFC, 1985; DSc. en Riego, Universidad de Córdoba/España, 1998; Engenheiro, Professor e Pesquisador Aposentado, UFERSA, Mossoró, RN; Consultor em Irrigação e Drenagem;

SERGIO TULIO PEREIRA MACHADO

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade de Brasília (1985) e Graduação em Capacitação em Matemática pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (2002). Especialização em Avaliação Escolar em Matemática pela Fundação Cesgranrio (2009). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Brasil (2019). Atualmente é professor da educação básica - matemática do Centro de ensino médio professor Florêncio Aires e Colégio Estadual Marechal Arthur da Costa e Silva.

TAMIRES PORTO LIMA

Acadêmica do décimo semestre do curso de Zootecnia da Universidade Federal. Bolsista do Grupo PET agronegócio.

TÁSSIO REZENDE GARCIA

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (2021).

THAIS RIBEIRO DA SILVA

Atualmente é acadêmica da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Campus Dom Pedrito, onde cursa o oitavo semestre de Zootecnia, bolsista do grupo PET Agronegócio (Programa de Educação Tutorial). Com participação anterior no Núcleo de Pesquisa em Pequenos Ruminantes - NUPPER e anterior bolsista do grupo de pesquisa NASOL - Núcleo de agroecologia, manejo e conservação do solo. Participa de um grupo de estudos sobre etologia e bem estar animal e administra uma página do Instagram sobre o assunto.

VAGNER MAURICIO DA SILVA ANTUNES

Acadêmico da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, atualmente é aluno de intercâmbio na University of Zagreb, Croácia. Além disso, é membro do Grupo de Pesquisa Sistemas Sustentáveis de Produção Agrícola - Supra Pesquisa. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase Manejo Integrado de Plantas Daninhas, Herbicidas e Sementes.

VALERIA TERRA CREXI

Engenheira de Alimentos pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (2002), mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (2005) e doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande (2010). Atualmente é Professora Associada II na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) no curso de Engenharia de Alimentos, no qual foi coordenadora de curso entre 2013 e 2015. Líder do grupo de pesquisa em Óleos e Gorduras (UNIPAMPA) tem experiência nas áreas de Análise de Alimentos, Química de Alimentos, Tecnologia de Alimentos e Óleos e Gorduras.

VLADIMIR BATISTA FIGUEIRÊDO

Engenheiro Agrônomo, UFERSA, 2001; MSc. em Irrigação e Drenagem, UFLA, 2003; DSc. em Irrigação e Drenagem, UNESP, 2008; Professor Adjunto e Pesquisador, UFERSA, Mossoró, RN; Consultor em Irrigação;

WAGNER ANTÔNIO TENÓRIO FREITAS

Possui Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Atualmente é aluno de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais da Amazônia (PPGRNA) desenvolvendo o trabalho intitulado: Estudos populacionais de castanheiras por usos e

AUTORES

áreas protegidas no Mosaico de Unidades de Conservação de Carajás-Parauapebas. Foi bolsista de iniciação científica (CNPQ) tendo experiência na área de Botânica, com ênfase em Melissopalínologia.

