

Robson José de **Oliveira**
Organizador



AGRICULTURA EM FOCO

Tópicos em
**Manejo,
Fertilidade do Solo e
Impactos Ambientais**

VOLUME
1



editora científica

Robson José de **Oliveira**
Organizador

AGRICULTURA EM FOCO

Tópicos em
Manejo,
Fertilidade do Solo e
Impactos Ambientais
- Volume 1

1ª Edição

2020





Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A278	Agricultura em foco [recurso eletrônico] : tópicos em manejo, fertilidade do solo e impactos ambientais: volume 1 / Organizador Robson José de Oliveira. – Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2020. 216p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN: 978-65-87196-16-9 DOI: 10.37885/978-65-87196-16-9 1. Agricultura – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira, Robson José de. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download e compartilhamento desde que os créditos sejam atribuídos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.



editora científica

CORPO EDITORIAL

Editor Chefe: Reinaldo Cardoso
Editor Executivo: João Batista Quintela
Assistentes Editoriais: Elielson Ramos Jr.
Érica Braga Freire
Erick Braga Freire
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior

Conselho Editorial

Prof. Dr. Robson José de Oliveira - Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro - Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo - Universidade Estadual de Campinas
Profª. Drª. Eloisa Rosotti Navarro - Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ernane Rosa Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke - Universidade Federal do Pampa
Prof. Me. Domingos Bombo Damião - Universidade Agostinho Neto, Angola
Prof. Dr. Edilson Coelho Sampaio - Universidade da Amazônia
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa - Universidade do Estado Do Pará
Prof. Me. Reinaldo Eduardo da Silva Sale - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof. Me. Patrício Francisco da Silva - Faculdade Pitágoras de Imperatriz
Prof. Me. Hudson Wallença Oliveira e Sousa - Instituto Nordeste de Educação Superior e Pós-Graduação
Profª. Ma. Auristela Correa Castro - Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª. Drª. Dalízia Amaral Cruz - Universidade Federal do Pará
Profª. Ma. Susana Martins Jorge - Ferreira - Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Fabricio Gomes Gonçalves - Universidade Federal do Espírito Santo

EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.org - contato@editoracientifica.org

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 9

A OCUPAÇÃO DAS TERRAS DE CÓRREGO DAS PEDRAS NO SUDOESTE DE MATO-GROSSE

José Pereira Filho

CAPÍTULO 2 20

ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E RESERVA LEGAL NA MICRORREGIÃO DE VIÇOSA-MG

Maria Aparecida Sant'anna; Robson José de Oliveira; Giovani Levi Sant'anna; Paula Barbosa dos Santos; Nayara Maria Araújo Rios Ribeiro; Vanessa Paiva Zoccal Ferrari; Kleder Cássio Miranda Rosal; Nathalia Brandão Gomes

CAPÍTULO 3 29

ANÁLISE SENSORIAL DE BOLINHOS A BASE DE PIRAÍBA (*BRACHYPLATHYSTOMA FILAMENTOSUM*)

Flávia Roseira dos Reis

CAPÍTULO 4 34

ANÁLISE TÉCNICA DA PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BIODIESEL ORIUNDO DE ÓLEOS VEGETAIS VIA TRANSESTERIFICAÇÃO ALCALINA HOMOGÊNEA

Matheus dos Santos Viana; Rhuan Carlos Martins Ribeiro; Glauber Tadaiesky Marques; Otávio André Chase; José Felipe de Almeida

CAPÍTULO 5 43

APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO ACETILSALICÍLICO NO MANJERICÃO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

Ednardo Gabriel De Sousa; Ivane de Pontes Moura; Adjair José Da Silva; Márcia Paloma Da Silva Leal; Joelma Farias Vieira De Jesus; Marcos Fabrício Ribeiro De Lucena; Lucas Soares Rodrigues; Adriano Salviano Lopes ; Thiago Jardelino Dias

CAPÍTULO 6 49

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS EM SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI *IN VITRO*

Cássia Cristina Chaves Pinheiro; Ana Karoliny Alves Santos; Fernanda Sarmento de Oliveira Louzano; Caroline Silva Ferreira; Victor Fernando Galvão Bezerra; Francisco Carlos de Oliveira; Leidiane Cristina Araújo da Silva; Samara Campos do Nascimento; Fernando Sartori Pereira

CAPÍTULO 7 54

ATRIBUTOS ANALISADOS NO AMADURECIMENTO DA PINHA (*ANNONA SQUAMOSA* L.) DETERMINANTES NA QUALIDADE DO FRUTO E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS

Caroline de Sousa Ribeiro; Larissa Alves Rodrigues; Francisca Suelane da Silva Meireles; Maria Iris dos Santos Costa; Carmem Valdênia da Silva Santana

CAPÍTULO 8 59

SUMÁRIO

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE BORDA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE APA DA REGIÃO DE CARATINGA - MG

Jardel Wilson de Freitas; Maria Loiza Izidóro de Assis; Milheny Silva de Paiva; Alex Cardoso Pereira; Adriana Barbosa Sales Magalhães

CAPÍTULO 9 62

BALANÇO HÍDRICO DA ATIVIDADE HORTÍCOLA, EM PIEDADE DE CARATINGA, MINAS GERAIS

Rui Pereira Ribeiro; Marcos Alves de Magalhães; Adriana Barbosa Sales Magalhães

CAPÍTULO 10 65

BIOMASSA DE OLIVEIRA: CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS

Jonathan Nunes Alves; Eduardo Alexandre Back Sivinski; Marco Antônio Moreira de Oliveira; Fernando Santos

CAPÍTULO 11 81

CALIBRAÇÃO DE SONDAS TDR EM UM SOLO COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Joel Antônio Silva; Allan Radax Freitas Campos; Fernanda Oliveira Fernandes; Monikuelly Mourato Pereira; Rafael Souza Vasconcelos

CAPÍTULO 12 85

A CONSTRUÇÃO SOCIAL NA PRODUÇÃO ORGÂNICA: O CASO DE SUPERAÇÃO NO ASSENTAMENTO CAPELA, RS

Dinamene Boaventura Silva; Frederico Antonio Mineiro Lopes; Helder dos Anjos Augusto; Deyvison Lopes Siqueira

CAPÍTULO 13 93

CHEMICAL AND ENERGETIC CHARACTERISTICS OF AFRICAN SWEET SORGHUM AS A SOURCE OF BIOENERGY

José Cláudio Caraschi; Ronaldo da S. Viana; Bruno R. de A. Moreira; Lesley Carina do Lago Attadia Galli; Glaucia Aparecida Prates

CAPÍTULO 14 101

COMPOSIÇÃO MINERAL E MICROBIOLÓGICA DE DEJETOS SUÍNOS SOB DECOMPOSIÇÃO ANAERÓBICA INFLUENCIADA PELA PRESENÇA DE CASCA DE ARROZ

Carlos Alexandre Oelke; Nelson Cristiano Weber; Dionas Freitas Bock; Bruno Neutzling Fraga; Patricia Rossi

CAPÍTULO 15 113

CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A EROSÃO DO SOLO CAUSADA PELO EFEITO *SPLASH*

Nathaly Eduarda Rocha ; Gislaine Gabardo; Lana Evilyn Barboza; Alexandre S. de Agostinho; Flávia Maruim Soares; Jackson Gaudeda Inglês De Lara; Camila Morais Cadena

SUMÁRIO

CAPÍTULO 16 119

DESEMPENHO AGRONÔMICO TARO CULTIVAR “SÃO BENTO” A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Guilherme Peterle; Gabriel Peterle; Gustavo Haddad Souza Vieira; Andre Dalla Bernardina Garcia; Dandara Lyone Silva de Oliveira; Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco; João Nacir Colombo; Jéssica Broseghini Loss

CAPÍTULO 17 124

DETERMINATION OF TOTAL ACCUMULATED RAINFALL, GLOBAL RADIATION, EVAPOTRANSPIRATION AND DEGREE-DAYS ORIGINATED FROM THE ECMWF MODEL TO SUGAR CANE CROP

Rafael Aldighieri Moraes; Jansle Vieira Rocha; Rubens A. C. Lamparelli

CAPÍTULO 18 133

DIAGNOSTICO DO USO DE AGROTÓXICO NA AGRICULTURA FAMILIAR NO POVOADO DE CAMPESTRE

Jean Herlligton de Araújo Monteiro; Otávio Pereira Araújo; Lilian Maria de Miranda

CAPÍTULO 19 138

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y BIOFERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

Yaneth Rolón Alarcón; Edgar Alfonso Rodriguez Araujo; María José Yañez Medelo; Danilo Dos Reis Cardoso ; Jonathan Dos Santos; Kleve Freddy Ferreira; Keyse Cristina Mendes; Raimunda Eliane do Nascimento; Francismery Barros da Silva; José Clebson Barbosa; Mary Jane Nunes Carvalho; Kássia Barros Ferreira

CAPÍTULO 20 145

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO CÁRTAMO: DOSE DE MÁXIMA EFICIÊNCIA ECONÔMICA

Fernando Luiz da Cruz Balena; Reginaldo Ferreira Santos; Doglas Bassegio

CAPÍTULO 21 152

EFEITO DA TEMPERATURA E MEJA NA MASSA FRESCA E EXTRAVASAMENTO DE ELETRÓLITOS DE FLORES DE CORTE DE AVE DO PARAÍSO

Ariana Mota Pereira; Mateus de Paula Gomes; Camila Andressa Silva de Oliveira; Ana Izabella Freire; Renata Ranielly Pedroza Cruz; Ednângelo Duarte Pereira; Fernando Luiz Finger

CAPÍTULO 22 157

EFEITO DO ADUBO FOLIAR SUMO-K SOBRE A POPULAÇÃO DE MOSCA BRANCA EM ESTUFAS DE TOMATE

Leonardo Sgargeta Ustulin; Conceição Aparecida Cossa; Laila Herta Mihsfeldt; Olivia Pak Campos; Ruan Carlos da Silveira Marchi; Paulo Frezato Neto; André Henrique Utrera Marchi

SUMÁRIO

CAPÍTULO 23 161

EFEITO DO ARMAZENAMENTO NAS QUALIDADES FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE GIRASSOL PRODUZIDAS EM BALSAS, MARANHÃO

Delineide Pereira Gomes

CAPÍTULO 24 166

EFEITO DOS BIOESTIMULANTES SEED+® E CROP+® NO ÍNDICE DE CLOROFILA TOTAL DA SOJA SOB ESTRESSE HÍDRICO

Tassiane Bolzan Moraes; Alexandre Swarowsky; Sandriane Neves Rodrigues; Danubia Quadros; Lisiele Pozzatto Cristofari; Taiana Posser; Maicon Pivetta

CAPÍTULO 25 172

SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA DE TRÊS SISTEMAS DE CULTIVO DE CAFÉ ARÁBICA, EM UNIDADES PRODUTIVAS FAMILIARES NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO/BRASIL

Lúcio Herzog De Muner; Omar Maseria; Mauricio Fornazier; Cassio Souza; Maria das Dores Loreto; João Luiz Lani

CAPÍTULO 26 182

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) PARA TRABALHADORES NO MEIO RURAL

Valmir Werner; Catize Brandelero; Alexandre Russini; Alfran Tellechea Martini

CAPÍTULO 27 193

ESPECTRORRADIOMETRIA NA AGRICULTURA DE PRECISÃO: ESTUDO DE CASO EM SOLOS DE TERRAS BAIXAS, CAPÃO DO LEÃO, RS, BRASIL

José Maria Filippini Alba; Jorge R. Ducati; João Mateus M. Domingues; Henrique N. Cunha

CAPÍTULO 28 203

IMPLICAÇÕES NOS PICOS DE VAZÃO PERANTE AS ALTERAÇÕES NO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

Wagner Aguiar

A OCUPAÇÃO DAS TERRAS DE CÓRREGO DAS PEDRAS NO SUDOESTE DE MATO-GROSSENSE

José Pereira Filho
UNEMAT

RESUMO

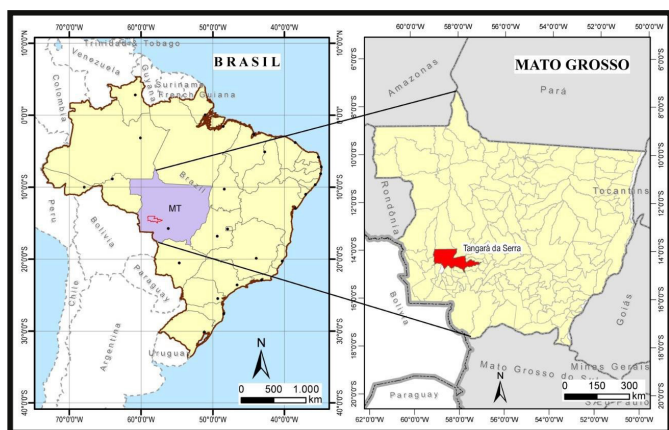
O presente artigo é resultado de uma pesquisa de doutorado, intitulada: “Ruralidade: um estudo a partir da vida material e imaterial da comunidade Córrego das Pedras, objetivando analisar a dinâmica social referente às formas de sobrevivência das famílias que vivem em minis e pequenas propriedades denominadas sítios, espaço de terras férteis, ocupadas no início da década de 60, onde residem e trabalham, gerando vida material e imaterial, em um cenário de resistência ao avanço do agronegócio. A metodologia é qualitativa, tendo a história oral como recurso metodológico, sendo as observações presenciais e as entrevistas os principais instrumentos de geração de dados. Para a presente reflexão, analisaremos o processo de ocupação das terras do Município de Tangará da Serra, enfocando a ocupação das terras da comunidade Córrego das Pedras, em um contexto de colonização do Estado de Mato Grosso.

Palavras-chave: Migração; Ocupação; Córrego das Pedras.

1. INTRODUÇÃO

O processo de colonização do Município de Tangará da Serra – onde localiza-se a comunidade estudada -, situado no sudoeste do Estado de Mato Grosso, Brasil, iniciou-se nos finais da década de 1950, tendo como uma das características principais a existência de minis, pequenas e médias propriedades rurais denominadas sítios, com a consequente formação de inúmeras comunidades rurais, existindo, ainda hoje, significativo remanescente de comunidades rurais.

Figura 01 – Mapa identificador do município de Tangará da Serra, no contexto do Brasil e de Mato Grosso



Fonte: Criado por: Almir José Azevedo, desenhista técnico cartográfico. Cartas Topográficas IBGE/DSG, Imagens de Satélites, dados Disponibilizados pela SEMA/MTSEMA/MT.

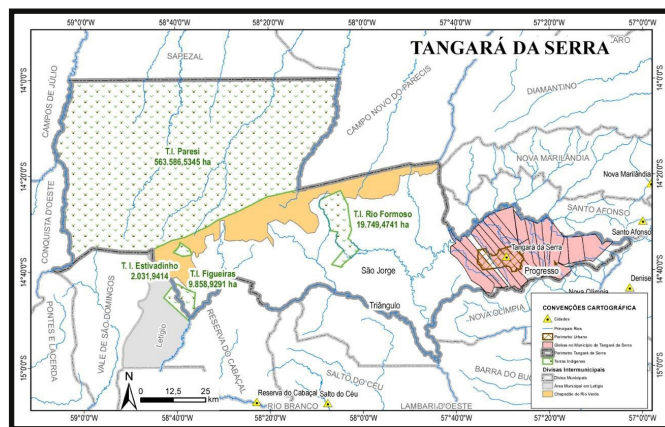
Conforme fontes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Município de Tangará da Serra localiza-se no bioma Cerrado e Amazônia, com área de 11.323,685 km², com população estimada de 96.932 habitantes para o ano de 2016, sendo que 52,2020%, correspondente a 5.911,185 km² de seu território é formado por reservas indígenas da “Etnia Paresí”¹, devidamente demarcadas, conformando com a existência de significativo quantitativo de minis, pequenas e médias propriedades rurais.

O município de Tangará da Serra, por suas características de colonização, fundadas na pequena propriedade rural, cresceu e se desenvolveu com a presença de minis, pequenas e médias propriedades rurais, denominadas sítios. Houve a consequente formação de inúmeras comunidades rurais, espaço

¹ Paresí ou Parecis – Nome dado pelos brancos para identificar a Etnia “Haliti”, que significa povo. O território das terras indígenas da Etnia Haliti ou Paresí é distribuído em quatro polígonos distintos, sendo que um polígono está localizado nas confrontações com o Município de Barra do Bugres, estando parte do polígono localizado no Município de Tangará da Serra e parte no Município de Barra do Bugres.

de referência da vida coletiva das famílias do campo, preservando ainda hoje, em parte, tais características. A colonização se deu principalmente através da ocupação de áreas rurais voltadas às atividades agrícolas, com base na mão-de-obra familiar, pois eram as famílias que migravam e ocupavam as terras, onde desenvolviam, em um primeiro momento, a agricultura de subsistência.

Figura 02 – Mapa do Município de Tangará da Serra²



Fonte: Criado por: Almir José Azevedo, desenhista técnico cartográfico. Cartas Topográficas IBGE/DSG, Imagens de Satélites, dados do INTERMAT.

A Comunidade Córrego das Pedras, situada a 12 km do eixo central da cidade, constitui-se em uma das primeiras ocupações rurais, iniciada no ano de 1964, quando para lá migrou um grupo de mineiros, paulistas e paranaenses, em busca de melhores condições de vida.

Trata-se de um locus que preserva parte da população remanescente do processo migratório inicial e que, ao longo do tempo, produziu relações de vida material³ com variada produção agrícola, pecuária

² Para fins de melhor identificação da informações constantes do mapa, prestamos as seguintes informações: os polígonos identificados em cor verde são terras indígenas, pertencentes aos povos Paresí, sendo a maior porção, a do Chapadão do Parecis e as menores porções, no Baixo Parecis; o polígono amarelo são extensões de terras de propriedades particulares no Alto Parecis, que, constituem fazendas do agronegócio no Município de Tangará da Serra na região identificado como Chapadão do Rio Verde; o polígono em cor rosa constitui o primeiro projeto de ocupação da região de Tangará da Serra, terras cortadas em glebas entre a Serra do Tapirapuã e o Rio Sepotuba, percebíveis em polígonos menores dentro do polígono maior. No polígono maior está identificando a localização da Cidade de Tangará da Serra.

³ Vida material: constituída pela força de trabalho desprendida por homens e mulheres, em condições sociais determinadas que, compreende a construção dos meios de sobrevivência, composto essencialmente pelos bens materiais, como alimentação, moradia, deslocamento, roupas, remédios e outros, necessários à sobrevivência humana.

leiteira e de corte e hortifrutigranjeiros e imaterial⁴ tendo como referência a tradicional festa de São Sebastião⁵, sacra e profana, com culinária advinda da tradição mineira e paulista.

O quadro abaixo demonstra o número expressivo de minis, pequenas e médias propriedades ocupando um espaço menor de terras, inversamente, um quantitativo menor de grandes produtores, ocupando uma fração muito maior das terras com predomínio das grandes propriedades rurais, caracterizadas como fazendas do agronegócio⁶.

Quadro 01 – Demonstrativo do quantitativo de unidades rurais em relação ao tamanho, dimensionado em hectares (ha) no município de Tangará da Serra

Tamanho de áreas em hectares – ha	Nº estabelecimentos em unidades	Área dos estabelecimentos em hectares
Até 10 há	284	1.061
De 10 a menos de 20 há	139	1.916
De 20 a menos de 50 há	721	24.120
De 50 a menos de 100 há	104	7.009
De 100 a menos de 200 há	63	8.361
De 200 a menos de 500 há	61	19.496
De 500 a menos de 1000 há	46	33.011
De 1000 a menos de 2500 há	34	53.525
De 2500 ha e mais	30	241.103
Produtor sem área	2	00
Total	1.484	389.602

Fonte: IBGE, 2010.

Nesse contexto, a presente reflexão propõe de-

⁴ Vida imaterial: conjunto das experiências de vida, hábitos, costumes e tradições que, no seu conjunto, identificamos como cultura, presentes no contexto das relações sociais dos sítiantes da comunidade Córrego das Pedras, espaço de produção da vida material.

⁵ A festa de São Sebastião é tradicional, porque se repete, não sendo um acontecimento distinto, constituindo-se em um momento de celebração da comunidade, dos que lá vivem, dos que foram e voltam e da população citadina que mantém relações com a comunidade, tendo duas dimensões: a) religiosa, celebrada no dia 20 de janeiro, dia de São Sebastião, padroeiro e protetor dos sítiantes, para agradecer as graças recebidas no ano anterior e pedir as bênçãos para o ano em curso; e b) social, realizada no mês de setembro, expressando o momento de celebração social. O cardápio é caipira, da roça, uma manifestação cultural que veio com as famílias migrantes, tendo como base a carne de porco frita e conservada na lata, frango caipira frito ao molho e com quiabo, tutu de feijão à moda mineira, torresmo ou pururuca, farofa de torresmo, arroz, couve refogada, angu, mandioca e salada (tomate com alface), músicas e danças caipiras.

monstrar como e em que cenário se deu a colonização da região da comunidade Córrego das Pedras, no Município de Tangará da Serra, no contexto da colonização e desenvolvimento do Estado do Mato Grosso.

2. A OCUPAÇÃO DAS TERRAS DO SUDOESTE DE MATO GROSSO NO CONTEXTO DA COLONIZAÇÃO MATO-GROSSENSE

A história de luta pelo acesso e permanência à terra não é recente. É fruto do processo de colonização do território brasileiro, que teve por base a concentração de enormes áreas de terras nas mãos das elites rurais e políticas, processo que se estendeu quando da abertura das fronteiras de exploração econômica nos diversos ciclos, da cana de açúcar à moderna monocultura da soja e criação do boi que hoje experienciamos. Para Moreira (2007, p.86):

No caso brasileiro, o domínio privado sobre o território nacional foi fundado no monopólio monárquico colonial do Reino Português nas concessões de uso das capitânicas hereditárias e das sesmarias. Ainda sobre o poder monárquico do Império Brasileiro, a Lei de Terras, de 1850, reconhece a base da estrutura de uso anterior da terra com direitos de propriedade e institui os futuros acessos pela compra e venda no mercado de terras. Nos processos de urbanização e de industrialização do pós 1930 e no surto de democratização do pós 1946 essa forma de acesso à terra é tensionada pelo movimento camponês. O Estatuto da Terra, de 1964, instituído pelo poder do Golpe Militar do mesmo ano, não foi capaz de estabelecer parâmetros para uma significativa reforma do domínio privado sobre

⁶ O agronegócio se brasileiro se qualifica pela concentração de extensas áreas de terras, com plantação uniforme de produtos agrícolas, como soja, milho, algodão e cria, recia e engorda de gado, utilizando de modernas tecnologias. Para a safra 2018/19, Mato Grosso deverá ter 9,58 milhões de hectares de soja plantada, com previsão de colheita de 32,45 milhões de toneladas, quase 27% da produção nacional, o que coloca o Estado de Mato Grosso com o primeiro produtor do país. (Fonte: Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária – Imea). Em relação ao rebanho bovino, Mato Grosso tem o maior rebanho brasileiro, com 27,9 milhões de animais, correspondente a 13,8% da produção nacional. (Fonte: IBGE). Já o Município de Tangará da Serra possui 90.769 hectares de lavouras implantadas com previsão de colheita de 246.123 toneladas e um rebanho bovino com 208.373 reses, alojadas em uma área de 123.656 hectares. (Fonte: IBGE).

o território. O domínio do território não é democratizado. No presente, os elevados índices de concentração da propriedade da terra demonstram que a grande propriedade agrária ainda exerce um domínio quase absoluto sobre o território nacional. Na medida em que o Estado nacional moderno tem seu fundamento no domínio de um dado território e no direito burguês da propriedade privada, o Estado brasileiro ainda tem fortes raízes agrárias.

A ocupação do Estado de Mato Grosso, se desenvolveu a partir das políticas de ocupação do território brasileiro, nos séculos XVIII, XIX e XX, como parte das determinações econômicas orientadas pela Coroa Portuguesa, e, após a Proclamação da República, pelas estratégias de ocupação pautadas pelo governo federal brasileiro.

No caso de Mato Grosso, o exercício do poder político foi utilizado como instrumento de legitimação de um modelo colonizador concentrador de terras em favor das elites rurais e seus apaniguados. “O poder dessas elites, representado historicamente pelo domínio das oligarquias, está imbricado no poder político que sempre esteve sob o comando dessa mesma classe dominante ou frações dessa classe”. (MORENO, 2007, p. 33).

O início do processo de colonização do Estado de Mato Grosso, compatibiliza-se com o processo de exploração mineral iniciada no início do século XVIII, primeiramente com o ouro e posteriormente com o diamante, abundantes em vários Estados brasileiros, incluindo Mato Grosso. Uma atividade que tem capacidade mobilizadora de pessoas para os chamados garimpos, locais de exploração, em função da sedução pela riqueza rápida, e ainda, por possibilitar a exploração manual, exigindo poucos investimentos.

Sobre o impacto populacional nas áreas de exploração garimpeira, Guimarães Neto (2006, p. 42), faz uma abordagem, a partir de uma analogia com as ocupações no faroeste norte-americano.

Em termos de ocupação ininterrupta, apesar da fragmentação, da fluidez e das rápidas mudanças de um lugar para outro, os deslocamentos acentuam-se, a partir da década de 1920. Nas descrições ufanistas chega-se a configurar o movimento para os garimpos como algo que se aproxima do espetáculo das “carroças de colonos” que se colocam a caminho, que o cinema norte-americano imortalizou, fundando os “povoados do faroeste”, dando ensejo a notícias que circulam pela capital do país,

como essa: Engenheiro Morbeck (Lageado) era a pequena capital da nova Califórnia que emergia no coração dos sertões do Brasil Central. Nessa mesma linha de encenação figurativa, o rio Araguaia aparece enaltecido como “o Mississipi do oeste brasileiro”, levando os nortistas em marcha a cumprirem o seu papel edificador de novos bandeirantes: não tanto no sentido de alargar fronteiras, mas no de descobrir, segundo esta representação, os territórios desconhecidos do Brasil, trazendo à civilização os “vastos sertões”.

A descoberta de ouro e diamante em Mato Grosso, iniciada pela região de Poconé e Guiratinga, foi estendida posteriormente a Cuiabá e da lá para Diamantino, Alto Paraguai, Nortelândia, Arenápolis e Santo Afonso⁷, colocando a Coroa portuguesa, a lupa da exploração em terras mato-grossenses.

O processo de ocupação das áreas garimpeiras foi controlado pela Coroa portuguesa, em função da possibilidade de abocanhar fartos recursos via concessão de terras para exploração e das elevadas taxas de impostos cobradas sobre a exploração.

A exploração artesanal e o rigor na concessão de áreas de exploração em desfavor da população trabalhadora e pobre, combinada com as grandes extensões de áreas de exploração que implicava em um limitado controle sobre as regiões produtoras de ouro e diamante, acabou por estimular o crescimento da atividade de exploração mineral através do garimpeiro autônomo, o contraventor, fora do controle da Coroa.

Conforme Barrozo (2007), a extração mineral em Mato Grosso iniciou-se por volta de 1719, sendo interrompida em meados do século XIX, em função de um conjunto de circunstâncias, como o achado de diamantes, o que provocou o fechamento dos garimpos por parte da Coroa devido às dificuldades de controlar a exploração dessa preciosa pedra, de expressivo valor, conjuminado com outros fatores, como: a) dificuldade de acesso ao centro-sul; b) conflitos entre brasileiros e portugueses; c) conflitos políticos internos que desestabilizavam as relações sociais e econômicas na Província; d) reposição de mão-de-obra com o fim do trabalho escravo; e) e, ainda, pelas dificuldades de permanência dos ga-

⁷ Os Municípios de Diamantino, Alto Paraguai, Nortelândia, Arenápolis e Santo Afonso, estão localizados no Sudoeste do Estado, também identificada como região Médio-Norte, próximos ao Município de Tangará da Serra.

rimpeiros em regiões de difícil acesso e suprimento de produtos essenciais para o consumo, combinado com doenças típicas da região, como é o caso da malária.

Guimarães Neto (2006) aborda também a resistência das populações indígenas, pois a colonização não foi pacífica, mas violenta e sangrenta, considerada como um dos entraves para o retardamento da exploração em Mato Grosso em suas várias regiões. Na região do Araguaia, a forte resistência Bororo, na região de Barra do Bugres, que inclui as terras do Município de Tangará da Serra, a resistência Umutina e Parecis.

Se a exploração mineral em Mato Grosso foi o caminho para o desenvolvimento, foi também o caminho para o avanço privado sobre as posses de terras, inicialmente através das sesmarias e posteriormente pela concessão de terras dada pela Coroa Portuguesa para a exploração garimpeira, constituindo os ricos do garimpo, do comércio e serviços prestados nas regiões garimpeiras, nas primeiras elites agrárias e políticas, em conjunto com a estrutura militar e a burocracia advinda da capitania.

Esse primeiro ciclo de exploração mineral em Mato Grosso apontado por Barrozo (2007), estendeu-se até por volta do início do século XIX, quando entra em decadência e gera uma pulverização das concentrações humanas das regiões garimpeiras e pobreza no Estado.

Nesse contexto de crise no garimpo e abertura de novas possibilidades econômicas, ocorre a Guerra do Paraguai, no período de 1864 a 1870. São, portanto, seis prolongados anos, constituindo-se no maior conflito armado da América do Sul, de que se tem notícia. Conforme Chiavenatto (1979), assim como o avanço na linha do Tratado de Tordesilhas, a Guerra do Paraguai atendeu a interesses comerciais britânicos, que via no Paraguai um concorrente regional em função do processo de industrialização em curso naquele país, contrariando os interesses da Coroa Britânica. Junto com os interesses comerciais ingleses, havia os interesses regionais: o Brasil, interessado na abertura de uma saída pelo Pacífico, facilitando a conexão com a Europa, Argentina e Uruguai interessados em avançar sobre as terras férteis do Paraguai. Estavam dadas as condições, sob a égide dos interesses ingleses, de construir a tríplice aliança: Brasil, Argentina e Paraguai, para guerrear contra o emergente país Paraguai.

Ao final da guerra, segundo Chiavenatto (1979), o que se viu foi o aniquilamento por completo do Paraguai – aniquilamento industrial, bélico e humano. A última resistência paraguaia foi formada por adolescentes e jovens, praticamente, sendo totalmente extinta a população masculina daquele país. A

Guerra do Paraguai ocorreu em um momento de retração da atividade garimpeira em Mato Grosso, o que acabou por aprofundar a crise, em função dos riscos da guerra, principalmente no deslocamento de cargas e pessoas, que tinham como rota principal o rio Paraguai, sendo também a principal rota da guerra.

A crise do garimpo estimulou o incremento de outras atividades econômicas, destacando entre elas a cana-de-açúcar, voltada à produção de açúcar, álcool e cachaça e o extrativismo vegetal. “O norte redefiniu suas forças produtivas tendo por base a produção açucareira e o extrativismo, atividades estimuladas pela utilização de uma nova aquavia[...], [...]a abertura da navegação pelo rio Paraguai (1856)”. (MORENO, 2007, p. 36/37).

O sul-mato-grossense teve uma outra dinâmica de desenvolvimento, a partir da região norte de São Paulo, com predomínio da atividade pecuária. Conforme Moreno (2007), as incursões vindas de São Paulo, especialmente de Franca, foram responsáveis pelo deslocamento das populações nativas, com a apropriação e implantação de grandes fazendas, voltada à criação de gado. “O desenvolvimento da pecuária foi responsável, no século XX, pela constituição da elite política da região sul do estado” (MORENO, 2007, p. 40).

Norte e sul-mato-grossense, historicamente se antagonizaram em relação às disputas políticas, calcadas nas oligarquias rurais que se formaram ao longo do processo de exploração das terras mato-grossenses: o norte com uma oligarquia que se originou no garimpo e se expandiu para o domínio das terras, voltadas à produção açucareira; e o sul, com uma oligarquia que se formou de a partir dos domínio das terras, com características de exploração pecuária e de exploração de ervas naturais.

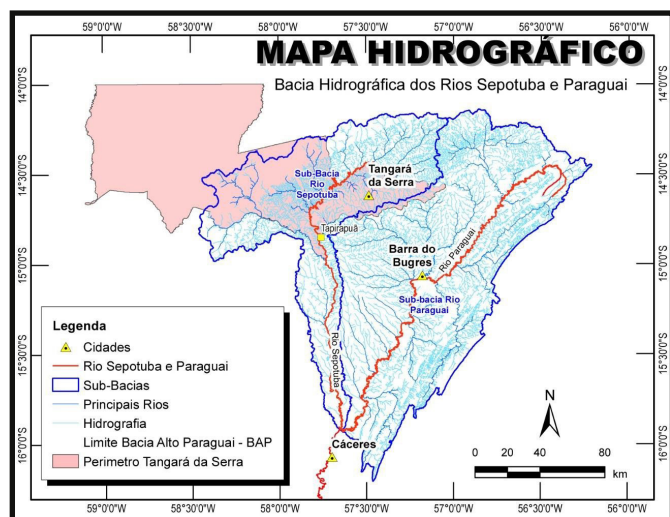
Conforme Barrozo (2007) a retomada da atividade garimpeira nas regiões de Diamantino e Alto Paraguai, extensiva às regiões de Nortelândia, Arenápolis e Santo Afonso, deu-se em meados do século XX, praticamente após 100 anos de abandono da atividade.

Aqui importa ressaltar que, durante o período de desmobilização da atividade garimpeira, em algumas regiões, como é o caso da região sudoeste, sua dispersão acabou por influenciar o início de outra atividade e estimulou o avanço para as áreas de matas: era a cata da poaia⁸, planta rasteira nativa das matas tropicais, principalmente na beira dos córregos e rios. A exploração da poaia foi importante, pois permitiu fixar boa parte da população remanescente do garimpo, e, estimulou o conhecimento e abertura de novas fronteiras, até então desconhecidas, via fluvial, através do Rio Paraguai e Sepotuba. Possi-

bilitou o conhecimento de grande parte das áreas do Município de Tangará da Serra, região de terras férteis, posteriormente ocupadas através de projetos de colonização privados.

O Município de Tangará da Serra é cortado, e banhado em grande parte de sua extensão, pelo Rio Sepotuba, um dos principais afluentes do Rio Paraguai, o que gerou uma importante rota fluvial de acesso ao Município, em direção centro-sul/sudoeste, acesso para as caravanas que vinham sentido Rio Paraguai-Tangará da Serra e região noroeste. O Rio Sepotuba constituiu-se em importante rota de acesso à região de Tangará da Serra rumo ao noroeste do Estado e norte do país, precisamente em direção aos Estados de Rondônia e Acre.

Figura 03 – Mapa hidrográfico identificando o Rio Paraguai e o Rio Sepotuba, principais rotas da cata da poaia



Fonte: Criado por: Almir José Azevedo, desenhista técnico cartográfico. Cartas Topográficas IBGE/DSG, Imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

Em meados do século XX, a região passou por um paradoxo, de um lado o reinício da exploração mineral consorciada com a exploração da poaia, conjugada com iniciativas de assentamentos privados de minis e pequenos produtores rurais, como é o caso de parte do Município de Tangará da Serra, e por outro lado, a implantação de um projeto modernizante de exploração do campo, estimulada por uma política governamental de incentivos (financiamentos a

juros modestos e isenções fiscais) às atividades de agricultura e pecuária em conjunto com a exploração madeireira, privilegiando o latifúndio rural.

Ao longo do processo de colonização, as populações tradicionais de poaieiros foram dizimadas e expulsas das terras que ocupavam, empurradas por fazendeiros, pelas empresas loteadoras e loteadores autônomos das áreas rurais que ocuparam.

3. O CARÁTER MODERNIZANTE DA AGRICULTA NO CENTRO-SUL BRASILEIRO, O CAMINHO DO NORTE E A RESISTÊNCIA DOS SITIANTES⁹

Conforme Silva (1999), a política agrária nacional com caráter modernizante, em grande medida, pautou-se pelo processo de expropriação de significativas parcelas da população rural de suas terras e da ocupação de extensas áreas de terras devolutas, como foi o caso do estado de Mato Grosso, demonstrado por Moreno (2007). Silva (1999) mostra que estamos diante de um processo de planificação do desenvolvimento econômico nacional, com fulcro no processo de modernização da atividade econômica, com significativos reflexos no campo.

O Estado Brasileiro, considerando o governo federal e os governos estaduais, do ponto de vista da legislação, construiu as condições objetivas exigidas pela modernização, em perspectiva capitalista.

O arcabouço de Leis que regulava a relação do homem com a terra, notadamente: a Lei de Terras, nº. 601 de 18.09.1850 do período imperial, o Estatuto do Trabalhador Rural (ETR) de 1963 e o Estatuto da Terra (ET) de 1964, tiveram como efeito prático serem instrumentos a favor do processo de concentração de terras.

A modernização no sudeste do país, baseada na concentração de terras para a implantação de monoculturas como as florestas exóticas para produção de celulose e a implantação das lavouras de cana-de-açúcar para suprir as indústrias do setor sucroalcooleiro, combinada ainda com o processo de maquinização das práticas agrícolas no campo, gerou uma multidão de expropriados das terras. Verificou-se a ruptura com uma forma tradicional

⁸ O termo “sitiante” é nativo e se refere a uma identidade camponesa, mais específico de alguns estados brasileiros, como São Paulo e outros, que se reveste de uma identidade sociocultural que, conforme Candido (1982), exprime um modo-de-ser, um tipo de vida campesina e uma designação cultural. No caso da comunidade Córrego das Pedras, constitui-se em uma palavra identificadora dos homens e mulheres daquela localidade, proprietários de pequenas porções de terras, denominadas sítios.

⁹ O termo “sitiante” é nativo e se refere a uma identidade camponesa, mais específico de alguns estados brasileiros, como São Paulo e outros, que se reveste de uma identidade sociocultural que, conforme Candido (1982), exprime um modo-de-ser, um tipo de vida campesina e uma designação cultural. No caso da comunidade Córrego das Pedras, constitui-se em uma palavra identificadora dos homens e mulheres daquela localidade, proprietários de pequenas porções de terras, denominadas sítios.

da relação de homens e mulheres com a terra e o estabelecimento de um modelo concentrador pautado em monoculturas, que acabou por gerar uma massa de trabalhadores rurais expulsa de suas terras. “Baseando-se nos projetos modernizantes, todo um mundo assentado em relações específicas com a terra e dos homens entre si foi determinado a desaparecer”. (SILVA, 1999, p. 45).

“No período de 1960-1980, foram expulsos 2,5 milhões de pessoas do campo paulista” [...]. (SILVA, 1999, p. 63), contingente que acabou tendo como alternativas a migração para os grandes centros, onde se desenvolvia a todo vapor o processo de modernização urbana via industrialização ou a migração para outras regiões brasileiras, tendo Mato Grosso como um dos caminhos, na busca de conquistar um pedaço de terra.

A ocupação das terras mato-grossenses constituiu-se em uma réplica do modelo nacional, iniciada no período imperial pela Coroa portuguesa e posteriormente, continuada pelo Governo da República. “As formas históricas de acesso à terra em Mato Grosso e sua institucionalização em propriedade privada estão ligadas aos diferentes momentos do processo de ocupação e formação do território nacional”. (MORENO, 2007, p. 23).

Aponta Moreno (2007) que o ordenamento jurídico e político que deu sustentação às ocupações territoriais em Mato Grosso estavam dentro do processo de planificação econômica nacional, com um viés capitalista desenvolvimentista, sendo o poder político, ocupado pelas oligarquias econômicas e militares, o principal instrumento de planificação da ordem econômica estabelecida, favorecendo a concentração de terras às elites rurais do Estado.

Mato Grosso já vinha com um histórico de concentração de terras iniciado no período imperial para exploração das atividades garimpeiras, através das sesmarias e das concessões de terras para exploração mineral fornecidas a agentes privados com capacidade financeira suficiente para organizar as atividades de exploração, sob forte influência dos *lobbies* das oligarquias que se formavam para avançar sobre as terras do Estado, processo estendido até o início da república.

Com o advento da república, em 1889, o pacto federativo transferiu para os Estados a prerrogativa de legalização das terras rurais, passando o mesmo, a partir de então, ser o responsável por implementar as políticas de regularização e concessão de terras. No caso específico de Mato Grosso, estava estabelecido a relação de poder, formado pelas elites do sul e do norte, constituída basicamente por militares, burocratas, comerciantes, grandes proprietários e grandes posseiros de terras (as oligarquias rurais).

Com a constituição de 1891, no artigo 64, regulamentada pela Lei de Terras do Estado, de 1892, as terras devolutas, até então sob a jurisdição federal, passaram para a jurisdição estadual. A partir daquela lei, a elite política e econômica do estado foi se apropriando privadamente das terras públicas situadas no Estado de Mato Grosso. (BARROZO, 2010, p. 11).

Para tanto, tratou o Governo de Mato Grosso com base na Lei nº 601 de 1850, denominada Lei de Terras, e nas Leis Estaduais nº 20 e nº 24 em 1892, de regulamentar o processo de concessão das terras do Estado. A Lei nº 20 conforme Moreno (2007) tratou dos processos de regularização fundiária e Lei nº 24 criou um órgão estadual específico para a regulamentação, a “Diretoria de Obras Públicas, Terra, Minas e Colonização”.

Essa regulamentação, em conteúdo, tem semelhança com a Lei nº 550, de 20 de dezembro de 1949, do Estado de Minas Gerais, na medida em que prioriza a regulamentação de áreas já ocupadas: “a Lei nº. 20 dispunha sobre os processos de revalidação das sesmarias, legitimação das posse e venda das terras devolutas [...]” (MORENO, 2007, p. 65). Do ponto de vista prático, significou o avanço das oligarquias, utilizando-se do aparato do Estado, sobre as terras devolutas do Estado.

Semelhante ao que ocorreu em São Paulo, narrado por Silva (1999), a Lei nº 20 obstaculizou o acesso e permanência na terra aos pequenos trabalhadores rurais, por dificuldades de enfrentar a burocracia para a regulamentação de suas posses, e até, de requerer posses, apesar da Lei garantir a gratuidade na concessão de área de até 50 hectares. “O total geral de terras alienadas, conforme dados levantados de 1822 a 1929, correspondeu a 48.942.292,5 hectares[...]. Interessante verificar que as concessões gratuitas, concedidas no mesmo período, num total de 149 concessões, não chegaram a somar 5.000 hectares de terras” (MORENO, 2007, p. 73), uma média de 33,56 hectares por produtor ou família.

Esses dados são explicativos das relações sociais no campo, e do privilégio histórico que as elites políticas e econômicas tiveram no processo de ocupação do território brasileiro, fenômeno tipicamente nacional, porém, com forte incidência no Estado de Mato Grosso. Do total de terras alienadas para agentes privados, somente 0,01% destinou-se a minis e pequenas propriedades.

Além disso, o campo mato-grossense já era constituído majoritariamente de grandes latifúndios, ficando os possuidores de pequenas propriedades rurais expostos às pretensões dos grandes proprietários

que avançavam sobre essas terras, expulsando os pequenos produtores, através de compras diretas a preço vil, ou através da expulsão via intimidação. Os conflitos no campo em Mato Grosso eram comuns e, prevalecendo, em grande medida, o poderio do latifúndio em um Estado onde as oligarquias rurais eram também o poder político.

A remodelação da forma de acesso à terra a partir da década de 50 deu-se praticamente através de vendas, em função do interesse e da necessidade do Estado em arrecadar. É nesse contexto que se processou o avanço para a região sudoeste do Estado, e aqui, estamos falando precisamente da região de Tangará da Serra que se coloca entre as Serras Itapirapuã e do Parecis.

No final dos anos 50 e princípio da década de 60 iniciou-se o processo de colonização do hoje município de Tangará da Serra, região de terras férteis, portanto promissora, e dentro deste cenário de colonização da região, a Comunidade Córrego das Pedras, para onde dirigiram-se famílias oriundas de Minas Gerais e São Paulo, para desbravarem uma densa mata, com derrubadas e implantação das chamadas lavouras de toco, de subsistência, principalmente arroz, feijão e milho, e, posteriormente, a lavoura de café.

A região de Tangará da Serra, apesar da proximidade com a região outrora garimpeira e de ser banhada por um dos principais afluentes do Rio Paraguai, o Rio Sepotuba, portanto, com acesso fluvial garantido, diferenciava-se muito da região garimpeira. Pela composição de suas terras, estava fora do foco da exploração garimpeira, portanto, não sendo alvo do processo de exploração iniciado em Mato Grosso no século XVIII. Caracteriza-se por ser área de transição entre o cerrado e a floresta amazônica, com uma parte significativa de suas terras compostas pelas florestas tropicais, com grandes extensões de terras férteis, com potencial agrícola, porém, à época, inexplorada e inóspita.

As características regionais são importantes para compreender o atraso no processo de abertura de grande parte da região sudoeste de Mato Grosso, particularmente a extensão de terras localizadas entre as Serras do Itapirapuã e do Parecis (espaço geográfico onde localiza-se a maior parte do território do hoje Município de Tangará da Serra), terras banhadas pelo Rio Sepotuba e seus afluentes, componentes da Bacia do Paraguai. Tratavam-se de região fora da rota de exploração garimpeira, portanto, durante muito tempo fora do foco de exploração do Estado Brasileiro.

No início as terras foram apropriadas por empresas imobiliárias do Estado de São Paulo. No caso da região de Tangará da Serra, nas terras entre as

Serras do Itapirapuã e do Parecis (parte baixa), o processo de colonização se deu principalmente através da Empresa “SITA Sociedade Comercial e Imobiliária Tupã para a Agricultura”, que adquiriu as terras diretamente do Estado ou de terceiros que já haviam adquirido do Estado, para posteriormente serem fracionadas e comercializadas.

Conforme levantamento cartorário das terras da região de Córrego das Pedras, encontramos: matrícula R-5137-A, registrada no Cartório de Registro de Imóveis de Rosário Oeste, área de 6.021,00 ha adquirida do Estado de Mato Grosso por Tokinobu Koike em 26 de março de 1953, alienada em favor da SITA em 15 de março de 1963; matrícula R-7237 registrada no Cartório de Registro de Imóveis de Rosário Oeste, área com 2.575,00 ha, adquirida do Estado de Mato Grosso por Luiz Vilela dos Reis, José Vilela Filho e José Carlos Vilela de Andrade em 29 de abril de 1953; matrícula R-6481 registrada no Cartório de Registro de Imóveis de Rosário Oeste, área com 3.972,00 ha, adquirida do Estado de Mato Grosso por Yoshie Kimoto em 10 de março de 1955; e, matrícula R-4004, registrada no Cartório de Registro de Imóveis de Barra do Bugres, área com 5.860 ha, adquirida do Estado de Mato Grosso por Euclides Borges Leal em 19 de novembro de 1953 e posteriormente alienada por compra direta aos senhores Fabio Liserre, Julio Martinez Benevides e Joaquim Oléa, esses últimos dois senhores sócios da Empresa SITA. Conforme consta na matrícula, após a alienação aos sócios da Empresa SITA, foi feita uma revisão da área para 9.870 ha, situação já abordada anteriormente.

Em relação à revisão da área identificada no item “d” acima, ampliando-a em 59,37 %, correspondente a 4.010 ha, a venda pelo Estado ocorreu em 19 de novembro de 1953 e a averbação da ampliação em 13 de abril de 1960, portanto, mais de sete anos após a primeira aquisição. Moreno (2007) já apontava para tratativas fraudulentas no interior dos órgãos de regularização fundiária do Estado de Mato Grosso, com o propósito de ampliar o quantitativo das áreas adquiridas do Estado, que já se constituíam em latifúndios. Foi uma forma de em conluio com agentes do Estado, avançar sobre as áreas devolutas do Estado.

Das quatro áreas acima, duas foram adquiridas por descendentes japoneses, fato que considero relevante. Oliveira (2012) já chamava a atenção para a presença de descendentes japoneses nas aquisições de terras do Município de Tangará da Serra no início da década de 50, incorporando uma área total adquirida por japoneses e seus descendentes de 184.531 ha.

A partir dessa situação, procurei buscar matrículas de outras regiões do Município, onde foi identificada

a Gleba Pitanga, área com 6.091,00 ha e a Gleba São Paulino, área com 6.221 ha, adquiridas do Estado de Mato Grosso por japoneses ou seus descendentes, nos anos de 1954 e 1952, respectivamente.

Relata Oliveira (2012) que Kubo Sakuyoshi, agrimensor paranaense veio para a região de Tangará da Serra em 1956 para conferir e marcar as terras adquiridas pelos japoneses. Na ocasião, entrou em conflito com posseiros, que em emboscada no vizinho Município de Nova Olímpia, quando o mesmo retornava para o Estado do Paraná, foi assassinado.

O assassinato premeditado do primeiro japonês a que sem tem notícia de ter colocado os pés na terra dos tangarás, pode ter desestimulado a migração japonesa para a região, que em função do risco, acabaram por vender suas posses a preço vil ou abandoná-las, abrindo espaços para muitos litígios por posse e propriedade de terras. Desde a origem, a ocupação do território do Município no baixo parecis não foi tranquilo e notícias de grilos e litígios por disputas de terras, até com mortes, durante muito tempo, fez parte do processo de colonização.

Muitos sitiantes, migraram do Sudeste em direção ao Norte, no período da abertura da fronteira agrícola da região de Tangará da Serra. Das famílias migrantes do interior de São Paulo e Minas Gerais para a região de Tangará da Serra, muitas são advindas dos desalojamentos das lavouras de café, possuidoras de pequenas propriedades ou que tocavam roças como meeiros ou arrendatários.

Os primeiros migrantes que ocuparam as terras, foram majoritariamente mineiros e paulistas, com formas de vida e características culturais em comum, visto que a ocupação do território mineiro no século XVII e XVIII se desenvolve nas regiões garimpeiras, a partir do avanço das bandeiras, o que, pela natureza migratória e de exploração, consistia em absoluta aventura, frente aos desafios de explorar e habitar áreas inóspitas, de difícil acesso e com severas limitações alimentares, condições determinantes para a constituição do “caipira”¹⁰ (CANDIDO, 1982), homem adaptado às condições mais adversas de sobrevivência. É essa constituição história de formação de um tipo de povo que vai repercutir no processo migratório para Mato Grosso, particularmente na

Comunidade Córrego das Pedras.

Os migrantes trouxeram consigo um aprendizado tradicional da arte de lavrar manualmente a terra crua, próprio de quem tem a trajetória de vida com vínculos históricos na terra. Era o saber-fazer, apontado por Woortmann e Woortmann (1997), que o processo de colonização demandava para a abertura das fronteiras do norte.

O trabalho era todo manual. Primeiramente derrubar a mata e roçar com machado e foice, após, queimar a roçada e implantar as lavouras brancas (arroz, milho, feijão), para posteriormente, após a colheita que era manual, implantar a lavoura de café ou pasto.

No desafio de conquistar a terra, os trabalhadores rurais eram alçados às condições sub-humanas de vida, em função de doenças próprias da floresta tropical como a malária e leishmaniose e da absoluta ausência de condições estruturais como estradas, moradia, hospital, comércio e energia elétrica, entre outros. O desafio era sobreviver em uma região inóspita.

Aqui eu plantei em 1966, na hora de colher veio a malária e eu perdi tudo, quase morremos. No outro ano, em 1967 eu não tinha nada para fazer uma roça boa, fiz uma rocinha pequena, só para o gasto. Em 1968 eu fiz uma roça melhor, uma boa roça, eu fui para Tangará fazer uma compra de mantimentos, comprei uns 25 quilos de cereais e tinha que trazer nas costas, pois eu não tinha nada para transportar. Em 1969 eu comprei duas éguas muito boas e um carrinho novo, foi uma coisa louca de boa, e eu pensei, agora vou melhorar a situação. Quando foi em 1970 já pegou outra malária, aquela que morreu muita gente. Eu tinha uns cinco alqueires de arroz plantado ali perto da igreja, baseado em uns 600 sacos de arroz. Foi o arroz madurar e a malária nos pegou, eu e a família. Fomos todos para a cidade e ficamos em um ranchinho velho por uns 30 dias. Quando eu voltei não tinha mais nada, o arroz já tinha madurado e caído, tinha apodrecido tudo. Foi eu trabalhar para os outros de novo. Foi uns oito anos de dificuldades. (Entrevista com o sitiante Senhor Arestides em outubro de 2017).

Desde a migração e ocupação da área iniciada na primeira metade da década de 60, os sitiantes conseguiram sobreviver em suas propriedades, hoje já na terceira geração. Ao longo do tempo, além do enfrentamento das intempéries, como ausência de mercado, falta de mantimentos e remédios, ausência

¹⁰ Segundo Candido (1982) o “caipira” é fruto de uma composição racial tipicamente brasileira de Bandeirantes e indígenas, com características culturais específicas. No nosso caso, fazemos a distinção somente para fins de distinguir a migração para a Comunidade Córrego das Pedras dos grupos de Minas Gerais e de São Paulo, que apresentam, em muitos aspectos, características sociais e culturais semelhantes, por serem “caipiras”.

de infraestrutura básica como transporte, moradia, energia elétrica, entre outras dificuldades, tiveram que reordenar suas práticas produtivas.

As lavouras brancas (arroz, milho e feijão), faziam parte do processo inicial de derrubada, queimada e implantação das mesmas, para posteriormente implantar a lavoura de café, que teve seu ciclo por um prolongado período, porém, esgotou-se, em função, principalmente, das inadequações climáticas e dificuldades de comercialização.

O fim do ciclo do café exigiu novas práticas e novos saberes e, para permanecerem em suas terras, tiveram que construir alternativas de se relacionarem com a terra, construindo novos saberes. Tiveram que reordenar as práticas produtivas, adequando a produção às necessidades de comercialização na feira e tiveram que se estabelecer como feirantes. Agora, além de novas práticas produtivas, o sitiante transformara-se em comerciante, passando a vender o resultado de sua produção diretamente na feira.

A substituição da lavoura café deu-se de forma gradual. Os sitiantes foram criando e investindo em outras alternativas produtivas, à medida que foram diminuindo os cafezais. Um dos caminhos foi consorciar as produções de hortifrutigranjeiros e legumes com a pecuária de leite e corte.

Woortmann e Woortmann (1997, p. 177), já alertavam para o fato de que “[...] o saber-fazer camponês não é estático. Através de gerações ele acumula experiência e pode, em certos momentos, retomar técnicas desenvolvidas no passado [...]”. A experiência dos agricultores da Comunidade Córrego das Pedras, demonstrou a capacidade dos sitiantes de produzir novos saberes-fazer, e ampliar o conhecimento sobre a relação com a terra.

A luta por parte dos sitiantes da Comunidade Córrego das Pedras é cotidiana, sendo que ao longo do tempo, foi preciso reinventar as práticas produtivas para sobreviverem e permanecerem em seus sítios. Passaram a praticar a policultura: hortifrutigranjeiros, legumes e pecuária, associado a produção industrial artesanal dos derivados da produção e comercializarem diretamente na feira.

A trajetória dos sitiantes da Comunidade Córrego das Pedras constitui-se em uma forma de resistência, organizada a partir da realidade em que vivem. Diante da impossibilidade de continuar a produção e reprodução das condições de vida nos locais de origem, a migração do camponês com sua família para regiões a serem colonizadas, foi a alternativa utilizada. A mudança de práticas produtivas ao longo do tempo, a nosso ver, também constituiu-se como parte da resistência. Conforme SCOTT (2002, p. 30), “o objetivo, afinal, da grande expressão da

resistência camponesa não é diretamente derrubar ou transformar o sistema de dominação, mas, sobretudo, sobreviver – hoje, esta semana, esta estação – dentro dele”. Foi o que os sitiantes fizeram e estão fazendo ao longo do tempo.

Conformando com Scott (2002), não se trata de uma resistência, organizada, ideologizada, verificada em movimentos mais amplos, que tem um caráter político, mas uma resistência cotidiana, imbricada no cotidiano dos sitiantes, constitutiva de suas vidas. “[...] Podemos dizer que tais atividades são, em resumo, formas de luta quase que inteiramente voltadas para a esfera local. [...] [...] Implica apenas que essas formas de resistência são estratégias cotidianas permanentes das classes rurais subordinadas que vivem em difíceis condições”. (SCOTT, 2002, p. 24).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise proposta levou-nos a aprofundar discussões em torno do processo de ocupação das terras mato-grossenses, com foco no Município de Tangará da Serra, na região sudoeste. O local teve o processo de colonização e ocupação tardia em função das especificidades de uma região que não comportava a exploração mineral, principal atividade que foi âncora para o processo de colonização e desenvolvimento do Estado.

Importante ressaltar que a explicitação do processo de ocupação das terras mato-grossenses, só pode ocorrer, no contexto da compreensão de um cenário macro de ocupação das terras brasileiras e da modernização do campo, particularmente no centro-sul brasileiro, importante fato gerador dos processos migratórios.

Procuramos evidenciar a relação de um cenário nacional de ocupação do campo, talhado por privilégios às elites agrárias, determinante para um modelo com base no latifúndio e suas implicações em um Estado continental, rico em produção mineral e terras férteis propícias à prática da agricultura, pecuária e extração madeireira.

Além disso, um outro aspecto apontado, foram os efeitos da política de modernização do campo implementado no centro-sul brasileiro, e seus efeitos no sudoeste do Estado de Mato Grosso, especificamente na ocupação das terras do Município de Tangará da Serra, em função das migrações das regiões mineiras, paulistas e paranaenses, palco dos processos de modernização, que expulsou milhares de camponeses do campo.

Evidenciamos que a migração se transformou em um desafio, porque as famílias não tinham noção do que iriam encontrar: região inóspita, sem ativi-

dade de comércio, portanto, sem o que comprar e sem mecanismos para vender suas produções, sem infraestrutura, expostos à trágicas doenças, enfim, sem às mínimas condições de sobrevivência humana, resistiram, conquistaram a terra e nela permanecem, tendo que ao logo do tempo, se reinventar, em função da necessidade de alteração dos mecanismos de produzir suas sobrevivências.

Por último, apontamos a trajetória de vida dos sítiantes, migrante do centro-sul brasileiro, como uma resistência cotidiana, apontada por Scott (2002), que se processa no dia, que se deu desde a migração no início da década de 60, estendendo-se por mais de 50 anos, até contemporaneamente, redescobrimos meios e formas de produção, e descobrimos o caminho da feira para a comercialização. Uma constante e permanente luta pela conquista e permanência na terra, produzindo e reproduzindo vida material e imaterial, ou seja, uma experiência de vida e de relação com a terra.

REFERÊNCIAS

BARROZO, João Carlos. Em busca da pedra que brilha como estrela: garimpos e garimpeiros do Alto Paraguai-Diamantino. Cuiabá: Tanta Tinta, 2007.

BARROZO, João Carlos. A questão agrária em Mato Grosso: a persistência da grande propriedade.

_. (Org.). MATO GROSSO: a (re)ocupação da terra na fronteira amazônica (século XX). Cuiabá: EdUFMT, 2010. p. 11-27.

CANDIDO, Antonio. Os parceiros do Rio Bonito. 6. ed. São Paulo: Duas Cidades, 1982.

GUIMARÃES NETO, Regina Beatriz. Cidades da mineração: memória e práticas culturais: Mato Grosso na primeira metade do século XX. Cuiabá: EDUFMT, 2006.

IBGE Cidades@. Tangará da Serra. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 24 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA).

Classificação de imóveis rurais. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/tamanho-propriedades-rurais>. Acesso em: 24 de abril de 2016.

MARIEN, Alfredo. Era um poaeiro. Cuiabá:

Academia Matogrossense de Letras, 2008.

MATO GROSSO MAPA. 2016. Disponível em: www.google.com.br/search?q=mato+de+mato+grosso. Acesso em: 24 de abril de 2016.

MORENO, Gislaene. Terra e poder em Mato Grosso: política e mecanismos de burila/1892/1992. Cuiabá: EDUFMT, 2007.

OLIVEIRA, Carlos Ednei de. História de Tangará da Serra. Tangará da Serra: Sanches, 2012.

SCOTT, James C. Formas cotidianas da resistência camponesa. Tradução de Marilda A. de Menezes e Lemuel Guerra. Raízes, Campina Grande; v. 21, n. 01, p. 10-31, jan.– jun. 2002.

SILVA, Maria Aparecida de Moraes. Errantes do fim do século. São Paulo: UNESP, 1999.

WOORTNANN, Ellen F; WOORTMANN, Klass. O trabalho da terra: a lógica e a simbólica da lavoura camponesa. Brasília: UNB, 1997.

ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E RESERVA LEGAL NA MICRORREGIÃO DE VIÇOSA-MG

Maria Aparecida
Sant'anna

Robson José de
Oliveira

Giovani Levi
Sant'anna

Paula Barbosa dos
Santos

Nayara Maria Araújo
Rios Ribeiro

Vanessa Paiva
Zoccal Ferrari

Klleder Cássio
Miranda Rosal

Nathalia Brandão
Gomes

RESUMO

Especificamente, o trabalho buscou caracterizar as propriedades do ponto de vista socioambiental; investigar o nível e as fontes de informação dos agricultores quanto essa legislação; identificar e analisar a reação desses agricultores frente à imposição legal de se respeitarem às APP's e RL, em suas propriedades. A pesquisa, de natureza qualitativa, especificamente um estudo de caso, teve como técnicas de coleta de dados: questionários, entrevistas semiestruturadas, observação direta, registros fotográficos e anotações em caderno de campo. Os resultados revelaram que a maioria dos proprietários pesquisados conhece apenas aspectos pontuais da legislação ambiental vigente. Concluímos que há uma defasagem entre o discurso e a prática conservacionista, exigindo-se maior conscientização e pesquisas que visem trazer informações para que os produtores possam aprender e se adequarem a legislação, além de incentivos para quem protege áreas nas propriedades

Palavras-chave: Legislação Ambiental; Percepção; Proprietários Rurais.

1. INTRODUÇÃO

Os reflexos da ação humana na natureza têm sido amplamente divulgados pela mídia, através de relatórios como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (Sigla em inglês), publicado em 2007 e por vários outros posteriores relatórios de estudos científicos sobre as condições da degradação do planeta. Os dados apresentados apontam para a necessidade da construção de um paradigma que se fundamente na ação ecológica em contraposição ao paradigma antropocêntrico. A mídia dá ênfase principalmente aos grandes acontecimentos como o alto índice de queimadas da floresta amazônica, o desmatamento da mata atlântica, o acelerado processo de degelo das calotas polares, o avanço da desertificação em vários pontos do planeta e outros.

Para Kolling e Girardi (2005), os meios de comunicação têm sido um aliado na educação ambiental com a divulgação de informações referente ao meio ambiente. As autoras consideram que grande parte das informações sobre meio ambiente é proveniente da mídia. Isso atribui à mídia importância na formação do saber ecológico da população.

Além da mídia, a questão ambiental tem ocupado vários espaços de discussão na sociedade atual, com um forte apelo a uma prática ecológica sustentável. A educação formal brasileira, através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), recomenda o fomento de mudanças de comportamento em relação ao meio ambiente. A inserção de um capítulo tratando, especificamente, das questões ambientais na Constituição Federal de 1988 é reflexo de uma consciência preservacionista que começou a surgir a partir da Conferência das Nações Unidas, em Estocolmo em 1972, em decorrência dos problemas ambientais emergentes e das pressões da sociedade civil brasileira. Assim, a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, expressa que é dever do Poder Público e da coletividade, juntos, defender e preservar o Meio Ambiente para as presentes e futuras gerações, além de recomendar a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. Foi a partir daí que o meio ambiente ganhou status de direito de difuso, passando a ser considerado essencial para que o ser humano pudesse gozar dos direitos humanos fundamentais, dentre eles, o próprio direito à vida.

Atentas a essa discussão e ao crescente processo de degradação ambiental que ocorre no mundo todo, muito se fala em mudar os rumos do desenvolvimento em benefício das gerações atuais e futuras. Contudo, a realidade mostra a existência de condições tanto por parte dos discursos que vislumbram

mudar os rumos do desenvolvimento em benefício das gerações futuras, quanto por parte dos mecanismos legais criados para garantir tal objetivo.

No Brasil, a forma de agir na tutela do meio ambiente, através de instrumentos de comando e controle, parece trazer dificuldades à sobrevivência de pequenos produtores rurais que praticam a agricultura com vistas à geração de renda e subsistência familiar.

A legislação ambiental brasileira foi criada no período colonial, e de lá pra cá vem sendo alterada constantemente em função dos interesses de uma determinada classe social e, em segundo plano, com fins de se proteger o meio ambiente. Luiz Anselmo M. Tourinho (2005) argumenta que essa legislação foi elaborada sem que se tomassem as precauções de socialização do conhecimento e sem o devido cuidado de se criar alternativas que possibilitassem aos proprietários rurais planejar as mudanças necessárias.

Cristiano Amaral (s/d) et al argumentam que muitos proprietários rurais alegam o desconhecimento da lei para justificar atos contrários a ela. Aldo Rebelo¹, em pronunciamento na sessão extraordinária de votação do Novo Código Florestal Brasileiro, em 12/05/2011 na Câmara dos Deputados, saiu em defesa desses proprietários ao dizer que apesar da legislação ambiental brasileira ser considerada uma das mais avançadas do mundo não apresenta eficácia social. Afirmou o Sr. Deputado que grande parte dos proprietários rurais, de Norte a Sul do Brasil, desconhece a totalidade das normas ambientais por serem essas em número excessivo. No Brasil, há, aproximadamente, 16 mil normas tratando da questão ambiental.

Ao estudar a Zona da Mata mineira, autores como, Panagides (1973), Rezende (1975), Silva (1988), Cerqueira (1993), Ludwig (2003) e Vale (2004), cada qual em sua área de estudo, observaram que a região apresenta estrutura fundiária fragmentada, topografia acidentada, agricultura de subsistência, mão-de-obra familiar não especializada e dependente de atividades agrícolas caracterizadas pelos minifúndios. Realidade essa observada no município de Coimbra, pertencente à Zona da Mata mineira, que possui 539 propriedades rurais, das quais 443 apresentam área territorial inferior a 20 hectares (EMATER – Coimbra/MG, 1999).

As 45 propriedades rurais da comunidade da Bacia Hidrográfica do Córrego do Grama, município de

¹ Deputado Federal do PCdoB – SP e relator do Projeto do Novo Código Florestal Brasileiro. Atual legislatura de 2011 a 2015.

Coimbra (local do estudo), também não são exceção à regra. Dados da EMATER/Coimbra-MG (2007) revelam que 85% das terras da Bacia apresentam relevo montanhoso e/ou ondulado, alta incidência de corpos d'água e das 45 propriedades, 37 possuem área territorial inferior a 30 hectares.

Dos 24 proprietários entrevistados na comunidade do Grama, 23 *nasceram e viveram toda uma vida* no atual lugar de moradia, ou seja, na Bacia Hidrográfica do Córrego do Grama, Coimbra/MG. O acesso à propriedade da terra para esses investigados se deu em 22 casos através da herança, em 1 através do Contrato de Compra e Venda e em outro pelo Contrato de Doação *Inter Vivos*.

Embora 57% dos entrevistados fossem do sexo feminino, a vivência em campos nos permitiu inferir que a chefia em 92% das unidades familiares são assumidas por homens; a chefia assumida por mulheres em 8% dos casos se deve à situação de viuvez. Quanto ao estado civil dessas famílias, 71,4% se caracterizam como casados; 19% são viúvos e 9,6% vivem em união estável.

A idade dos chefes de família variou de 24 a 84 anos, situando-se a idade média em torno de 56 anos. 75% das famílias pesquisadas se encontram em fase de dispersão do ciclo de vida familiar, isto é, os genitores estão em processo de envelhecimento e os filhos saindo de casa. O processo de envelhecimento da população local é acompanhado pela migração dos jovens para a cidade em busca de estudo, emprego, salário e melhoria de vida. Os poucos jovens que permanecem no local do estudo apresentam idade inferior a 18 anos. Esse processo migratório vem acarretando uma redução no tamanho das famílias. Essa situação verificada corrobora a tese de Vera Carvalho (2007), segundo a qual o esvaziamento do rural associa-se à redução do núcleo familiar e ao envelhecimento da população camponesa.

Em contato com os proprietários rurais, verificamos que 12 deles frequentaram muito pouco a escola, 10 possuem o ensino fundamental incompleto e apenas 02 concluíram o ensino médio. Os motivos por terem frequentado pouco a escola, segundo eles, foram a necessidade de começar a trabalhar na atividade agropecuária muito jovem, com o consequente abandono do estudo pelo trabalho; a grande distância das escolas, que majoritariamente era percorrida a pé ou a cavalo; e, a não valorização dos estudos.

Como estratégia de sobrevivência, esses proprietários cultivam na pouca terra que possuem uma diversidade de culturas agrícolas como: milho, feijão, cana-de-açúcar, horticultura (tomate e pimentão), café e eucalipto. Contudo, nas palavras de Sant'Ana (2003), essa diversificação de culturas nas proprie-

dades nem sempre garante um aumento no orçamento familiar. Além dessas culturas agrícolas, esses proprietários possuem de 20 a 50 cabeças de gado leiteiro, permitindo-os auferir uma renda a mais com a venda do leite excedente, quer seja na forma de queijos ou mesmo *in natura*.

O destino da produção agropecuária do público investigado é: os próprios vizinhos, quando os mesmos não conseguem produzir; estabelecimentos comerciais de Coimbra e municípios vizinhos e a venda de porta em porta. Através da prática comercial, comprovou-se que das 24 famílias entrevistadas, 15 recebem um salário mínimo; 03 recebem menos de um salário mínimo e 06 recebem dois ou mais salários mínimos por mês. Dessa população amostrada, apenas 03 famílias se mantêm com recursos exclusivos da propriedade; 12 famílias sobrevivem com recursos provenientes da aposentadoria; 03 sobrevivem com recursos provenientes das políticas compensatórias, como Bolsa-Família e 06 se destacam pela pluriatividade.

Observou-se ainda, o crescimento da importância das rendas vindas das aposentadorias rurais e das políticas compensatórias, como Bolsa-Família, que além de ajudar no orçamento familiar, contribui para manter o pequeno produtor no campo.

A nova versão do novo Código Florestal (Lei 12.651/ de 25 de maio de 2012 e com alterações posteriores), ainda não é o que de fato a proteção ambiental e produção de alimentos, juntas, requerem, mas que já foi um avanço em relação ao que restou na versão do II CF (Lei 4.771/65) em relação à original (Lei 23.793/34), haja vista que as alterações foram introduzidas durante período dominado pela ditadura dos movimentos minoritários ambientalistas (BECKER et al. 2017)

Para promover a preservação das florestas e demais formas de vegetação no território brasileiro, o Código Florestal (Lei nº 12.651, de maio de 2012) estabeleceu as regras de uso, preservação e conservação dos recursos naturais nos imóveis rurais, destacando duas áreas básicas: as Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL) e Áreas de Uso Restrito (AUR). Apesar de as APP's e RL's serem protegidas por lei há quase meio século, sabe-se que o desrespeito a elas é generalizado em todo o país. As significativas porções da propriedade ocupadas pelas APP's e RL's, aliadas ao fato de que as APP's de margens de cursos d'água e entorno de nascentes ocupam a parte mais produtiva da propriedade, tornam-se, portanto, relativas restrições ao cumprimento da lei, principalmente em regiões caracterizadas por relevo montanhoso e com marcante presença de nascentes e cursos d'água (JACOVINE et al, 2008).

Cabe então uma explicação sobre Áreas de preservação Permanente e Reserva Legal, como descrito a seguir:

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE:

Toda área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com características especiais ligada a ter como função ambiental o dever de preservar os recursos hídricos, a paisagem dando uma estabilidade geológica preservando a biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas.

OLIVEIRA et. al, (2006) e FERRARI et al, (2017) relata que o manejo florestal adequado de forma sustentável visa à preservação de florestas nativas e de todo o ecossistema que abrange as florestas, e como sabemos que cidades mais arborizadas, rios protegidos nas margens, gera melhores qualidades de vida para a população e para quem depende desses recursos para sobreviver, portanto técnicas de manejo, preservação e conservação de plantio direto, de controle biológico de pragas, conhecimento de nossas áreas de preservação permanente e como preservar devem ser incentivadas para que possamos ter um futuro melhor e menos poluído.

RESERVA LEGAL

Segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65), e recentemente na nova lei florestal e decreto nº7830 consta que uma área de Reserva Legal são locais no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com as funções de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais, de auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e de promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção da fauna silvestre e da flora nativa e varia de acordo com algumas regiões do Brasil, como esse estudo foi realizado na zona da mata mineira que é predomínio de mata atlântica.

Bom explicar que com a nova Lei Florestal passou a ter a possibilidade de se contabilizar as APPs na Reserva Legal, para isso uns requisitos devem ser seguidos como:

- a) não utilização dessas novas áreas para o uso alternativo do solo;
- b) a APP a ser computada esteja conservada ou em processo de recuperação;
- c) o imóvel esteja incluído no Cadastro Ambiental Rural - CAR.

Considerando o perfil da população estudada e o fato da EMATER/Coimbra- MG, em parceria com a COPASA, trabalhar com esses produtores práticas de recuperação e preservação de nascentes hidrográficas é que despertou o interesse em investigarmos se a legislação ambiental, pura e simples, na forma de mecanismos de comando e controle, ao incentivar a preservação e recuperação dos recursos naturais, tem viabilizado para esses proprietários rurais a adequação às normas vigentes. Interessava-nos investigar o grau de percepção dos agricultores familiares integrantes da Micro Bacia Hidrográfica do Córrego do Grama em relação às APP's e RL's. Ou seja, se esses pequenos agricultores conhecem a legislação ambiental e como se comportam perante as exigências de manterem em suas propriedades APP's e RL's.

A discussão sobre a legislação ambiental assenta-se na argumentação de que a mesma representa um entrave a mais ao desenvolvimento rural, em especial ao de pequenos proprietários rurais. Tendo em vista essa discussão, objetivamos apresentar referências que ajudem a fundamentar a discussão sobre a reprodução socioeconômica dos pequenos proprietários rurais frente às disposições legais que disciplinam o uso e a ocupação do solo em áreas de preservação permanente e reserva legal, áreas consideradas vitais para preservação da biodiversidade.

De modo geral, no caso do Estado de Minas Gerais, o relevo declivoso, aliado à abundância hidrográfica, contribui para que pequenas propriedades rurais apresentem uma limitação considerável em termos de exploração econômica (ROCHA, 2009).

Calabria (2004), ao investigar a aplicabilidade da legislação florestal nas propriedades rurais da região da Zona da Mata mineira, concluiu que os produtores rurais não estão cumprindo a lei no que se refere às Áreas de Preservação Permanente e de Reserva legal. O problema se agrava na região porque, pela alta incidência de cursos d'água e topografia acidentada, grande extensão das propriedades rurais é considerada de preservação permanente.

Mattos et al (2006), demonstrou que a estrutura fundiária da região também representa um outro problema, uma vez que é composta, em sua maioria, por minifúndios. Segundo os autores, os pequenos agricultores se deparam com uma situação adversa dentro de suas propriedades, pois o percentual obrigatório da reserva legal (20%) soma-se ao alto percentual de áreas de preservação permanente, como matas ciliares, encostas, topos de morro e entorno de nascentes, ainda que em algumas situações específicas possam ser computadas como Reserva legal. Pela sua fertilidade, essas áreas são de grande importância para os pequenos agricultores.

res e foram ocupadas com culturas anuais de feijão e milho, nas margens de cursos d'água, e com pastagens e café, nas encostas e topos de morro.

O avanço sobre as florestas desencadeando um crescimento descontrolado da população e a expansão das grandes áreas desmatadas baseado no uso abusivo dos agrotóxicos, abriram caminho para uma expansão inédita da escala das atividades humanas, pressionando a base limitada e cada vez mais escassa dos recursos naturais do planeta (MAIA, 2002).

E se não bastasse o uso descontrolado dos recursos naturais, a crescente expansão de nossas fronteiras agrícolas, onde cada vez mais precisamos usar a terra para produção de alimentos, devido ao aumento da população mundial, os produtores, fazendeiros e população em geral acabam não respeitando as áreas de preservação permanente e reservas legais desmatando as florestas nativas para os demais usos em geral e expandir as fronteiras agropecuárias. Pensando nisso, as pressões sobre as cidades e florestas da região aumentam, diminuindo as belezas estéticas e paisagísticas de nossas cidades, tanto na zona rural quanto urbana. O problema exige a intervenção do Estado por meio de sua política ambiental, estabelecendo diretrizes básicas na regulamentação no controle e na proteção ao meio ambiente.

Segundo Mattos (2006), a legislação atual tem um enfoque preservacionista e reconhece essas áreas como grandes prestadoras de serviços ambientais para toda a sociedade. Apesar disso, existem inúmeras razões para o descumprimento da lei, acredita-se que uma delas é a ideia arcaica de que as áreas com floresta nativa são improdutivas e sem valor econômico, tornando qualquer outra forma de uso mais rentável.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi investigar e analisar a percepção de pequenos proprietários rurais em relação à legislação ambiental vigente no contexto da realidade socioeconômica por eles vivenciada.

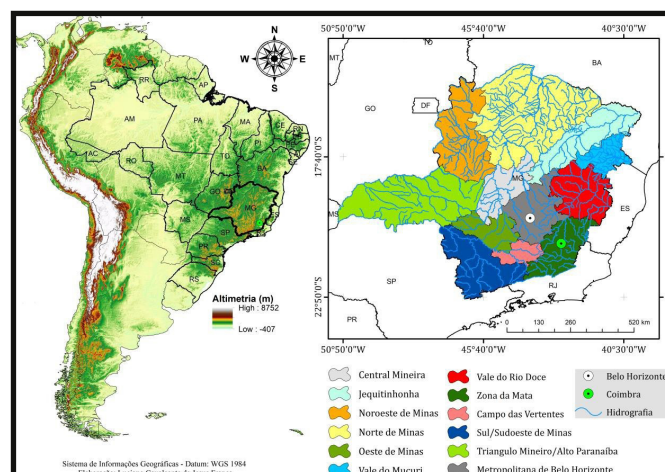
2. MATERIAIS E MÉTODO

Para a realização deste estudo, foi utilizada uma abordagem qualitativa, com uma metodologia de pesquisa de cunho exploratório e descritivo, na modalidade de estudo de caso.

A área de estudo apresenta como recorte geográfico a Microbacia Hidrográfica do Córrego do Grama, município de Coimbra, localizado na região Zona da Mata do estado de Minas Gerais, pertencente à microrregião de Viçosa, distante 241 km da capital.

(Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo, Coimbra, Minas Gerais, Brasil.



O município, de aproximadamente 107,12 km², possui uma população de 7.054 habitantes, sendo que 63% dela residem na zona urbana (IBGE, 2011). Sua economia é proveniente da produção agropecuária tendo o setor agroindustrial voltado para o beneficiamento e transformação de alguns produtos agrícolas e pecuários. Na comunidade da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Grama há 45 propriedades rurais, cuja área territorial não ultrapassa 30 hectares, com relevo fortemente acidentado caracterizando-se por ser 15% plano, 35% ondulado e 50% montanhoso, distribuídos em 113,3 ha ocupados por culturas anuais, 453,5 ha por pastagem nativa, 225,8 ha por pastagem plantada e 61,8 ha não utilizados (SANT'ANNA, 2012).

Em relação a população e amostra, a primeira referência utilizada com o objetivo de definir a amostra de trabalho foi a EMATER/Coimbra - MG, que apresentou a Microbacia Hidrográfica do Córrego do Grama, com 45 propriedades rurais, estratificadas segundo o critério do tamanho da área. De posse dos dados, observamos que 32 propriedades apresentavam área territorial inferior a 20 hectares, 09 propriedades possuíam área de 20 a 50 hectares e 04 superiores a 50 hectare.

Para a coleta de dados na obtenção de uma visão geral global foram utilizados diferentes métodos de coleta de dados, provenientes de fontes secundárias e primárias. Os dados primários da pesquisa foram coletados, no período de setembro a novembro de 2010, através de questionários, de entrevistas semi-estruturadas e da observação direta, realizadas no domicílio dos entrevistados. Os dados secundários foram coletados ao longo de toda a pesquisa, o que possibilitou visualizar os perfis demográfico, geográfico, socioeconômico e fundiário em que está inserida a amostra do estudo. Esses dados foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística (IBGE), à Fundação João Pinheiro (FJP), ao Centro de Estatística e Informação (CEI), aos sítios da internet de cartografia e ao escritório da EMATER de Coimbra/MG.

Os procedimentos de análise de dados os questionários foram tabulados utilizando-se análises estatísticas simples, como média e frequência simples. As entrevistas semi-estruturadas foram transcritas e analisadas através do método de análise do conteúdo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As terras da respectiva Microbacia equivalem a 854,4 hectares. Dessa totalidade, foram pesquisadas aproximadamente 400 ha, distribuídos, também de forma aproximada, da seguinte forma: 65 ha com culturas anuais (milho, feijão e cana), 211 ha com pastagens nativas, 35 ha com café, 53 ha com horticultura (tomate, pimentão, couve flor, pepino e hortaliças), 11 ha com eucalipto e 26 há são de área não utilizada.

Observamos que todas as propriedades possuem no mínimo uma nascente d'água, que, em 07 propriedades, foram cercadas com arame e recompostas uma pequena mata ciliar; em 14 propriedades, embora não haja cercamento ao entorno das nascentes, visualizamos vegetação ao redor; em 03 propriedades, verificamos que ao entorno das nascentes há presença de escassa vegetação e consequentemente processo de assoreamento com redução visível da largura da nascente e do volume de água. Nas 17 propriedades que não cercaram as nascentes, essas servem de bebedouro para animais, em especial o gado.

Figura 2- Ausência de mata ciliar



Fonte: O AUTOR (2010).

Figura 3- Protegida por mata ciliar



Fonte: O AUTOR (2010).

Analisando as Figuras 2 e 3, observa-se que uma nascente é envolta por mata ciliar, o que além de garantir uma água mais limpa. Protege a biodiversidade da região. Na Figura 2, observa-se que o esgoto doméstico é lançado diretamente no córrego. Nesse, o lado em que há ausência de vegetação, observa-se que a erosão das margens levou terra para dentro do córrego, tornando-o barrento e dificultando a entrada da luz solar. A ausência da mata ciliar faz com que a água da chuva escoe sobre a superfície, não permitindo sua infiltração e armazenamento no lençol freático. Com isso, reduzem-se as nascentes, os córregos, os rios e os riachos.

Em relação aos topos de morros e às áreas com declividade superior a 45 graus nas figuras de 4 e 5 a seguir, observamos um desmatamento generalizado, com fins a se fazer áreas de pastagem e de cultivos de lavouras de café, e outras culturas. A vegetação de mata primária que restou se concentra nos topos de morro, na forma de uma vegetação rala. Das propriedades visitadas, em 03 a mata original localizada nessas áreas deu lugar às culturas de eucalipto, em 08 aos cafezais e em 06 às culturas de tomate. Nas 07 restantes, predominam as áreas de pastagens. É importante destacar, que no local do estudo, observou-se que as famílias praticam a diversidade de culturas como estratégia de sobrevivência, isto significa dizer que nas propriedades que cultivam eucalipto, café e tomate também há áreas de pastagem.

Figura 4- APP ocupada com cultura de café



Fonte: EMATER-MG (2007).

Figura 5- APP ocupada com cultura de café



Fonte: O AUTOR (2010).

Os proprietários rurais foram questionados sobre as características físicas de suas propriedades e todos eles consideraram importante a conservação dos recursos naturais na propriedade. Ao serem indagados a respeito dos recursos naturais existentes na propriedade, a água (nascentes) foi a mais lembrada, seguida das matas. A esse respeito, 19 dos produtores identificaram apenas a água ou a água e as matas, como os recursos naturais existentes em suas propriedades rurais; 05 lembraram do solo ("terra") e da fauna.

Quanto à paisagem, interessava-nos investigar os aspectos referentes à cobertura vegetal, questionando sobre como era a existência de mata, na época em que eles (os proprietários) eram crianças. A esse questionamento, 10 relataram que houve redução da cobertura de mata, em função do desmatamento para aumentar as áreas de pastagens e plantios de café; 04 disseram que a paisagem mudou pouco e 10 disseram que não houve alteração na paisagem.

Em relação aos recursos hídricos, perguntamos aos investigados se houve alteração no número de nascente e no seu volume de água. Da totalidade

dos entrevistados, apenas 09 disseram que muitas nascentes secaram e que houve redução significativa no seu nível de água. Os outros 15 disseram que as nascentes são as mesmas, alterando apenas o volume de água delas. Perguntado aos entrevistados sobre medidas conservacionistas que poderiam contribuir para a manutenção e conservação de nascentes, 18 disseram considerar importante o isolamento das mesmas, assim como plantar o inhame ou a banana em suas proximidades. O restante da amostra, ou seja, 06 proprietários não souberam responder.

A maioria dos entrevistados (22) reconheceu a importância da legislação ambiental, contudo, 17 proprietários sugeriram que o governo deveria estimulá-los com incentivos financeiros e doação de mudas de árvores. Perguntado aos entrevistados se já foram autuados pelos órgãos ambientais, por realizarem alguma conduta na propriedade, 22 disseram que nunca mantiveram contato, enquanto os 02 que mantiveram, alegaram que foram autuados por cortarem um tronco de árvore para repararem a cerca e a porteira da propriedade, respectivamente. Com relação à possibilidade de as pessoas sofrerem penalidades por terem praticado condutas lesivas ao meio ambiente, contatou-se que apenas 3 entrevistados são favoráveis à aplicação de sanções. Os demais, ou seja, 21 proprietários pensam que não deveria ser aplicada nenhum tipo de penalidade, que apenas fossem realizados trabalhos educativos e de conscientização.

4. CONCLUSÃO

A população investigada na comunidade rural da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Grama apresenta um pequeno nível de percepção ambiental. A maioria dos proprietários entrevistados demonstrou conhecer apenas aspectos pontuais da legislação, especificamente os referentes às áreas de APP ao entorno das nascentes e topos de morros e da obrigatoriedade em se reservar 20% da área total da propriedade.

Apenas uma propriedade possui áreas de Reserva Legal devidamente averbada em cartório competente. A grande maioria dos entrevistados relatou que obtiveram conhecimento da legislação ambiental através da televisão, da EMATER e em conversas e trocas de experiências com vizinhos e amigos. Nesse sentido, concluímos que há uma defasagem entre o discurso e a prática conservacionista, exigindo-se maior conscientização, além de incentivos ecológicos.

A maioria dos proprietários entrevistados demonstrou conhecer apenas aspectos pontuais da legisla-

ção, especificamente os referentes às áreas de APP ao entorno das nascentes e topos de morros e da obrigatoriedade em se reservar 20% da área total da propriedade. Não obstante a isso, esses proprietários não dispensam às APP's e RL o tratamento previsto na legislação, isto é, eles protegem essas áreas utilizando um critério particular, segundo suas próprias percepções. Na verdade, tentam conciliar preservação ambiental e reprodução socioeconômica.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, J.; CHIAVARI, J. Towards efficient land use in Brazil. Climate Policy Initiative, Sept. 2015. (The new climate economy: the Global Commission on the Economy and Climate). Disponível em: Acesso em: 26 out. 2019.

BEDÊ, J.C..Cartilha sobre a Nova Lei Florestal de Minas Gerais. Belo Horizonte: MG. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013. 53 p.: il.

BECKER, B.; FARIAS, J.A.; LISBOA, G.S.; PESCADOR, C. M.M.; FRANÇA, L.C.; STEPKA,

T.F. Código Florestal do Rio Grande do Sul e os conflitos com o Novo Código Florestal Brasileiro. Revista Nativa, v.5, n.1, p.47-51, 2017.

BRASIL. Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o Código Florestal.

Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988.

CALABRIA, C. S. Particularidades da aplicação da legislação florestal brasileira na Zona da Mata Mineira: Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal. Viçosa/MG, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2004.

CERQUEIRA, R.C. Estratégia de integração agroindustrial: os agricultores familiares e a Aracruz Celulose na Zona da Mata mineira. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1993. 374 p.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Agrícola) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1993.

FERRARI, V.P.Z.; OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J.R. dos; CONCEIÇÃO, M.D.A.; NOLETO,

S.G.D. Melhoria da qualidade de vida de uma comunidade. Anais de resumos do III Workshop de Atualização em Ciência Florestal. 2017. <http://www.ufpi.br/e-book-edufpi.br>. EDUFPI- Editora da Universidade Federal do Piauí. Bom Jesus -PI. ISBN:9788550902142.

FRITSCH, R.L.C.; Práticas e legislação ambiental em propriedades rurais no município de Ibirubá- RS. 2016. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Rural. Universidade De Cruz Alta, Cruz Alta –RS. 2019. 68p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 26 de fevereiro de 2011.

JACOVINE, L.A.G.; CORRÊA, J.B.L.; SILVA, M.L.; VALVERDE, S.R.; FERNANDES FILHO,

E.I.; COLHO, F.M.G.; PAIVA, H.N. Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do Rio Pomba-MG. 2008. Disponível em www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid. Acesso em 08 de maio de 2011.

KOLLING, P., GIRARDI, I. M. T. Mídia e meio ambiente: na visão de agricultores familiares de comunidades do município de Santa Rosa/RS. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: UERJ, 2005.

LUDWIG, M. P. Descortinando a paisagem: a construção social do espaço e o sentido do lugar. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, 2003.

MAIA, A. G. Valoração de Recursos Ambientais. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) - Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, 2002. 199p.

MATTOS, A.D.M. Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da microbacia do ribeirão São Bartolomeu no município de Viçosa/MG. Viçosa, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/ MG, 2006.

MIRANDA, M. Áreas de preservação permanente e reserva legal: o que dizem as leis para

a agricultura familiar? Londrina: IAPAR, 2009. 22 p. il.

OLIVEIRA, R. J.; SILVA, E. N.; SANT'ANNA, L. T. Aspectos Ambientais no Plantio de Eucalipto no Brasil. In cd. In: IV Simpósio Brasileiro de Meio Ambiente, 2007, Viçosa - MG.

OLIVEIRA, R. J., SANT'ANNA, L. T., SOARES, T. S., SANT'ANNA, G. L., FONTES, P. F. R.

O SNUC e sua Ideologia Preservacionista. Revista da Madeira., v.16, p.100/98 - 100, 2006.

PANAGIDES, S.S. Absorção de mão-de-obra na agricultura da Zona da Mata de Minas Gerais. Dissertação (mestrado) Economia Rural/UFV, 1973.

REZENDE, J. L. P. Avaliação dos possíveis impactos econômicos da atividade de reflorestamento em três municípios da Zona da Mata - MG. 1975. 69 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1975.

ROCHA, R.R.C. Análise das limitações do Direito na solução de conflitos ambientais: a aplicação de sistemas de informações geográficas a processos judiciais. Viçosa, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/ MG, 2009.

SANT'ANNA, M.C.M. Percepção da Legislação Ambiental pelos Pequenos Proprietários Rurais da Micro Bacia Hidrográfica do Córrego do Grama, Município de Coimbra/MG. UFRV, 2012. 125f. Dissertação (Mestrado em Economia doméstica).

SILVA, G. R. Análise da potencialidade e de desempenho econômico de pequenos proprietários rurais da Zona da Mata de Minas Gerais, 1983/84. 1988. 89 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TOURINHO, Luiz Anselmo Merlin. O Código Florestal na pequena propriedade rural: um estudo de caso em três propriedades na microbacia do rio Miringüava. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VALE, R.R. Agrossilvicultura com eucalipto

como alternativa para o desenvolvimento sustentável da zona da mata de Minas Gerais. Viçosa, 2004. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/ MG, 2004.

WOLLMANNI, L.M.; BASTOS, L.C. Novo código florestal e reserva legal em propriedades rurais do município de Porto Alegre/RS. Ciência Rural, Santa Maria, v.45, n.3, p.412-417, mar, 2015.

ZAKIA, M.J.; PINTO, L.F.G. Guia para aplicação da nova lei em propriedades rurais. Piracicaba, SP: Imaflora, 2013. 32p.

ANÁLISE SENSORIAL DE BOLINHOS A BASE DE PIRAÍBA (*BRACHYPLATHYSTOMA FILAMENTOSUM*)

Flávia Roseira dos
Reis

UFPA

Laudiceia de Abreu
Costa

UFPA

Fagner de Melo Xavier

UFPA

Ádria Rafaela Vulcão
Pereira

UFPA

Silmara Hellen dos San-
tos Tavares

UFPA

Pedro Rodrigo Nery de
Souza

UFPA

Severiano Pereira Braz
Neto

UFPA

Daércio José de Mace-
do Paixão

UFPA

Natalino Da Costa Sou-
sa

UFPA

Carlos Alberto Martins
Cordeiro

UFPA

RESUMO

Os produtos a base de pescado estão ganhando cada vez mais espaço no mercado, com a praticidade e rapidez no preparo dos petiscos congelados, agregando valor ao pescado, como a piraíba (*Brachyplathystoma filamentosum*). Desta forma o objetivo do presente estudo foi, realizar testes de análise sensorial como: aceitação, frequência de consumo, intenção de compra e preferência de duas formulações distintas de bolinho de piraíba, um contendo trigo e outro contendo batata, que foram submetidos a congelamento e preparo após o descongelamento, os testes contaram com a avaliação de 25 julgadores. Não houve diferença significativa de índice de aceitação, o elaborado com batata obteve 83,55% de aceitação e o de trigo 81,14%, portanto ambos produtos foram considerados viáveis para comercialização.

Palavras-chave: Aceitabilidade; Pescado; Formulação; Resíduos.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de peixe, em 2016, atingiu um recorde histórico de 171 milhões de toneladas, das quais 88% foram utilizados para consumo humano direto, graças à captura relativamente estável da produção pesqueira, desperdício reduzido e aquicultura em crescimento continuado. Essa produção resultou em um recorde de consumo per capita de 20,3 kg em 2016 (FAO, 2018). Desta forma os peixes podem ser submetidos a uma série de processamentos diferentes, o que permite a obtenção de uma ampla gama de gostos e apresentações, tornando essa matéria-prima uma das mais versáteis alimentícias. (FAO, 2007).

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) e do Instituto de Pesquisa AC Nielsen, o consumo de alimentos industrializados no Brasil aumentou consideravelmente após a abertura econômica. Os alimentos que apresentaram maior crescimento de vendas a partir de 1994 foram às preparações prontas para o consumo, ou seja, alimentos ultra processados como as sopas desidratadas, macarrão instantâneo, empanados, molhos, salgadinhos, embutidos e biscoitos demonstrando uma forte tendência à escolha de produtos mais elaborados (AQUINO, 2002).

Diante do contexto, em relação a produtos alimentícios industrializados, a análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode-se avaliar a seleção da matéria-prima a ser utilizado em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto. Esses métodos apresentam características que se moldam com o objetivo da análise. O resultado, que deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado, e estudado estatisticamente concluindo assim a viabilidade do produto (TEIXEIRA, 2009).

De acordo com CARVALHO FILHO (2011), a elaboração de produtos tecnológicos a partir do pescado, além de proporcionar aproveitamento integral, amplia sua vida de prateleira, agrega valor e aumenta o consumo.

O objetivo do presente estudo foi realizar análise sensorial e a viabilidade econômica do elaborado de bolinhos fritos de piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum*) como petisco.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Os produtos formulados para a análise sensorial foram produzidos com formatos e aparência semelhantes: dois elaborados de bolinhos de piraíba, produzidos com CMS (carne mecanicamente separada). Um dos bolinhos possuía massa de trigo em sua composição e o outro, massa de batata, ambos obtiveram acréscimos de temperos como: cebola, sal, pimenta e cominho, cebolinha, que foram misturados ao CMS e massa para moldar os bolinhos, em seguida foram empanados com ovo e farinha de rosca, em seguida submetidos a congelamento em freezer comercial, após 24h armazenados, foi realizado o descongelamento e fritos em óleo de soja.

Para análise sensorial, foi realizada com 25 provadores não treinados, que fizeram teste de aceitação (avaliando aparência, aroma, cor, sabor, textura e aceitação global), frequência de consumo, intenção de compra e preferência (teste pareado de preferência). As amostras foram identificadas cada com um número distinto composto por três dígitos, de acordo com a metodologia de TEIXEIRA ET AL, 1987.

Os testes foram realizados de acordo com o método proposto por TEIXEIRA ET AL, (1987). O teste de aceitação consistiu em expor a uma amostra de cada produto para o provador analisar seis quesitos que foram: aparência, aroma, cor, sabor, textura e aceitação global. Cada um dos quesitos recebeu uma escala hedônica de 1 a 9 onde cada nota tinha uma descrição de conceito, 1: desgostei extremamente, 2: desgostei muito, 3: desgostei moderadamente, 4: desgostei ligeiramente, 5: indiferente, 6: gostei ligeiramente, 7: gostei moderadamente, 8: gostei muito e 9: gostei extremamente.

A frequência de consumo foi avaliada em escala hedônica, as opções disponíveis foram: 1 – só comeria isto se fosse forçado (a), 2 – só comeria isto se não pudesse escolher outro alimento, 3 – raramente comeria isto, 4 – não gosto disto, mas comeria ocasionalmente, 5 – comeria isto se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isto, 6 – gosto disto e comeria de vez em quando, 7 – comeria isto frequentemente, 8 – comeria isto muito frequentemente, 9 – comeria isto sempre que tivesse oportunidade.

O teste de intenção de compra com cinco opções: 1 – certamente não compraria, 2 – possivelmente compraria, 3 – talvez comprasse/ talvez não comprasse, 4 – possivelmente compraria, 5 – certamente compraria. O último teste apresentado aos provadores foi o teste de preferência pareado. Esse teste mostrava o código dos dois produtos avaliados ordenadamente, onde pedia para o provador assinalar qual a amostra era a de sua preferência.

Foi realizada análise econômica de custo de produção do elaborado, a partir de cada proporção de ingredientes utilizados. Com a utilização da regra de três simples foi possível obter o valor da porção utilizada de cada ingrediente a partir da quantidade inicial comercializada (em quilogramas ou unidades), representados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: custo de produção do bolinho de piraíba com trigo.

BOLINHO DE PIRAÍBA COM TRIGO			
INGREDIENTES	PREÇO MÉDIO	PESO DO PRODUTO (G)	VALORES UTIL. RECEITA (R\$)
Limão	1,99/kg	16	0,03
CMS de Piraíba	34,45/kg	318	10,95
Sal	1,50/kg	15	0,02
Pimenta em pó + cominho	3,17/(40g)	3	0,24
Farinha de rosca	6,90/(500g)	34	0,47
Ovo	0,28/(50g)	100	0,56
Farinha de trigo	4,90/kg	29	0,14
Cebola	3,19/kg	74	0,24
TOTAL	-	589	12,65

Tabela 2: custo de produção do bolinho de piraíba com batata.

BOLINHO DE PIRAÍBA COM BATATA			
INGREDIENTES	PREÇO MÉDIO	PESO DO PRODUTO (G)	VALORES UTIL. RECEITA (R\$)
Batata	3,99/kg	295	1,18
CMS de Piraíba	34,45/kg	212	7,3
Sal	1,50/kg	15	0,02
Pimenta em pó + cominho	3,17/(40g)	4	0,13
Farinha de rosca	6,90/(500g)	57	0,39
Ovo	0,28/(50g)	100	0,56
Farinha de trigo	4,90/kg	41	0,20
Cebolinha	1,75/(100g)	4	0,07
Cebola	3,19/KG	42	0,13
TOTAL	-	770	9,98

Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade do produto, foi adotada a expressão: $IA (\%) = A \times 100 / B$, em que, A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto (PEUCKERT, 2010). O IA com boa repercussão tem sido considerado $\geq 70\%$ (DUTCOSKY, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise sensorial pode ser aplicada para determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores, com o intuito da aceitação de novos produtos, no melhoramento de produtos, ou ainda em estudos para redução de custos, controle de qualidade e, entre outras aplicações (J. SILVA, 2013).

Os atributos, aparência, aroma, cor, sabor e a aceitação global tiveram médias todas acima de 7 para ambas amostras, e a textura que obteve valor menor que 7.

O índice de aceitação (IA) para o bolinho com batata foi de 83,55%, e o bolinho com trigo obteve um índice de aceitação de 81,14%, o que torna o produto viável para a comercialização (tabela 2). Diferentemente do estudo com linguça frescal a base de pescado, onde obteve um índice de aceitação de 60% para formulação com camarão e peixe (CORREIA, 2001).

A frequência de consumo também foi finalizada com uma média, 7,44 para a amostra com batata e 6,64 para a amostra com trigo. A amostra que continha batata de acordo com a escala, sua classificação ficou como “comeria isto frequentemente”, no entanto a amostra que possuía trigo finalizou classificada na escala como, “gosto disto e comeria de vez em quando”. NETTO (2010) em testes com empanados de três espécies de peixes, pacú (*Piaractus mesopotamicus*), jundiá (*Rhandia quelen*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*), obteve a frequência de consumo por meio de porcentagem para os steaks, sendo 67%, 70% e 70% respectivamente.

A intenção de compra obteve uma escala diferenciada, com escore que foi de 1 a 5. A amostra com batata obteve média 4,20 que se classifica na escala como, “possivelmente compraria” e a amostra com trigo obteve média diferenciada, que foi 3,80 ficando na escala caracterizada como, “talvez comprasse/ talvez não comprasse”. Segundo REBOUÇAS (2012) em seu teste com biscoito salgado com adição de concentrado proteico de peixe, o resultado para intenção de compra não foi satisfatório, obtendo uma média de 2,69. Na preferência pareada não houve diferença significativa entre as 2 amostras avaliadas (tabela 3).

Os bolinhos poderão ser comercializados em pacotes com 30 unidades cada. A partir da análise econômica (tabela 4) o elaborado usando batata poderá ser comercializado pelo valor de aproximadamente: R\$ 15,00 e o produto usando trigo pelo valor de aproximadamente: R\$ 16,00.

Tabela 3: Média e desvio padrão para o perfil sensorial e preferência pareada de bolinho (n=25)

ATRIBUTOS	ESCORE	BOLINHO	
		BATATA	TRIGO
Aparência	1 a 9	7,80 ^a ± 1,19	7,48 ^a ± 1,50
Aroma	1 a 9	7,88 ^a ± 0,88	7,72 ^a ± 1,10
Cor	1 a 9	7,60 ^a ± 1,38	7,48 ^a ± 1,45
Sabor	1 a 9	7,68 ^a ± 1,35	7,40 ^a ± 1,61
Textura	1 a 9	6,88 ^a ± 2,03	7,12 ^a ± 1,81
Aceitação global	1 a 9	7,36 ^a ± 1,41	7,28 ^a ± 1,79
Índice de aceitação (IA)	0 a 100%	83,55	81,14
Frequência de consumo	1 a 9	7,44 ^a ± 1,85	6,64 ^a ± 1,66
Intenção de Compra	1 a 5	4,20 ^a ± 0,82	3,80 ^a ± 1,00
Preferência pareada	1 ou 2	17	8

Tabela 4: análise econômica de cada produto

PREÇO DA PORÇÃO - BOLINHO DE PIRAÍBA COM TRIGO			
Peso (g)	Valor Gasto	Valor da Porção (R\$)	Lucro
589	12,65	16	3,35
PREÇO DA PORÇÃO - BOLINHO DE PIRAÍBA COM BATATA			
Peso (g)	Valor Gasto	Valor da Porção (R\$)	Lucro
770	9,98	15	5,02

4. CONCLUSÃO

Os produtos a base de pescado estão ganhando cada vez mais aceitação pelos consumidores. A substituição das outras proteínas animais pelo pescado é uma excelente alternativa, para a elevação do crescimento do setor pesqueiro e aquícola.

A partir da análise sensorial, os produtos estão sendo cada vez mais melhorados para uma maior aceitação dos consumidores, para que possam ser inseridos no mercado, para a comercialização de forma que, o produto seja valorizado economicamente. Diante disso os petiscos a base de pescado, como os bolinhos de piraíba são economicamente viáveis e possuem aceitabilidade da parte do consumidor.

REFERÊNCIAS

AQUINO, R. D. C. (2002). Association of children's consumption of processed foods and family income in the city of São Paulo, Brazil. *Revista de Saude Publica*, 36(6), 655–660.

CARVALHO FILHO, D. U., MURATORI, M. C. S., LOPES, J. B., PEREIRA, M. M. G., & SILVA, M. C. M. (2011). Avaliação da Qualidade de Fishburger de Tilápia em Diferentes Concentrações de Farinha de Trigo. *Revista Científica de Produção Animal*, 13(1), 160–165.

CORREIA, R. T. P., DE MENDONÇA, S. C., LIMA, M. L., & DA SILVA, P. D. (2001). Avaliação Química E Sensorial De Lingüiças De Pescado Tipo Frescal. *Boletim Do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 19(2), 183–192.

DUTCOSKY, S. D., GROSSMANN, M. V. E., SILVA, R. S. S. F., & WELSCH, A. K. (2006). Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chemistry*, 98(4), 630–638.

FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture. (2006), (SOFIA). Rome; FAO, (2007). 180p.

FRANCO, M.R.B.; JANZANTTI, N.S (2003). Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. Aroma e sabor de alimentos: temas atuais. Livraria Varela, São Paulo, p. 17-28.

J. SILVA. (2013). Avaliação sensorial de pescado empanado produzido com carne mecanicamente separada de pacu cultivados em tanques – rede. 6º SIMPÓSIO DE SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL.

NETTO, J. D. P. C. (2010). Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Revista Do Instituto Adolfo Lutz*, 69(2), 181–187.

PEUCKERT, Y., VIERA, V. B., HECKTHEUER, L. H. R., MARQUES, C. T., & TOSA, C. S. (2010). Caracterização E Aceitabilidade De Barras De Cereais Adicionadas De Proteína Texturizada. *Alim. Nutr.*, 21(1), 147–152.

REBOUÇAS, M. C., RODRIGUES, M. DO C.

P., & CASTRO, J. S. (2012). Biscoito Salgado Com Adição De Concentrado Proteico De Peixe : Desenvolvimento E Aspectos Sensoriais *. Alim. Nutr., 23(1), 45–50.

RIBEIRO, F. D. (2017). I Mostra de Trabalhos do Curso de Nutrição do Univag (ISSN 2594-6757). Desenvolvimento de bolinho de peixe a base de farinha de aveia.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Ed. da UFSC, (1987). 180 p.

ANÁLISE TÉCNICA DA PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BIODIESEL ORIUNDO DE ÓLEOS VEGETAIS VIA TRANSESTERIFICAÇÃO ALCALINA HOMOGÊNEA

Matheus dos Santos
Viana
UFRA

Rhuan Carlos Martins
Ribeiro
UFRA

Glauber Tadaiesky
Marques
UFRA

Otávio André Chase
UFRA

José Felipe de
Almeida
UFRA

RESUMO

Neste trabalho investigou-se tecnicamente o processo de síntese de biodiesel a partir da transesterificação básica homogênea de 03 (três) óleos vegetais sendo: soja, canola e girassol. O biodiesel obtido passou por procedimentos de caracterização físico-química a fim de se averiguar sua qualidade em comparativo com as normas exigidas pelas agências reguladoras. Foram propostas análises quanto aos rendimentos dos processos envolvidos durante a produção. Os resultados para o rendimento dos processos de transesterificação, separação e lavagem, diagnosticaram que o óleo de girassol obteve o melhor desempenho em todas as etapas. Os parâmetros analisados foram: viscosidade, densidade, índice de acidez, índice de refração e saponificação. A partir dos dados obtidos após a caracterização físico-química pode-se constatar que todos os experimentos geraram um biodiesel que se apresenta dentro dos padrões exigidos pela agência reguladora.

Palavras-chave: Transesterificação, Produção, Caracterização.

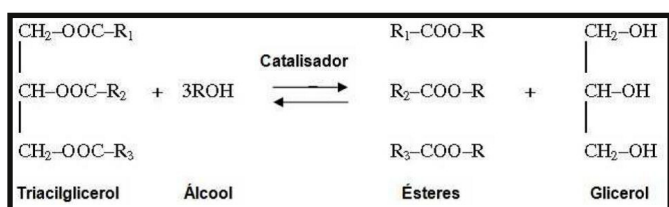
1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda da produção de biocombustíveis destaca a importância da elaboração de pesquisas objetivando desenvolver fontes de energias alternativas e economicamente viáveis. Além disso, ainda existe a questão ambiental frente à queima de combustíveis fósseis e as emissões de gases efeito estufa, principalmente, pelo setor automotivo, considerado norteador do estado de alerta quanto às mudanças climáticas das últimas décadas (ARRUDA BOTELHO, 2012). Nesse sentido, a busca pela manutenção do equilíbrio ambiental paralelo às incertezas energéticas e econômicas frente o futuro do petróleo, têm impulsionado investimentos nas pesquisas de biocombustíveis alternativos, sendo um deles, o biodiesel (BONOMETO et. al., 2010).

No contexto brasileiro, são vastas as possibilidades de produção de biodiesel a partir de óleos vegetais, pois o país tem dimensões continentais e cada região apresenta clima e solo diferentes, logo, há vegetais que são aptos a essas condições regionais. Dentre eles, LORA e VENTURINI (2012) discorrem: “merecem destaque a soja, cujo óleo representa 90% da produção brasileira de óleos vegetais, o dendê, o coco, girassol, pelo rendimento, e a mamona, pela resistência à seca”.

Tradicionalmente, o biodiesel pode derivar de quatro tipos de processos, que são: microemulsificação, pirólise, diluição e transesterificação. A reação de transesterificação, objeto de estudo do presente trabalho (Figura 1.1), consiste na reação química de óleos vegetais ou gorduras, com um álcool, metanol ou etanol, na presença de catalisadores, gerando uma mistura de ésteres alquílicos (biodiesel) e glicerina (RAMOS et. al., 2017).

Figura 1. Reação geral de transesterificação de triglicerídeos (triacilglicerol) e álcool; R₁, R₂, R₃ e R, representam os grupos alquílicos.



Fonte: OILGAE (2015)

Posteriormente o biodiesel passa pela etapa de purificação onde são retirados resíduos de glicerina, sabões e ácidos graxos. Essa purificação, segundo NOUREDDINI (2001), é feita pela lavagem do produto, a qual pode ser realizada por dois métodos: a lavagem a seco e a úmida, que é amplamente usada nos processos de purificação, conforme explica

BERRIOS (2008).

A literatura descreve diversas metodologias para a transesterificação de óleos vegetais. Por exemplo, (SCHUCHARDT et. al., 1998) utilizaram métodos catalíticos de transesterificação na presença de diferentes catalisadores (ácidos; hidróxidos; alcóxidos; carbonatos de metais alcalinos; enzimas; e bases não iônicas). Dentre os processos, os autores (1998) destacam a transesterificação alcalina como o modelo mais aplicado e de menor custo financeiro. Dessa forma, devido à boa viabilidade econômica e a frequente utilização dessa técnica, optou-se por adotá-la para fomento do presente trabalho.

Nesse contexto, a pesquisa realizada objetivou-se pela análise técnica da produção e caracterização físico-química do biodiesel para definição de parâmetros, tais como: densidade, viscosidade, índice de acidez, saponificação e índice de refração, a fim de se obter resultados que indicam o tipo de óleo que se apresenta mais adequado quanto ao processo em questão. A matéria-prima para síntese adveio de três óleos vegetais refinados (soja, canola e girassol).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Ensaio em Energias Renováveis (LEER) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), e no laboratório de tratamento térmico (THERMITEX), da Universidade Federal do Pará (UFPA). No LEER os combustíveis foram produzidos e purificados, via lavagem úmida (com água destilada), e no THERMITEX foram avaliadas as propriedades físico-químicas dos mesmos. Os materiais e equipamentos utilizados foram os seguintes:

MATERIAIS

A produção e a análise foram realizadas com os seguintes materiais de partida nos experimentos:

- Óleos refinados de soja, canola, e girassol (Soya; Lisa; e Sinhá), respectivamente;
- Metanol (Qhemis);
- Hidróxido de potássio (Qhemis);
- Tolueno (Neon);
- Álcool Isopropílico (Neon);
- Água destilada.

EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados no desenvolvimento desse trabalho estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Equipamentos utilizados na produção e análise

Equipamentos	Propriedades
Reator de acrílico GT6000 Marcraft	1800 mL
Agitador por borbulhação (reator)	...
Controlador de temperatura (reator)	Até 80°C
Estufa térmica	
Viscosímetro	
Balança analítica	Até 2kg
Picnômetro	25 ml

Abaixo, na figura 1, está o painel de treinamento em biocombustíveis onde ocorreu a transesterificação e purificação (lavagem úmida) nos experimentos.

Figura 2. Painel de treinamento em biocombustíveis



Fonte: Autores

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A estequiometria geral da equação irá requerer três mols do álcool para cada mol de triacilglicerídeo, no entanto, a reversibilidade das reações envolvidas torna necessária a presença em excesso de álcool no meio de reação, para que haja aumento no valor de rendimento em ésteres ao final do processo (CASTRO, 2013). Eventualmente, o biodiesel foi produzido a partir da transesterificação alcalina de três óleos vegetais refinados e metanol, em excesso estequiométrico de álcool, na presença de hidróxido de potássio como catalisador da reação.

Realizou-se três experimentos, utilizando-se em média 740g de óleo refinado, mesma temperatura nas reações, equipamentos, tempo de reação, razão molar metanol:óleo (RM) de 6:1 e catálise alcalina com concentração de 1,0% de hidróxido de potássio.

Na etapa de purificação que abrange as fases de separação da glicerina do biodiesel por decantação e a fase da lavagem do produto para a retirada de impurezas presentes, adotou-se os mesmos critérios (tempo de decantação, temperatura na separação de fases e secagem do biodiesel). A metodologia experimental foi dividida em duas etapas:

- Preparação do metóxido e reação de transesterificação
- Procedimento de separação e purificação por lavagem úmida do biodiesel

PREPARAÇÃO DO METÓXIDO DE POTÁSSIO E REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO

A preparação da solução que reage com os ácidos graxos presentes no óleo consiste na adição de uma base, hidróxido de potássio (KOH), ao álcool (metanol) gerando o metóxido, a adição do catalisador deve ser feita de forma gradual até que se solubilize totalmente no álcool.

Experimento 1 (óleo de girassol):

Inicialmente, foram calculadas as razões metanol: óleo ($m= 740\text{g}$ de óleo refinado; $m= 190,3\text{g}$ de metanol) a razão de álcool/catalisador foi ($m= 190,3\text{g}$ de metanol; $m= 5,7\text{g}$ de hidróxido de potássio). Em um reator acrílico com capacidade de 1800 mL, equipado com controladores de temperatura, bombas de agitação, termômetros, vasos de separação, sob ambiente inerte, colocou-se o óleo de girassol refinado no vaso de mistura onde foi regulado até alcançar a temperatura de 50°C. Posteriormente, ocorreu à adição gradativa da solução de metóxido de potássio previamente preparado. Sob constante agitação e temperatura de 60°C, deixou-se reagir por 1 (uma) hora.

Experimento 2 (óleo de canola):

Inicialmente, foram calculadas as razões metanol: óleo ($m= 740\text{g}$ de óleo refinado; $m= 188,3\text{g}$ de metanol) a razão de álcool/catalisador foi ($m= 188,3\text{g}$ de metanol; $m= 5,6\text{g}$ de hidróxido de potássio). Por seguinte, em um reator acrílico com capacidade de 1800 mL, equipado com controladores de temperatura, bombas de agitação, termômetros, vasos de separação, sob atmosfera inerte, colocou-se o óleo de canola refinado no vaso de mistura onde foi regulado até alcançar a temperatura de 50°C. Feito isso, adicionou-se a solução de metóxido de potássio previamente preparado. Sob constante agitação e temperatura de 60°C, deixou-se reagir por 1 (uma) hora.

Experimento 3 (óleo de soja):

Inicialmente, foram calculadas as razões metanol: óleo ($m= 740\text{g}$ de óleo refinado; $m= 184,5\text{g}$ de metanol) a razão de álcool/catalisador foi ($m= 184,5\text{g}$ de metanol; $m= 5,5\text{g}$ de hidróxido de potássio). Posteriormente, em um reator acrílico com capacidade de 1800 mL, equipado com controladores de temperatura, bombas de agitação, termômetros, vasos de separação, sob atmosfera inerte, colocou-se o óleo de soja refinado no vaso de mistura onde foi regulado até alcançar a temperatura de 50°C . Logo após, ocorreu a adição do metóxido de potássio previamente preparado. Sob constante agitação e temperatura de 60°C , deixou-se reagir por 1 (uma) hora. A tabela 2 indica um resumo dos experimentos.

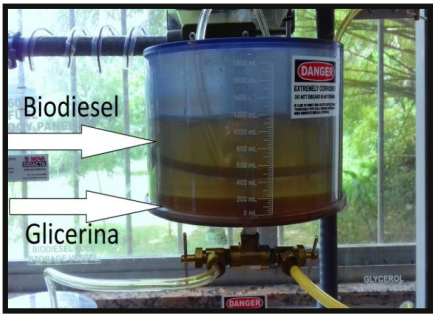
Tabela 2 . Resumo dos experimentos I,II e III.

Procedimento	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Média
Massa de óleo refinado (g)	740	740	740	740
Massa de metanol (g)	190,3	188,3	184,5	187,7
Razão molar metanol: óleo (RM)	6:1	6:1	6:1	6:1
Massa do hidróxido de potássio (g)	5,7	5,6	5,5	5,46
Razão catalisador: metanol (%m/m)	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Tempo de reação (temp. 60°C)	1h	1h	1h	1h
Tempo de decantação	3h	3h	3h	3h

PROCEDIMENTO DE SEPARAÇÃO E PURIFICAÇÃO POR LAVAGEM ÚMIDA DO BIODIESEL

Após a reação completar uma hora o agitador e controlador de temperatura foram desligados e deu-se início ao processo de decantação sob temperatura ambiente de 27°C durante 3 horas. Posteriormente, foi feita a separação das fases, obtendo na parte superior o biodiesel e na inferior a glicerina, todo o procedimento de separação e lavagem foi repetido para os 3 (três) experimentos. Na figura 3 observam-se as duas fases resultantes da etapa de separação.

Figura 3. Etapa de decantação após 3 (três) horas: experimento 1



Fonte: Autores

As quantidades obtidas nas fases éster e glicínica foram contabilizadas para se definir os rendimentos das reações por meio de cálculos percentuais.

De forma a determinar a quantidade de água utilizada nas lavagens, foram usados 30% e 20% de água na razão %m/m de biodiesel obtido pela transesterificação. A temperatura no vaso onde ocorreu a etapa de lavagem foi controlada entre 45° e 50°C e o processo foi mantido sob agitação constante durante o período de 30 minutos. No cálculo da razão %m/m foram consideradas as perdas de combustível ocorridas durante as seções, portanto, sendo necessários novos cálculos ao final de cada lavagem. A Figura 4 mostra o aspecto visual da água no decorrer das 4 lavagens.

Figura 4. Aspecto visual da água utilizada nas lavagens: experimento 1, 2 e 3



Durante o processo observou-se o clareamento gradativo da água residual, podendo-se concluir que lavagens posteriores a quarta não seriam necessárias, pois, o teor de resíduos de sabões de potássio, além de ácidos graxos ou glicerina seriam irrelevantes. Por meio de titulação com fenolftaleína se determinou em qual lavagem as amostras alcançaram o ponto de basicidade (figura 5). Após isso, realizou-se a secagem do biodiesel em estufa térmica para remoção da água remanescente nas amostras.

Figura 5. Titulação das amostras de água no processo de lavagem: exp. 1, 2 e 3



Fonte: Autores

CÁLCULO DE RENDIMENTO DA REAÇÃO NA ETAPA DE TRANSESTERIFICAÇÃO

Para determinar os valores nessa etapa, foi reproduzida a metodologia aplicada por CASTRO (2013). Os rendimentos do processo de transesterificação dos óleos vegetais refinados (η_{OT}) foram expressos pela Equação 1:

$$\eta_{OT} = \frac{m_B}{m_{OE}} \times 100 \quad (1)$$

Onde, m_B é a massa de biodiesel produzido, m_{OE} é a massa de óleo refinado de entrada no sistema.

CÁLCULO DE RENDIMENTO NAS ETAPAS DE SEPARAÇÃO

Os valores de rendimento do processo inicial de separação das fases (η_{PSTi}) e rendimento da lavagem (η_{PSTL}) são determinados pelas equações 2 e 3:

$$\eta_{PSTi} = \frac{m_{BS}}{m_{BSM}} \times 100 \quad (2)$$

Onde, m_{BS} é a massa de biodiesel separado durante o processo, m_{BSM} é massa de biodiesel presente no sistema multicomponente (biodiesel+glicerina).

$$\eta_{PSTL} = \frac{m_{BL}}{m_{B+GR}} \times 100 \quad (3)$$

Onde, m_{BL} é a massa de biodiesel após a lavagem, m_{B+GR} é a massa de biodiesel após o processo inicial de separação (biodiesel+glicerina remanescente) na entrada do sistema de lavagem.

ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

As propriedades avaliadas foram: viscosidade cinemática, densidade e índice de acidez, essas propriedades são devidamente especificadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), através da resolução número 45 de 25 de agosto do ano de 2014.

A viscosidade cinemática foi realizada a 40°C, em conformidade com a norma da ANP, para a quantifi-

cação foi utilizada a equação a seguir (equação 4):

$$V=K(t-v) \quad (4)$$

Onde, K é a constante do viscosímetro, t o tempo de passagem e v o fator de correção de energia cinética.

Para a determinação da densidade (massa específica), mediu-se primeiramente a massa do picnômetro vazio (25 ml) em uma balança analítica e, em seguida a massa do picnômetro com o biodiesel, depois foi subtraída a massa do picnômetro com o biodiesel menos a massa do picnômetro vazio. O valor da densidade foi obtido pela equação cinco:

$$D = \frac{m}{v} \quad (5)$$

Onde, D é a massa específica, m a massa obtida pela subtração e v o volume do picnômetro.

O índice de acidez foi determinado pela equação seis, mas antes foi pesado 2 g de amostra em um erlenmeyer e adicionou – se 25 ml de solução de éter com álcool em proporção 2 para 1, neutralizada com uma solução de NaOH 0,1N, após esse processo foram adicionados 2 gotas de fenoltaleína e titulou-se com solução NaOH 0,1N até a coloração rósea.

$$I_a = \frac{(V_a - V_b) \times c \times 5,5}{m} \quad (6)$$

A saber: V_a é o volume em ml da solução de NaOH 0,1 gastos na solução; V_b é o volume em ml da solução de NaOH gastos na solução do branco; c é o fator de correção de NaOH e m é a massa em gramas da amostra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

RESULTADOS DOS RENDIMENTOS DA TRANSESTERIFICAÇÃO

A partir da análise dos dados obtidos, constataram-se diferenças no rendimento da reação de transesterificação dos óleos vegetais usados. A tabela 3 mostra os resultados da análise de rendimento nesse processo.

Tabela 3: Valores de rendimento no processo de transesterificação.

Processos	EXP. I	EXP. II	EXP. III	Média
Massa óleo refinado (m_{OR}) (g)	740	740	740	740
Massa do biodiesel (m_B) (g)	656,5	587	573,3	605,6
Rendimento (%) (η_{OT})	88,71%	79,32%	77,47%	81,83%

Conforme os resultados expostos na tabela 3 consta os procedimentos utilizados na transesterificação alcalina homogênea dos óleos vegetais podem ser considerados eficientes, pois a média percentual alcançada foi superior a 80%. Nesse contexto, se destaca o experimento 1, onde obteve-se 88,71% em massa de biodiesel, assim como também se observou os melhores resultados frente a análise dos parâmetros. Em contra partida, nota-se que o rendimento do experimento 3 apresentou-se o menor percentual em óleo transesterificado (77,47%), esse fato pode ser atribuído a perdas durante o decorrer do processo.

RESULTADOS DOS RENDIMENTOS NAS ETAPAS DE SEPARAÇÃO

O rendimento na etapa de separação inicial pode sofrer influência de variáveis como: temperatura, umidade e tempo de duração. Para mais, nessa etapa as amostras foram colocadas em repouso a uma temperatura ambiente de 27°C durante 3 horas, após esse período de decantação foi feita a separação dos produtos. O mesmo procedimento sucedeu para ambos os experimentos.

Tabela 4: Rendimento do processo de separação de fases

Processos	Girassol	Canola	Soja	Média
Massa de biodiesel separado (m_B) (g)	656,5	587	573,3	605,6
Massa do sistema multicomponente (m_{BSM}) (g)	931	933	928	930,6
Rendimento (%) (η_{PSTI})	70,51%	62,91%	61,77%	65,06%

Os rendimentos vistos na tabela 6 para o processo inicial de separação se fases mostram que no experimento 1 alcançou-se o melhor desempenho, esse fato decorre do eficiente rendimento do óleo de Girassol no processo anterior de transesterificação. As tabelas 5, 6 e 7 abaixo, apresentam os dados de todas as lavagens realizadas nos três experimentos.

Tabela 5: Dados obtidos nas lavagens do biodiesel de Girassol: exp. I.

Procedimentos	Massa de biodiesel (g)	%m/m de H ₂ O	Massa de H ₂ O (entrada) (g)	Massa de H ₂ O (saída) (g)
1º lavagem	656,5	30%	196,9	232,2
2º lavagem	620,5	20%	124,2	134,1
3º lavagem	610,2	20%	122	125,6
4º lavagem	606,6	20%	121,3	121,5
Perda de massa de biodiesel (g)	49,9	--	--	--

A perda de massa identificado na tabela 5 pode caracterizar impurezas presentes no biodiesel que saíram com a água e não foram detectadas visualmente na separação inicial. O valor de 49,9g representa, aproximadamente, 7,7% da massa de biodiesel produzido na transesterificação do óleo de Girassol.

Tabela 6: Dados obtidos nas lavagens do biodiesel de Canola: exp. II.

Procedimentos	Massa de biodiesel (g)	%m/m de H ₂ O	Massa de H ₂ O (entrada) (g)	Massa de H ₂ O (saída) (g)
1º lavagem	587	30%	176,1	230,3
2º lavagem	532,5	20%	106,5	110
3º lavagem	528,8	20%	105,7	106,3
4º lavagem	527,8	20%	105,5	105,3
Perda de massa de biodiesel (g)	59,2	--	--	--

Na tabela 6 estão os dados da lavagem do biodiesel de Canola, o valor de massa perdida 59,2g expresso acima consiste em 10,08% da massa de entrada no sistema.

Tabela 7: Dados obtidos nas lavagens do biodiesel de Soja: exp. III.

Houve grande perda mássica de biodiesel nesse

Procedimentos	Massa de biodiesel (g)	%m/m de H ₂ O	Massa de H ₂ O (entrada) (g)	Massa de H ₂ O (saída) (g)
1º lavagem	573,3	30%	172	296,5
2º lavagem	448,5	20%	89,7	100,5
3º lavagem	437,5	20%	87,3	90,3
4º lavagem	434,3	20%	86,8	87
Perda de massa de biodiesel (g)	139	--	--	--

procedimento, cerca de 139g, aproximadamente, 24,24% da massa de entrada do biodiesel. A maior perda ocorreu na etapa primeira da lavagem, onde foi usado 02 (duas) bombas para a mistura. Essa maior agitação pode ter favorecido a formação de emulsificações em parte da amostra, gerando tal perda. Posteriormente corrigiu-se o método usando apenas 01 (uma) bomba. A tabela 8 aponta os

valores de rendimento nas lavagens.

Tabela 8: Percentuais de rendimento obtidos no procedimento geral de lavagem.

Processos	Girassol	Canola	Soja	Média
Massa de entrada (m_{B+GR}) (g)	656,5	587	573,3	605,6
Massa de saída (m_{BL}) (g)	606,6	527,8	434,3	522,9
Rendimento (%) (η_{PSTL})	92,15%	89,91%	75,75%	85,93%

Através dos dados expressos na tabela 8 pode-se considerar a eficiência da metodologia empregue na lavagem do biodiesel, visto que se alcançou percentual médio acima de 80% nesse procedimento. Os dados também permitem concluir que durante a lavagem no experimento 1 houve pouca perda mássica de biodiesel e consequentemente melhor aproveitamento (92,15%).

Propriedades físico – químicas

Os valores das propriedades físico - químicas obtidos pelos experimentos estão expostos na tabela 9, junto com os limites exigidos pela resolução n° 45 de 25 de agosto de 2014 da ANP, que especifica essas propriedades para o Biodiesel.

Tabela 9: Valores da viscosidade, densidade e índice de acidez obtidos nos experimentos.

	Viscosidade cinemática (mm ² /s)	Massa específica (Kg/m ³)	Índice de acidez, lim. (mg KOH/g)
ANP	3,0 a 6,0	850 a 900	0,5
Canola	5,8	864	0,86
Girassol	5,32	860	0,12
Soja	5,14	854	0,3
Média	5,42	859,33	0,42

Como mostrado na tabela acima, todos os valores estão de acordo com a especificação da ANP, exceto o índice de acidez do diesel do óleo de canola, sugere-se que esse resultado seja devido ao alto valor do índice de acidez do óleo refinado utilizado para o experimento. Os melhores resultados de viscosidade e densidade estão com o biodiesel advindo do óleo de soja, atribui a isso o fato de que o combustível passou por um processo de secagem a 100°C, por três horas em uma estufa, após a etapa de lavagem úmida, isso foi feito para eliminar quaisquer resquícios de água. O biodiesel derivado do óleo de girassol teve o melhor valor para o índice de acidez, propõe - se para isso o fato de que foi utilizada uma amostra após a 4º lavagem úmida do combustível.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa em fontes alternativas em combustíveis é de suma importância para a substituição do petróleo, fonte energética poluidora e finita.

Todos os resultados obtidos nesse trabalho atenderam as expectativas dos autores, pode-se dizer que tiveram resultados melhores dos que os esperados.

Ressalta-se a importância do processo de purificação do Biodiesel, através das etapas de lavagem e secagem do combustível, para a obtenção de propriedades que atendam a norma da ANP.

REFERÊNCIAS

- AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fzvvgjfcy02wx5ok-0q43a0rv2bu8l0.html>>. Acesso em: 6 de fev. 2018.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D6751: Biodiesel Standards and Testing Methods. Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/D6751.htm>>. Acesso em: 3 de mar. 2018.
- ANP - Agência nacional de petróleo e gás. Biodiesel. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>>. Acesso em: 08 de mar. 2018.
- ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Informações de mercado, Brasília, DF, fevereiro 2018. <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/producao-de-biocombustiveis/biodiesel/informacoes-de-mercado>>.
- BERRIOS, M.; SKELTON, R. L. "Comparison of purification methods for biodiesel". Chemical Engineering Journal, v. 144, p. 459-465, 2008.
- BONOMETO, R. P.; JUSTI, A. L.; BUCHI, A. T. "Análise energética do processo experimental de produção de biodiesel a partir de óleo de frango". Energia na Agricultura, vol. 25, n. 4, p. 130-140, 2010.
- CARTONI, C. R. "Avaliação de catalisadores alcalinos na produção de biodiesel metílico derivado do óleo de soja: análise técnica, econômica e ambiental". Dissertação. 81f. Mestrado em engenharia química – Escola de engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, São Paulo, 2009.
- CASTRO, D. A. R. "Estudo das variáveis operacionais dos processos de separação na produção de biodiesel, a partir do óleo de palma bruto (elaeis guineensis, jacq) em escala de laboratório". 2013. Dissertação. 180f. Mestrado em Engenharia Química. PPGEQ, UFPA - Belém, 2013.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. "Energias renováveis: um futuro sustentável". Revista Usp, n.72, p.6-15, São Paulo, 2006-2007.
- KUCEK, T. K. "Otimização da transesterificação etílica do óleo de soja em meio alcalino". 2004. Dissertação. 102f. Mestrado em Química Orgânica. CPGQUIM, UFPR-Curitiba, 2004.
- LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J. "Biocombustíveis". Editora Interciência - Rio de Janeiro: volume 1, 2012.
- MME – Ministério de Minas e Energia. Boletim dos biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138769/1732805/Boletim+D-Bio+n%C2%BA+107+jan-fev+de+2017.pdf/e2e102f2-5ce3-4390-89d5-d08fc8bfcce3>>. Acesso em: 08 de mar. 2018.
- OILGAE. Transesterification. Disponível em: <<http://www.oilgae.com/algae/oil/biod/tra/tra.html>>. Acesso em: 06 de mar. 2018.
- PETROBRAS. Petróleo Brasileiro S.A. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/>>. Acesso em: 3 de mar. 2018.
- RAMOS, L. P.; KOTHE, V.; CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F.; MUNIZ-WYPYCH, A. S.; NAKAGAKI, S.; KRIEGER, N.; WYPYCH, F.; CORDEIRO, C. S.. "Biodiesel: Matérias-Primas, Tecnologias de Produção e Propriedades Combustíveis". Revista Virtual de Química, 2017, v.9, n.1, p. 317-369.
- RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. "Biodiesel: Um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil". Revista Biotecnologia & Desenvolvimento, v.31, p.28-37. 2003.
- SCHUCHARDT, U.; SERCHELIA, R.; VARGAS,

R. M. "Transesterification of Vegetable Oils: a Review". Journal of the Brazilian Chemistry Society, vol. 9 (1). 1998.

SUAREZ, P.A.Z.; e MENEGHETTI, S.M.P. "70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil". Química Nova, v. 30, p. 2068-2071, 2007.

APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO ACETILSALICÍLICO NO MANJERICÃO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

Ednardo Gabriel De
Sousa

UFPB/PPGCAG

Ivane de Pontes
Moura

UFPB/PPGCAG

Adjair José Da Silva

UFPB/PPGA

Márcia Paloma Da
Silva Leal

UFPB/PPGCAG

Joelma Farias Vieira
De Jesus

UFPB/PPGA

Marcos Fabrício
Ribeiro De Lucena

UFPB

Lucas Soares
Rodrigues

UFPB

Adriano Salviano
Lopes

UFPB/PPGA

Thiago Jardelino Dias

UFPB/PPGCAG/PGA

RESUMO

A salinidade nas culturas agrícolas, provoca diminuição no crescimento vegetativo, toxicidade iônica, redução do potencial osmótico, desequilíbrios nutricionais. O ácido acetilsalicílico (AS), pode permitir que a planta sob estresse salino, realize ajuste osmótico, promovendo absorção de água e turgescência celular, inibindo os efeitos da salinidade. Objetivou-se neste trabalho, avaliar o comportamento do manjericão (*Ocimum basilicum* L), irrigado com água salina sob aplicação foliar de AS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com esquema fatorial 5 x 3, em 3 blocos, totalizando 75 unidades experimentais. Contendo, cinco condutividades elétricas da água (CEa de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 dS m⁻¹) e doses crescentes de AS (0; 0,5 e 1,0 mM). O comprimento da parte área (CPA) do manjericão, sofreu depreciação diante das doses CEa de 2,0 e 2,5 dS m⁻¹, sendo influenciado positivamente pelo AS. A massa seca da raiz sofreu interação sobre as doses de diluição do AS, sendo ajustada em regressão polinomial com coeficiente de determinação 0,87 na diluição 0,5mM e 0,97 na diluição 1mM. O ácido salicílico utilizado na concentração de 1mM em plantas de manjericão contribuiu positivamente para atenuar os efeitos do estresse salino das plantas.

Palavras-chave: Ácido Acetilsalicílico; Água Salina; Manjericão.

1. INTRODUÇÃO

Diminuição no crescimento vegetativo, toxicidade iônica, redução do potencial osmótico, desequilíbrios nutricionais, oriundos da acumulação excessiva de alguns íons nos tecidos vegetais, são efeitos da salinidade sobre as culturas agrícolas (Freitas et al., 2014; Alves et al., 2015; Taiz et al., 2017).

A incorporação de composto orgânico, como também aplicação de eliciadores endógenos a exemplo do ácido acetilsalicílico (AS), no solo pode aumentar a disponibilidade de nutrientes, consequentemente a produtividade, permitindo que a planta sob estresse salino, realize ajuste osmótico, mantendo a absorção de água e turgescência celular, inibindo os efeitos da salinidade sob a planta (Costa, 2016; Carmo et al., 2019; Taiz et al., 2017).

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma erva medicinal, adaptada a regiões áridas, que possui propriedades condimentar, oleaginosa, participando da cadeia produtiva que culmina na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (Vlase et al. 2014, Snoussi et al., 2016). A produtividade média, massa seca da parte aérea total acumulada em um ano de cultivo, equivale a 3 t ha⁻¹. A extração do óleo essencial de manjeriço visa obter o linalol, possui rendimento de 0,3 a 0,58% (May et al., 2019).

O objetivo deste trabalho foi estudar diferentes concentrações de sais da água de irrigação, sob influência da aplicação de ácido acetilsalicílico, na produção de fitomassa de manjeriço.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente aberto no setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras, PB. O solo utilizado, foi classificado como latossolo franco arenoso. O manjeriço foi semeado em bandejas de isopor de 128 células, preenchidas com o solo acima citado e composto orgânico comercial (2:1 v/v). Aos 40 dias após o plantio (DAP), transplantou-se para vasos de polietileno com capacidade de 5 dm³.

Os tratamentos avaliados foram doses de ácido acetilsalicílico (AS) borrifadas no manjeriço. Para todas as doses de AS, foram acrescentado, hormônio espessante Tween 20 a 0,1%, auxiliando a absorção pelas plantas (KHAN et al., 2015). A partir dos 15 dias após transplante (DAT), iniciou-se a coleta de dados, avaliando o crescimento vegetativo (altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e área foliar). Aos 75 DAT, foram coletados dados inerentes

a fitomassa (massa da raiz e parte aérea).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com esquema fatorial 5 x 3, em 3 blocos, totalizando 75 unidades experimentais. Contendo, cinco condutividades elétricas da água (CEa de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 dS m⁻¹) e doses crescentes de ácido acetilsalicílico (0; 0,5 e 1,0 mM).

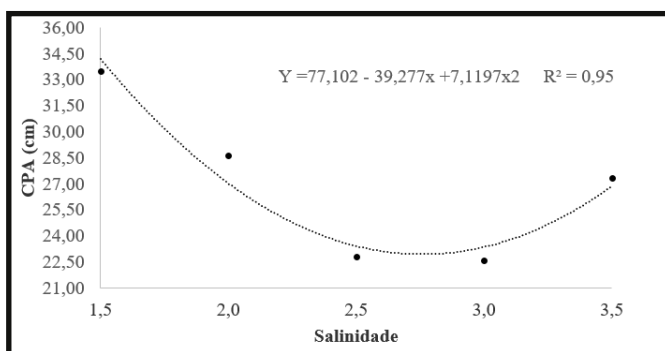
Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 0,05 de probabilidade, nos casos de significância realizou-se análise de regressão, utilizando o programa estatístico SAS 9.2 (SAS, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento da parte aérea (CPA) do manjeriço, foi diminuído, diante das doses CEa de 2,0 e 2,5 ds m⁻¹, (Figura 1). Cavalcante et al. (2010); Taiz et al., (2017), constataram que a redução do comprimento na parte aérea das plantas, sob estresse salino, é consequência da ação osmótica, em decorrência da concentração de íons tóxicos no protoplasma celular, acarretando déficit hídrico, desnutrição.

O uso do ácido acetilsalicílico (AS), para o CPA, exerceu efeito isolado, não diferindo estatisticamente diante das doses de diluição. Silva et al. (2019), estudando essa cultura sob estresse salino com aplicação de AS, obtiveram desempenho satisfatório no ajuste osmótico, mitigando os efeitos deletérios da salinidade sob o manjeriço, possibilitando realização das funções fisiológicas, consequentemente condicionando o crescimento da planta sob estresse, como observado a partir de CEa de 3,0 ds m⁻¹ (Figura 1).

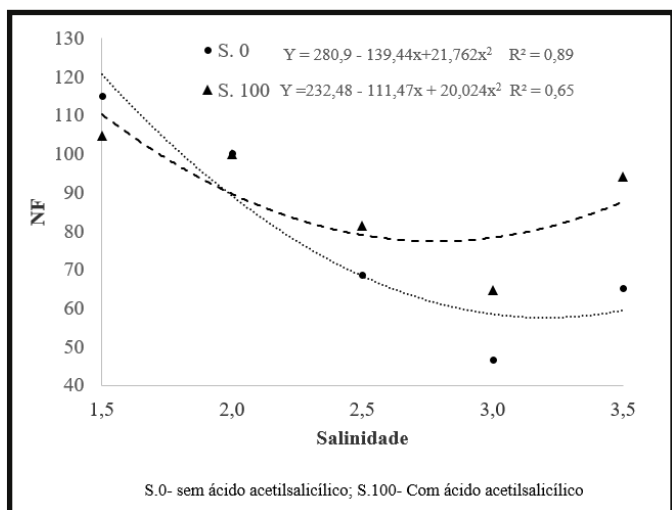
Figura 1. Comprimento de parte aérea de plantas de manjeriço irrigadas com água salina sem ácido acetilsalicílico



As variáveis número de folha (NF), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA); PES.S.R- peso seco da raiz; e PES.S.P.A- peso seco da parte aérea, não diferenciaram-se estatisticamente, em relação a presença ou ausência

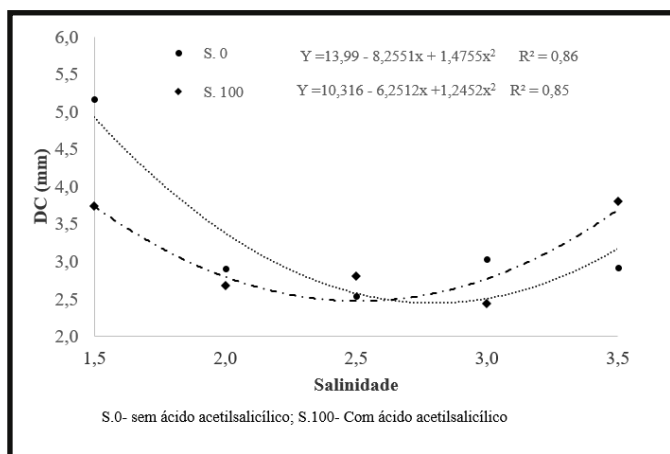
do AS. No entanto, houve maiores valores para NF, no tratamento com CEa de 1,5 dS m⁻¹ sem AS (Figura 2). Kuhn (2018), estudando manjeriço irrigado com CEa 5,0 dS m⁻¹, em ambiente aberto, por 30 dias, verificou que o número de folhas, não diferiu estatisticamente ao tratamento com AS.

Figura 2. Número de folhas de manjeriço submetidas ao estresse salino com aplicação de ácido acetilsalicílico



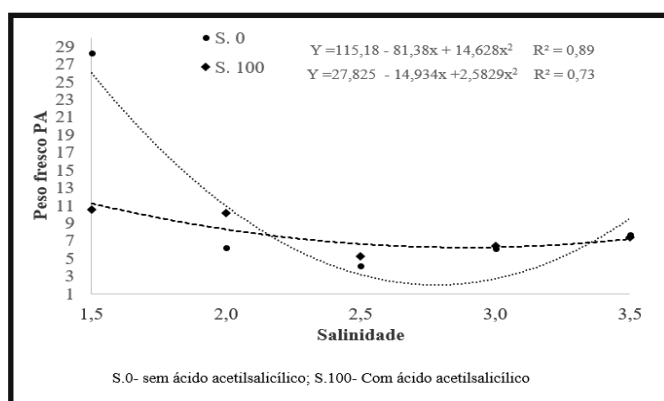
O diâmetro de caule (DC), foi superior na ausência de AS, sob CEa 1,5 dS m⁻¹, sofrendo diminuição até CEa 2,5 dS m⁻¹ (Figura 3). Essa resposta está em consonância a deficiência na absorção da água, devido à redução do potencial osmótico do sistema solo-planta e pela absorção de íons tóxicos (Taiz et al., 2017). A partir deste nível de salinidade, o AS exerceu efeito quadrático, relação funcional entre a dose de AS no DC. Palaretti et al. (2015), utilizando a fertirrigação em plantas de manjeriço, CEa inferior a 2,5 dS m⁻¹, também obteve efeito quadrático, ajustado ao coeficiente de determinação de 0,82, referente ao acréscimo do DC sob influência do fertilizante.

Figura 3 - Diâmetro do caule de manjeriço submetidas ao estresse salino com aplicação de ácido acetilsalicílico como atenuante



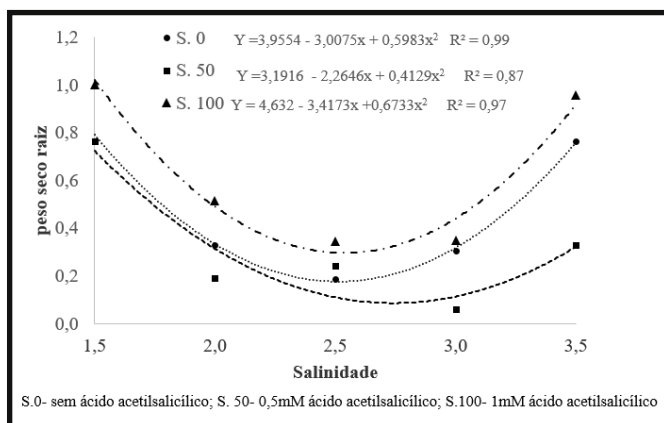
A massa fresca da parte aérea foi reduzida significativamente, diante do aumento da CEa (Figura 4). Martins (2017), estudando o estresse hídrico, em plantas de manjeriço, também obteve decréscimo para essa variável. A diminuição de biomassa está intimamente ligada, a capacidade da planta sob estresse salino, absorver água e nutrientes (Freitas et al., 2014; Alves et al., 2015; Taiz et al., 2017). O uso de AS foi relevante, uma vez que obteve maiores médias, na medida em que foi aumentada a salinidade, especificamente na dose CEa 2,0 dS m⁻¹. Da Silva et al. (2019), afirma que o AS na dosagem de 1,0 mM, aos 30 dias de irrigação com água salina, exerce influência no manjeriço, proporcionando resposta fisiológica e desenvolvimento vegetativo.

Figura 4. Peso fresco da parte aérea de manjeriço submetidas ao estresse salino com aplicação de ácido acetilsalicílico como atenuante



A massa seca da raiz sofreu interação sobre as doses de diluição do AS, sendo ajustada em regressão polinomial com coeficiente de determinação 0,87 na diluição 0,5mM e 0,97 na diluição 1mM (Figura 5). Conforme Da Silva et al. (2019), os resultados obtidos na diluição 1mM, demonstra eficiência dessa dosagem, sobre as diluições testadas, expressando que o AS, nessa proporção atua como atenuante dos efeitos inibitórios da salinidade sobre o manjeriço (Costa, 2016; Carmo et al., 2019; Taiz et al., 2017).

Figura 5. Peso seco da raiz de manjeriço submetidas ao estresse salino com aplicação de ácido acetilsalicílico como atenuante



4. CONCLUSÃO

A condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), a nível de 2,5 dS m⁻¹ afeta as características morfológicas do manjerição. O ácido salicílico utilizado na concentração de 1mM em plantas de manjerição é indicado, para diminuir os efeitos do estresse salino nessa planta.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. S.; PAZ, V. P. S.; SILVA, A. J. P.; OLIVEIRA, G. X. S.; OLIVEIRA, F. E. R.; AMORIM, E. L. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de plantas de manjerição submetidas ao estresse salino com NaCl. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 17, n. 4, supl.1, 2015.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, suplemento 1, p.1281-1290, 2010.
- CARMO, C. O., DA SILVA, F., DA SILVA, R. M., & SOARES, A. C. F. (2019). Utilização de compostos orgânicos inoculados com Actinobactéria na adubação de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). *MAGISTRA*, 30, 18-27.
- COSTA, R. R. D. (2016). Atenuação de estresse híbrida em plantas de feijão-caupi tratadas com ácido salicílico.
- DA SILVA, T. I., DE MELO GONÇALVES, A. C., DE MELO FILHO, J. S., ALVES, W. S., DE SOUSA BASILIO, A. G., FIGUEIREDO, F. R. A., BLANK, A. F. Aspectos ecofisiológicos de *Ocimum basilicum* sob estresse salino e ácido salicílico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, v. 14, n. 2, p. 5633, 2019.
- FREITAS, M. A. C.; AMORIM, A. V.; BEZERRA, A. M. E.; PEREIRA, M. S.; BESSA, M. C.; NOGUEIRA FILHO, F. P.; LACERDA, C. F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 16, n. 4, p. 839-849, 2014.
- KHAN, A. R.; HUI, C. Z.; GHAZANFAR, B.; KHAN, M. A.; AHMAD, S. S.; AHMAD, I. Acetyl Salicylic acid and 24-epibrassinolide attenuate decline in photosynthesis, chlorophyll contents and membrane thermo-stability in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under heat stress. *Pakistan Journal of Botany*, v. 47, n. 1, p. 63-70, 2015.
- KUHN, A. W.; TEDESCO, S.B.; ANDRIOLO, J. L.; FRESCURO, V.D.-S.; CONTERATO, I. F.; DOROW, T.S.C. Manjerição (*Ocimum basilicum* L.) sob diferentes períodos de estresse salino: fitomassa, fitoquímica e citogenotoxicidade. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.
- MARTINS, I. P. Crescimento e consumo de água por manjerição (*Ocimum basilicum* L.) sob diferentes regimes hídricos. 2017. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- MAY, A.; PINHEIRO, M. Q.; SACCONI, L. V.; JESUS, J. P. F. Manjerição (*Ocimum basilicum* L.). Instituto Agronômico – IAC; Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agropêlo de Horticultura <www.iac.sp.gov.br> imagem_informacoestecnologicas>. Acesso em: 27 ago. 2019.
- PALARETTI, L. F., DALRI, A. B., DANTAS, G. F., FARIA, R. T., SANTOS, W. F.; DOS SANTOS, M. G.. Produtividade do manjerição (*Ocimum basilicum* L.) Fertirrigado utilizando vinhaça concentrada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, [s.l.], v. 9, n. 5, p.326-334, 30 out. 2015. INOVAGRI. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v9n500326>.
- DA SILVA, T. I., DE MELO GONÇALVES, A. C., DE MELO FILHO, J. S., ALVES, W. S., DE SOUSA BASILIO, A. G., FIGUEIREDO, F. R. A., BLANK, A. F. Aspectos ecofisiológicos de *Ocimum basilicum* sob estresse salino e ácido salicílico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, v. 14, n. 2, p. 5633, 2019.
- SNOUSSI, M.; DEHMANI, A.; NOUMI, E.; FLAMINI, G.; PAPETTI, A. Chemical composition and antibiofilm activity of *Petroselinum crispum* and *Ocimum basilicum* essential oils against *Vibrio* spp. Strains. *Microbial Pathogenesis*, v. 90, n. 1, p. 13-21, 2016.
- TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. (2017). Fisiologia e desenvolvimento

vegetal. Artmed Editora, 2017.

VLASE, L., BENEDEC, D., HANGANU, D., DAMIAN, G., CSILLAG, I., SEVASTRE, B., MOT, A.C., SILAGHIDUMITRESCU, R., TILEA, I. (2014). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities and phenolic profile for *Hyssopus officinalis*, *Ocimum basilicum* and *Teucrium chamaedrys*. *Molecules* 19, 5490–5507.



ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS EM SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI *IN VITRO*

Cássia Cristina
Chaves Pinheiro
UFV

Ana Karoliny Alves
Santos
UDESC

Fernanda Sarmiento
de Oliveira Louzano
UFRA

Caroline Silva
Ferreira
UFRA

Victor Fernando
Galvão Bezerra
UFRA

Francisco Carlos de
Oliveira
UFRA

Leidiane Cristina
Araújo da Silva
UESC

Samara Campos do
Nascimento
UDESC

Fernando Sartori
Pereira
UDESC

RESUMO

A qualidade sanitária e fisiológica das sementes interferem diretamente no sucesso da lavoura, considerando que elas podem ser veículos de agentes fitopatogênicos que influenciam de forma significativa a germinação e vigor das mesmas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito *in vitro* de extratos alcoólicos de alho, cravo-da-índia e canela, sobre a micoflora de sementes de feijão-caupi. O estudo foi conduzido na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, no laboratório de Fitopatologia, no período de setembro de 2018. As sementes foram trazidas do município de Paragominas/PA, passadas por processo de assepsia e colocadas em placas de Petri contendo BDA e o extrato vegetal na concentração de 20%. As placas foram incubadas em câmara do tipo B.O.D, com fotoperíodo de 12 h (claro/ escuro) à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Foram feitas avaliações diárias para saber a incidência de fungos nas sementes, tendo os resultados expressos em porcentagem de incidência de fungos. Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p\text{-valor} \leq 0.05$). Todos os tratamentos testados apresentaram significativo efeito antifúngico nas sementes avaliadas, quando comparados ao tratamento controle. Os extratos de alho, canela e cravo-da-Índia, a uma concentração de 20%, são eficientes quanto a inibição do crescimento micelial de fungos provenientes de sementes de feijão-caupi.

Palavras-chave: Controle Alternativo; *Vigna Unguiculata*; Agente Etiológico.

1. INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), é uma das leguminosas mais consumidas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, representando importante fonte de proteína, energia, fibras e minerais, além de ser um gerador de emprego e renda (DUTRA *et al.*, 2012). Entretanto, a cultura do feijão caupi pode ser acometida por diversas doenças que podem resultar na redução da produtividade causando grandes prejuízos econômicos (NECHET *et al.*, 2009).

O controle dessas doenças tem se intensificado, sendo realizado basicamente através do emprego de defensivos químicos (VENTUROSIO *et al.*, 2010). Estes produtos auxiliam de maneira eficaz o agricultor no alcance de altas produtividades. Porém, eles podem causar o surgimento de fitopatógenos resistentes às substâncias químicas utilizadas, além de se tornarem prejudiciais para o meio ambiente devido à poluição causada pelos resíduos (SCHWAN-ESTRADA *et al.*, 2000).

Atualmente, cresce o interesse pela busca de substitutos para estes produtos encontra nas plantas uma alternativa de interesse econômico e ecológico bastante promissor (SOUZA *et al.*, 2007). A obtenção dos metabólitos secundários de plantas, bem como, a determinação da atividade biológica de suas moléculas, poderá contribuir para a aquisição de maiores conhecimentos que reforçam a possível utilização como um método alternativo de controle de doenças de plantas (SCHWAN-ESTRADA *et al.*, 2000).

As plantas medicinais representam uma importante fonte de substâncias fungitóxicas, as quais, quando comparadas com fungicidas de origem sintética, caracterizam uma proposta ecológica praticamente inofensiva ao meio ambiente (STANGARLIN *et al.*, 1999). Estas substâncias são compostas do metabolismo secundário das plantas medicinais e podem ter ação antimicrobiana direta sobre o fitopatógeno ou ação indutora de mecanismos de resistência na planta (SCHWAN-ESTRADA *et al.*, 2000). Em vista da propriedade inibitória de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fungos patogênicos, o presente trabalho tem por objetivo avaliar in vitro o efeito do extrato de alho, cravo-da-índia e canela sobre o crescimento de fitopatógenos em sementes de feijão caupi.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a obtenção de uma boa planta é necessário o controle de sanidade e de qualidade da semente utilizada, pois, esta poderá servir como veículo de disseminação de diversos fitopatógenos, sendo assim, a obtenção de sementes isenta desses micror-

ganismos é necessária para o aumento da produtividade (MENDES, 2005). De modo geral, vários danos podem ser provocados por patógenos, associados às sementes. Dentre eles, podemos citar a morte em pré-emergência, podridão radicular, tombamento de mudas, infecções latentes, etc. (NEERGAARD, 1979; MENDES, 2005) assim, a qualidade sanitária das sementes é um fator importante na germinação, podendo ocasionar perdas através da deterioração, anormalidades e lesões em plântulas (LAZAROTTO; MUNIZ, 2010)

Extratos vegetais têm sido utilizados como métodos alternativos para inibir o desenvolvimento de fungos. Silva *et al.* (2010) observaram que a combinação de extratos vegetais de alho e nim mostrou-se eficiente no controle de fitopatógenos em sementes de chorão.

3. METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O ensaio foi conduzido no Laboratório Fitopatologia da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, campi de Belém, Pará (1° 27' 31" S e 48° 26' 04.5" O), durante o período de setembro de 2018.

3.2 PREPARO E MANUTENÇÃO DOS EXTRATOS

Na preparação dos extratos, foram utilizados 100 g do material vegetal bulbos de alho (*Allium sativum* L.); cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e folhas de canela (*Cinnamomum verum*) triturados em liquidificador contendo 250 mL de água destilada esterilizada (ADE) e 250 mL de álcool etanólico P.A., colocados em um recipiente de vidro e submetidos, por um período 96 horas, ao processo de extração por infusão. Posteriormente, os extratos foram filtrados através de papel de filtro esterilizado e mantidos em recipiente aberto, durante 72 horas, para favorecer a evaporação do álcool. Após esse período o material foi submetido à radiação ultravioleta por 30 minutos (UV), de acordo com metodologia adaptada de Rodrigues *et al.* (2006).

3.3 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

As sementes do feijão caupi cultivar BRS Tracuateua utilizadas no estudo são provenientes do plantio comercial no município de Bragança/Pa. As mesmas foram submetidas à desinfestação com álcool 70%, hipoclorito a 100 ppm e lavadas com água destilada, após foram secas sobre papel filtro estéril.

3.4 TESTE DE ATIVIDADE ANTIFÚNGICA “/IN VITRO” DOS EXTRATOS VEGETAIS

As sementes foram colocadas de placas de Petri contendo BDA (Batata-Dextrose-Ágar), e o extrato vegetal na concentração de 20%. Os tratamentos foram compostos de extrato de canela (T1), cravo-da-índia (T2), alho (T3) e o controle- com ausência de extrato vegetal- (T4) cada um contendo cinco repetições. As placas foram incubadas em BOD (Demanda Biológica de Oxigênio), com fotoperíodo de 12 h (claro/ escuro) à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.5 AVALIAÇÃO

A avaliação foi iniciada a partir de 24 horas da instalação do experimento. A da incidência de fungos nas sementes foi feita a partir da visualização dos fungos sobre as mesmas. O exame morfológico dos fungos foi feito ao microscópio, quando necessário, para a observação de detalhes morfológicos, comparando-os com informações disponíveis na literatura (BARNETT; HUNTER, 1972).

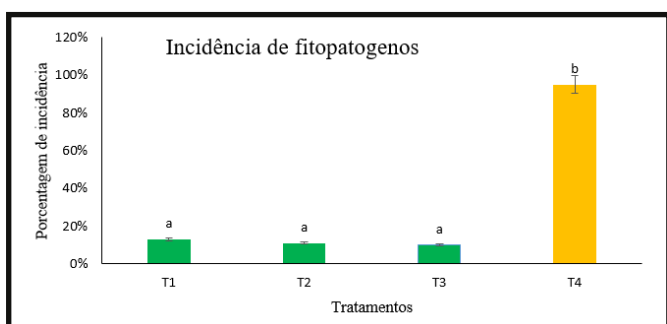
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram expressos em porcentagem de incidência de fungos (HENNING, 1994; GOULART, 1997). Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott- Knott ($p\text{-valor} \leq 0.05$), utilizando-se o programa SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tratamentos T1, T2 E T3 tiveram efeito antagonico significativo sobre o crescimento de fungos fitopatogênicos, quando comparados com ao T4 (Figura 1).

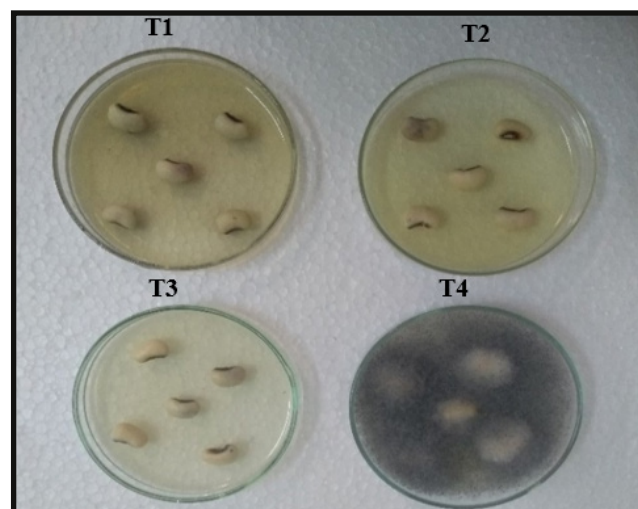
Figura 1- Percentagem de inibição de fungos na presença de extratos vegetais. Médias com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).



Conforme a avaliação morfológica em microscópio realizada nas sementes de feijão caupi, verificou-se

que no tratamento T4, houve a presença de fungos do gênero *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., e *Fusarium* sp com incidência de 98%. Enquanto que nos tratamentos T1, T2 e T3 houve apenas a presença dos fungos *Rhizoctonia* sp e *Aspergillus* sp com incidência de 13%, 11% e 10%, respectivamente. Podemos observar a incidências dos fungos na figura 2.

Figura 2- Sementes de feijão caupi na presença dos extratos vegetais e o tratamento controle.



Fonte: própria.

Resultados semelhantes ao que está sendo relatado no presente estudo foram descritos por Silva (2009), utilizando extrato de alho (*Allium sativum* L.) no controle de *A. niger* em sementes de *Caesalpinia ferrea*, obtiveram resultados satisfatórios, reduzindo a incidência desse fungo em até 70%. O efeito fungitoxico do alho tem sido atribuído a compostos a base de enxofre sendo abalicina (dialiltiosulfinato), um composto instável formado pela ação enzimática da alinase sobre a aliina quando o dente de alho é triturado ou cortado, representante de 70% dos diferentes compostos existentes no alho. Quando este composto é produzido tem a capacidade de eliminar fungos e inibir o a colonização, devido sua ação antioxidante, que provoca uma reação instantânea com os grupos livres de tiol que penetram facilmente nas células biológicas e desativa suas enzimas (BUSINELLI *et al.*, 2014).

Em outra pesquisa realizada por Costa *et al.* (2011) avaliou-se o efeito do óleo essencial de cravo sobre o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina*. phaeolina, verificando que na concentração 0,15% ocorreu a total inibição do desenvolvimento das três primeiras espécies. Venturoso *et al.* (2011) verificaram que meios de cultura contendo os extratos de cravo-da-índia, alho e canela, concentração de 20%, foram os mais promissores sobre a redução do crescimento micelial dos fitopatógenos *Aspergillus* sp.,

Penicillium sp., *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium solani* e *Phomopsis* sp., destacando o extrato de cravo-da-índia, que inibiu completamente o desenvolvimento de todos os fitopatógenos testados.

4. CONCLUSÕES

Os extratos alcoólicos de alho, folha de canela e cravo-da-índia na dose de 20% foram eficientes no controle de fitopatógenos em sementes de feijão caupi. Contribuindo assim, para estudos futuros e para o desenvolvimento de pesquisas envolvendo compostos bioativos obtidos de plantas medicinais.

Agradecimentos

Agradecimento a CAPES pelo financiamento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. Illustrated genera of imperfect fungi. 3. ed. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing, 1972.

BILGRAMI, K.S.; SINHA, K.K.; SINHA, A.K. Inhibition of aflatoxin production and growth of *Aspergillus flavus* by eugenol and onion and garlic extracts. Indian Journal of Medical Research, New Delhi, v.96, p.171-175, 1992.

BUSINELLI, G. P.; COLTRI, L.; ARAUJO, M. V. C. Exploração da alicina no *Allium sativum*. In: Mostra Brasileira de Ciência e Tecnologia, 6, Novo Hamburgo. Resumos... Novo Hamburgo: Fundação Liberato, 2014.

COSTA, A.R.T.; AMARAL, M.F.Z.J.; MARTINS, P.M.; PAULA, J.A.M.; FIUZA, T.S.; TRESVENZOL, L.M.F.; PAULA, J.R.; BARA, M.T.F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v.13, n.2, p.240-245, 2011.

DUTRA, A.S.; BEZERRA, F.T.C.; NASCIMENTO, P.R. & LIMA, D.C. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi em função da adubação nitrogenada. Revista Ciência Agronômica, vol. 43, n. 4, p. 816-821. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical

analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

LAZAROTTO, M., MUNIZ, M. F. B., SANTOS, A. F. DOS. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). Summa Phytopathologica, v.36, n.2, p.134-139, 2010.

MENDES, S. S. et al. Levantamento, patogenicidade e transmissão de fungos associados às sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 36, n. 1, p.118-122, 2005.

NEERGAARD, P. Seed pathology. London: Mac Millan,. v.1, 839p. 1979.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. Revista Floresta, v.30, p.129-37, 2000.

SILVA GH, SOUZA PF, HENRIQUES IGN, CAMPELO GJ, ALVES GS. Extrato de alho e nim em diferentes concentrações com efeito fungicida em sementes de chorão (*Poecilanthe ulei*). Revista Verde; 5(4): 76-81. 2010.

SILVA, J. A.; PEGADO, C. M. A.; RIBEIRO, V. V. Efeito de extratos vegetais no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em sementes de caupi. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 33, n. 2, p. 611 - 616, 2009.

SOUZA AEF, ARAÚJO E, NASCIMENTO LC. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. Fitopatologia Brasileira; 32(6): 465-471. 2007.

STANGARLIN J.R.; SCHWAN-ESTRADA K.R.F.; CRUZ M.Ê.S.; NOZAKI M.H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, v.11, p.16-21, 1999.

VENTUROSOSO, L. dos R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. Summa Phytopathologia, Botucatu, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

VENTUROSOSO, L.R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; PONTIM, B.C.A.; CONUS, L.A.

Influência de diferentes metodologias de esterilização sobre a atividade antifúngica de extratos aquosos de plantas medicinais. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.12, n.4, p.499-505, 2010.

ATRIBUTOS ANALISADOS NO AMADURECIMENTO DA PINHA (*ANNONA SQUAMOSA* L.) DETERMINANTES NA QUALIDADE DO FRUTO E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS

Caroline de Sousa
Ribeiro
IFMA

Larissa Alves
Rodrigues
IFMA

Francisca Suelane da
Silva Meireles
IFMA

Maria Iris dos
Santos Costa
IFMA

Carmem Valdênia da
Silva Santana
IFMA

RESUMO

A pinha, também conhecida como ata, ou fruta do conde, é uma fruta de regiões com clima tropical e subtropical. Apresenta cor verde, e sua parte externa é composta por várias escamas. Na parte interna, ela é branca com sementes pretas. No Brasil, é consumida in natura. O presente trabalho foi realizado no Laboratório Multidisciplinar do Instituto Federal do Maranhão- Campus Codó, teve como objetivo analisar as mudanças que ocorrem na pinha (*Annona squamosa* L.) após a colheita, analisando os processos que ocorrem no fruto em decorrência da taxa respiratória, levando em consideração o peso, a doçura até a fase em que o fruto entra em senescência, onde foi analisado, a perda de massa do fruto, sólidos solúveis totais como o grau de brix, acidez total titulável e foi feita também a relação "RATIO", que é uma medida para verificar se a matéria-prima está com grau de maturação que resulte em um produto com aceitação organoléptica e de qualidade. Foram utilizados dois tratamentos e oito amostras sendo que as amostras 1,3,5 e 7 foram cobertas com papel filtro. Observou-se que as amostras com papel filtro tardaram seu amadurecimento em comparação com os frutos sem o papel filtro e conseqüentemente o peso e as características organolépticas realizada através dos métodos de acidez e grau de brix foram alteradas. Os frutos sem papel filtro, ou seja os que ficaram em temperatura ambiente sem nenhum tipo de proteção tiveram o seu processo de amadurecimento/ senescência bem mais rápido em relação aos frutos com proteção resultando em características analisadas divergentes.

Palavra-Chave: Laboratório; Temperatura; Processos.

1. INTRODUÇÃO

A família *Annonacea* é composta por aproximadamente 120 gêneros com distribuição tropical e subtropical em todo o mundo, em que *Annona* é o gênero mais importante dentro dessa família, com cerca de 50 espécies (1). A pinha (*Annona squamosa* L.) (Anderson F. et al., 2006), também conhecida como ata, ou fruta do conde, é uma fruta de regiões com clima tropical e subtropical. Apresenta cor verde, e sua parte externa é composta por várias escamas. Na parte interna, ela é branca com sementes pretas. No Brasil, é consumida in natura (Carvalho et al., 2000).

No Brasil, a introdução da gravioleira e da pinheira ocorreu nos séculos 16 e 17, respectivamente. A atemoieira é considerada a caçula das anonáceas, originadas em 1850, na Austrália, a partir de uma hibridação natural e interespecífica entre duas espécies (*A. cherimola* x *A. squamosa*), e, em 1907, por meio de hibridações artificiais realizadas por J.P. Webster no estado da Flórida, EUA (M. Pereira et al., 2011).

No Brasil, única variedade de pinheira desenvolvida é a Brazilian Seedless, que não apresenta sementes. Porém, devido ao formato irregular dos frutos e problemas na conservação pós-colheita, esta não tem sido uma boa opção para o plantio comercial (Carvalho et al. 2000).

Com relação à área cultivada, estima-se que dos 10 mil hectares cultivados com anonáceas no Brasil, cerca de mil hectares sejam de atemoia, distribuídos em pomares localizados entre as Regiões Nordeste (50%) e Sudeste (50%), abrangendo Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, norte do Paraná e São Paulo (NOGUEIRA; MELLO; MAIA, 2005).

O interesse pelo cultivo de anonáceas, especialmente a pinha se deve ao fato dela apresentar bons valores no mercado, a alta produtividade, a produção em diferentes épocas do ano e à possibilidade de produzir até duas safras pela mesma planta no ano (M. Pereira et al., 2011).

As sementes da pinha podem apresentar desuniformidade e baixa germinação, dependendo da espécie e das condições climáticas e demais fatores. As sementes das anonáceas podem apresentar desuniformidade e baixa germinação, dependendo da espécie, das condições edafoclimáticas, dentre outros fatores. De acordo com Vidal Hernandez (1993) existem muitos métodos físicos que podem ser utilizados para melhorar a uniformidade da semente e aumento da germinação. Vidal Hernandez (1993) e Nietsche et al. (2005) observaram que as

sementes de pinha podem ser armazenadas por até 6 meses em geladeira a 7 °C, mantendo cerca de 70% da emergência das plântulas em viveiro.

No Nordeste brasileiro o cultivo da pinha encontra-se em expansão, principalmente nas condições dos polos irrigados de fruticultura, devido à possibilidade de obtenção de duas safras anuais e boa remuneração aos fruticultores. Essa expansão está, provavelmente, relacionada à rentabilidade da cultura. Indicadores apontam que para a cultura da pinha irrigada a Taxa Interna de Retorno é superior a qualquer taxa de investimento (IBRAF, 2005).

A produção de anonáceas com frutos de qualidade e em grande quantidade depende diretamente de balanceada nutrição das plantas, desde a sua fase inicial de formação até a fase produtiva. As covas devem receber adubação prévia composta de esterco de curral curtido de 10 a 20 L (ou 2 a 3 L de esterco de galinha), 100 g de P2 O5 na forma de superfosfato simples ou similares, além de 50 g de FTE BR-12 (SILVA; SILVA, 1997), como fonte de micronutrientes, desde que a análise inicial do solo indique esta necessidade. Todos deverão ser aplicados e misturados ao solo da cova, cerca de uma semana antes do plantio das mudas.

A análise prévia do solo e as análises foliares constantes são de fundamental importância para aplicação da quantidade correta de fertilizantes, bem como para o monitoramento da fertilidade do solo e da nutrição da planta, efetuando-se as devidas correções (M. Pereira et al., 2011).

A poda das anonáceas permite a condução das plantas com o maior número de ramos, que suportem maior quantidade de frutos de qualidade comercial. No caso da pinha devem-se selecionar dois ramos para cada pernada, encurtando-os em seguida, sucessivamente, em 20 a 30 cm sempre que atingirem 50 cm de comprimento, até que as plantas estejam com número de ramos suficiente para a primeira produção (M. Pereira et al., 2011).

A escolha adequada do plantio é de extrema importância para o incremento na produção e na qualidade dos frutos, levando. É preciso levar em consideração principalmente as condições edafoclimáticas, embora as anonáceas possam adaptar-se a diferentes tipos de solo. A pinha se adapta às mais diversas condições climáticas tropicais, com temperaturas médias mais elevadas, cerca de 30 °C (NIETSCHKE et al., 2008).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Nordeste brasileiro, a pinha é comercializada para o consumo “in natura” ou para o preparo de sucos e sorvetes (Carvalho et al., 2000). É uma

árvore baixa, com 4 a 6 metros de altura e que é bem ramificada (Mosca, José Luiz et al; 2006).

A qualidade do fruto produzido está relacionada aos diversos aspectos da cadeia produtiva como tratamentos culturais, colheita, embalagem e transporte. Em alguns estados do Brasil como na Bahia o nível tecnológico adotado nas lavouras é bem diferenciado, sendo que a maior quantidade produzida é oriunda da agricultura familiar, de médios produtores e em menor parte de grandes produtores (Marinês Pereira Bomfim et al. 2014).

Segundo Silva et al. (2007), quando é realizado o cultivo da pinha sob condições de irrigação e com o manejo adequado nas regiões de semiárido é possível a colheita durante todo ano. Entretanto, para que isso ocorra o cultivo deve ser altamente tecnificado, com uso intensivo de insumos e mão-de-obra qualificada, utilização da poda a fim de escalonar a produção. E portanto, com todas essas condições a cultura se revela de grande importância do ponto de vista socioeconômico, impulsionando a economia local.

O teor de sólidos solúveis é um parâmetro que é muito usado como indicador da qualidade dos frutos (Grangeiro et al., 1999) (Maia et al., 1986). É de extrema importância nos frutos, tanto para o consumo "in natura" como também no processo industrial, pois, os elevados teores desses constituintes na matéria-prima resulta em menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, o que gera maior economia no processamento (Pineiro et al., 1984).

Métodos baseados em espectroscopia têm sido usados para a avaliação do teor de sólidos solúveis em vários tipos de frutos (Martinsen e Schaarre, 1998). Contudo, os métodos destrutivos, isto é, baseados no processamento do material e posterior uso do refratômetro ainda são os mais usados (Maia et al., 1986; Grangeiro et al., 1999) por serem simples, baratos e fáceis de serem empregados.

A qualidade e o flavor dos frutos das árvores de *Annona* são muito divergentes, alguns são doces e outros ácidos, alguns se distinguem pela coloração atrativa do seu exterior e da sua polpa, enquanto em outros o aroma e o flavor são altamente desenvolvidos. A polpa da ata é doce e possui uma textura e um flavor agradável, com uma leve acidez (Ricardo E. Alves et al., 2001).

3. METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizadas oito pinhas para como amostras; Balança eletrônica de precisão para que pudessem serem feitas as pesagens dos

frutos, logo após a colheita e durante mais quinze dias; Refratômetro, usado para medir o grau brix da pinha; Água mineral; Fenolftaleína que foi utilizada como indicador de ácido-base; NaOH 0,1 N que é o hidróxido de sódio que foi usado para reação com a fenolftaleína; Tábua ; Faca; Papel filtro para cobrir alguns tratamentos.

Foram analisados os processos que ocorrem no fruto em decorrência da taxa respiratória, levando em consideração o peso, a doçura até a fase em que o fruto entra em senescência. Os parâmetros analisados foram: a perda de massa do fruto, sólidos solúveis totais como o grau brix, acidez total titulável e foi feita também a relação "RATIO", que é uma medida para verificar se a matéria-prima está com grau de maturação que resulte em um produto com aceitação organoléptica e de qualidade e a proveta que foi utilizada como medição.

Determinar a perda de massa das frutas com relação ao tempo de prateleira, é importante pois, cada espécie reage diferente quanto ao ambiente e local de destino, com isso, neste trabalho utilizou-se oito pinhas, onde foram divididas em tratamentos com papel filtro e tratamento sem papel filtro, avaliando-as semanalmente.

Foi realizada a leitura dos sólidos solúveis totais dos tratamentos semanalmente e expressos em grau brix, que é uma escala numérica usada para definir a quantidade de sólidos solúveis que estão presentes em uma solução de sacarose, portanto, a quantidade de sólidos solúveis é a soma de todos os sólidos (sal, açúcar, proteínas, ácidos, entre outros) dissolvidos em água.

Foi utilizado o refratômetro, que é um instrumento utilizado para realizar a medição da concentração das soluções aquosas. Para propósitos de indicar o parâmetro do sabor ácido ou azedo, a acidez total titulável é o método mais viável, enquanto que para propósitos determinar a qualidade dos produtos processados, o pH é o método mais útil.

As amostras foram determinadas através da titulação de 5g da polpa de ata, diluída em 50 ml de água mineral, adicionando duas gotas de fenolftaleína e realizada a titulação com NaOH 0,1 N.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se interações significativas dos fatores avaliados. As frutas foram coletadas com estágios de maturação diferente, conseqüentemente isso influenciou nos resultados e também o tratamento nelas aplicado.

No que diz respeito às características da perda de massa, verificou-se que ocorreu uma redução dos

valores para alguns tratamentos e aumento para outros. Essas reduções aconteceram nas amostras que não estavam recobertas com papel filme. E as amostras recobertas tiveram um aumento da perda de massa. Segundo Silva et al. (2009) avaliando o uso de embalagens e refrigeração observaram que durante o armazenamento de frutos, as maiores perdas de massa ocorrem nos frutos sem embalagem e uma menor perda para os frutos embalados individualmente.

Tabela 1. Análise de parâmetros determinantes na qualidade do fruto

	Grau brix			SST			Acidez			SS/AT		
	27/03	03/04	10/04	27/03	03/04	10/04	27/03	03/04	10/04	27/03	03/04	10/04
Prod.1	1,3°	3,6°	X	1,2ml	X	X	150ml	X	X	80	X	X
Prod.2	2,8°	4,5°	X	1,5ml	1,8ml	X	190ml	X	X	140	X	X
Prod.3	1,0°	17,4°	X	1,2ml	1,6ml	X	100ml	200ml	X	400	870	X
Prod.4	1,0°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Prod.5	1,6°	5,2°	10,4°	1,5ml	2,1ml	4,5ml	150ml	250ml	570ml	80	100	180
Prod.6	1,2°	4,5°	X	1,0ml	1,3ml	X	90ml	120ml	X	115	380	X
Prod.7	1,5°	7,8°	X	0,98ml	1,0ml	X	X	X	X	X	X	X
Prod.8	2,6°	8,6°	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Dados em “x” perdidos por apodrecimento

Com relação ao grau brix, notou-se um aumento durante o armazenamento para ambos os tratamentos. Porém as amostras que estavam recobertas apresentaram grau brix inferiores. Melo et al (2002) justifica que este evento se dá, em decorrência da ação da atmosfera modificada e a absorção de etileno promovido pela embalagem, o que resulta na diminuição da respiração, retardando o amadurecimento dos frutos.

Na análise de sólidos solúveis, observou-se que quanto mais tempo de amadurecimento, mais alto grau brix das frutas e mais líquida também. De acordo com Oliveira (2014) esse aumento nos teores de sólidos solúveis está relacionado à hidrólise do amido e consequentemente o acúmulo de açúcares solúveis como glicose e frutose, gerando por tanto um aumento no grau brix.

Verificou-se aumento nos teores de acidez titulável, concordando com o comportamento dos teores de sólidos solúveis. Para a relação SS/AT (RATIO) ocorreu um aumento durante o período de armazenamento. No entanto, quando analisados individualmente, os SS e AT podem representar um falso indicativo de qualidade dos frutos, enquanto que a relação ratio é considerada um índice de qualidade dos frutos por determinar um balanço entre sabores doce e ácido (KLUGE et al., 2002). Os frutos recobertos com papel filme em tempo total apresentaram maior valor de ratio.

5. CONCLUSÕES

Observou-se que as amostras com papel filme tardaram seu amadurecimento em comparação com

os frutos sem o papel filtro e consequentemente o peso e as características organolépticas realizada através dos métodos de acidez e grau brix foram alteradas. Os frutos sem papel filtro, ou seja, os que ficaram em temperatura ambiente sem nenhum tipo de proteção tiveram o seu processo de amadurecimento/ senescência bem mais rápido em relação aos frutos com proteção resultando em características analisadas divergentes.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, P.S. de; BEZERRA, J.E.F., LEDERMAN, I.E.; ALVES, M.A.; MELO NETO, M.L. de. Avaliação de genótipos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no vale do rio Moxotó III- Características de crescimento e produção-1992 a 1997. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, p.27-30, 2000

CLAUDINO, HILTON; Editora: WRC Livros; Ano de publicação: 2013 Temas do livro: Frutas, Agricultura,Cultivo.

GRANGEIRO, L.C.; PEDROSA, J.F.; BEZERRA NETO, F; NEGREIROS, M.Z. de. Qualidade de híbridos de melão-amarelo em diferentes densidades de plantio. Horticultura Brasileira, Brasília, v.17, p.110-113, 1999.

MAIA, G.A.; MESQUITA FILHO, J.A.; BARROSO, M.A.T.; FIGUEIREDO, R.W. Características físicas e químicas da ata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.21,n.10, p.10731076, 1986.

MELO, M. R.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; POMMER, C. V. Conservação refrigerada de cherimoia embalada em filme plástico com zeolite. Bragantia. v.61, n.1, 2002.

MOSCA, J. L. Desenvolvimento, Maturação e armazenamento de Atemóia (*Annona cherimolia* Mill x *Annona squamosa* L.) cv. Gefnar, 2002. 157 p. Tese (Doutorado). - UNESP, Botucatu.

OLIVEIRA, Z. L. Armazenamento refrigerado de atemoia “Gefner” em atmosfera modificada. 2014. 80f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, Brasil, 2014.

PAL, D. K.; KUMAR, P. S. Change in the physico-chemical and biochemical composition of custard apple (*Annona squamosa* L.) Fruit du-

ring growth development and ripening. Journal Horticulture Science, v. 70, n. 4, p. 569.

SILVA, A. V. C.; ANDRADE, D. G. de.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemoia. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, n.2, p.300-304, 2009.

Pereira Bomfim, Marinês et al, PRODUÇÃO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA PINHA (*Annona squamosa* L.) EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 15, núm. 1, 2014, pp. 1-6 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México

Marlon Cristian Toledo Pereira¹ Silvia Nietsche² Márcia Regina Costa³ Jonathan Henry Crane⁴ Clarice Diniz Alvarenga Corsato⁵ Edson Hiydu Mizobutsi Cultivo tropical de frutas Informe Agropecuário, Belo Horizonte , v. 32, n. 264, p. 00-00, set. / out. 2011

CARVALHO, P.S. de et al. Avaliação de genótipos de pinheira (*Annona squarnosa* L.) no vale do Rio Mexotó III: características de crescimento e produção - 1992 a 1997. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, p.27-30, abr. 2000.

VIDAL HERNANDEZ, L. La reproduccion sexual y multiplicacion vegetativa de las anonáceas. Xalap, México: Universidad Veracruzana, 1993. 35p. (Veracruzana. Publicación Técnica, 3).

NIETSCHE, S. et al. Avaliação da polinização artificial de flores de pinha (*Annona squamosa* L.) de diferentes tamanhos. Revista Ceres, Viçosa, MG, v.50, n. 290, p.489- 496, 2003

QUALIDADE DE FRUTAS NATIVAS DA AMÉRICA LATINA PARA PROCESSAMENTO: ATA OU PINHA (*Annona squamosa* L.) Ricardo Elesbão Alves et al , Embrapa Agroindústria Tropical, CP 3761, 60.511-110, Fortaleza, CE, Brasil. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 43:77-81. Frutales – October 2001.

SILVA, A.Q.; SILVA, H. Nutrição e adubação em anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A.R. et al. (Ed.). Anonáceas: produção e mercado - pinha, gra-

viola, atemóia e cherimóia. Vitória da Conquista: UESB-DFZ, 1997. p.118-137

Anderson Formiga et al, Compostos bioativos da polpa de pinha (*Annona squamosa* L.) armazenada sob refrigeração. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Professor Adjunto da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, CCTA/UFCG.

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE BORDA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE APA DA REGIÃO DE CARATINGA - MG

Jardel Wilson de
Freitas
UNEC

Maria Loiza Izidoro
de Assis
UNEC

Milheny Silva de
Paiva
UNEC

Alex Cardoso Pereira
UFV

Adriana Barbosa
Sales Magalhães
UNEC

RESUMO

O estudo sobre o efeito de borda é uma metodologia capaz de analisar sobre as modificações da estrutura da paisagem no qual sofre perdas do habitat nativo, formando fragmentos isolados e aumento das áreas de contato. O objetivo deste trabalho foi verificar se existem diferenças na estrutura arbórea entre borda e interior de um fragmento de Mata Atlântica localizada em uma área de preservação ambiental (APA) no município de Caratinga, região Leste do estado de Minas Gerais, com a hipótese de que há relação de previsibilidade entre o diâmetro à altura do peito (DAP) de cada árvore com a distância deste até a borda. Na área de estudo foram distribuídos 4 parcelas de 10 m x 10 m separadas 3 m entre si. Fez-se o teste de Kruskal-Wallis para testar diferenças entre medianas e *rankings* e o de Tuckey não paramétrico para identificação do nível de significância. Para verificar a correlação entre os DAP foram logaritimizados (LDAP) e a distância até a borda fez-se uma Regressão Linear Simples. Os LDAP e as distâncias foram testados quanto à normalidade pelos testes de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling e K^2 , não apresentando distribuição normal.

Palavras-chave: DAP; Fragmento; Mata Atlântica.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, que antes ocupava cerca de 1.290.000 km², correspondendo a aproximadamente 12% do território brasileiro, atualmente, encontram-se com cerca de 7% do território original e intensamente fragmentada (Varjabedian, 2010). Dentre as diversas intervenções cita-se o desmatamento, às queimadas, à exploração de espécies arbóreas, à construção de rodovias e um crescente processo de urbanização (Morellato *et al.*, 2000).

Em um sentido amplo, a fragmentação florestal dá-se o nome de efeito de borda (Laurance *et al.*, 2002) é entendida como modificação da estrutura da paisagem onde há perda de habitat nativo, e assim formando fragmentos isolados e aumento das áreas de contato, as chamadas – bordas, entre ambientes nativos e áreas de uso humano (Metzger *et al.*, 2000).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em setembro de 2018 em uma região próxima ao distrito de Santa Luzia, município de Caratinga, Leste de Minas Gerais (19°49'56.34"S 42° 7'23.41"W) (Figuras 1 e 2).

Figura 1: Fragmento de Mata Atlântica localizada em APA da região de Caratinga-MG, em destaque linhas indicando local das parcelas 1, 2 e 3 - Borda.



Figura 2: Fragmento de Mata Atlântica localizada em APA da região de Caratinga-MG, em destaque linha indicando local da parcela 4 - Interior



Foram implantadas 4 parcelas de 10x10 m, espaçadas 3 metros uma das outras, tendo a primeira, a segunda e a terceira parcela iniciada na margem da borda do fragmento e em seguida a quarta parcela em direção ao interior da mata. Mediram-se 37 indivíduos.

Em cada parcela foi medido de cada indivíduo a distância deste até a borda e a Circunferência à Altura do Peito (CAP), transformada posteriormente em Diâmetro à Altura do peito (DAP) para os cálculos.

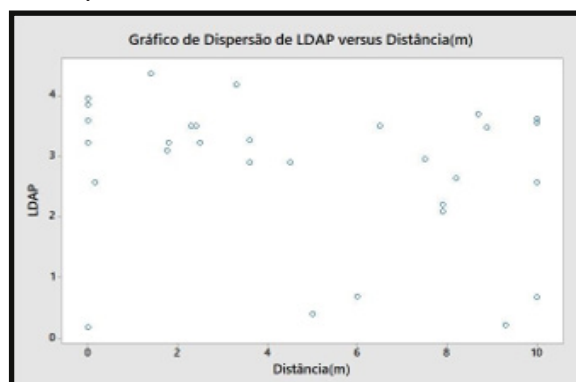
Os valores de DAP foram logaritimizados (LDAP), no Microsoft Excel 2007, para retirar a assimetria natural em torno da média das proporções O LDAP e suas respectivas distâncias até a borda foram testadas quanto à normalidade pelos testes de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling e K² (Zar, 2008) realizados utilizando o programa Minitab 18, não apresentando distribuição normal, tendo normalidade para os dados de DAP. (Tabela 1).

Tabela 1: Mediana e erro padrão dos diâmetros dos caules a 1,30 m de altura a partir do dolo (DAP) e das distâncias à borda em cada uma das parcelas implantadas na área de estudo.

Parcela	DAP	Distância à borda
1	19,56 ± 4,46	4,64 ± 14,28
2	32,99 ± 3,85	6,96 ± 28,37
3	29,84 ± 2,95	3,85 ± 27,15
4	21,43 ± 3,36	4,48 ± 9,72

Transformando os dados em logaritmo não se adquiriu distribuição normal para DAP. Como não houve a normalidade foi utilizado o Teste não paramétrico. Pelo teste de Kruskal Wallis não houve diferença significativa entre as parcelas.

O experimento foi realizado em três parcelas com repetições. Na borda foi marcada a primeira parcela de 10x10, dando um espaçamento de 3 metros para a segunda parcela e, um espaçamento de 3 metros para a terceira, observando o paralelismo das mesmas. Feito isso, o processo seria repetido dentro da borda com o mesmo procedimento anterior. O ponto demarcado no GPS foi feito apenas em cada início de parcela.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o teste de normalidade, para os testes de Anderson-Darling e K^2 , não houve distribuição normal para os dados de estância e números de indivíduos.

Transformando os dados em logaritmo não houve distribuição normal também para DAP.

Como não obteve-se a normalidade utilizou-se o teste não paramétrico.

Pelo teste de Kruskal-Wallis não houve diferença significativa entre as parcelas.

Dados relativos referente à comparação entre as DAPs.

$H=1,19$ e $P=0,75$

Pelo teste Tuckey temos:

Dados relativos referente à comparação entre as distâncias entre as parcelas.

$H=2,7$ e $P=0,44$

Por este teste as médias apresentam-se também iguais.

Pela regressão linear simples.

O teste de regressão linear simples mostrou que não houve relação de previsibilidade entre o LDAP e a distância dos indivíduos até a borda ($p = 0,16$; $r^2 = 0,003$).

Ao nível de 5% de probabilidade não houve diferenças entre as médias do DAP da borda com o interior, segundo os testes de Kruskal - Wallis e Tukey. Não houve correlação entre as variáveis DAP e distâncias até a borda segundo os testes de correlação de Spearman, a um nível de 5% de significância.

4. CONCLUSÕES

Pode-se confirmar que o fragmento florestal de APA da região de Caratinga sofreu interferência causada por incêndio, ocorrido no ano de 2014, em parte da área que se encontra em processo de recuperação.

O fragmento florestal que não é contínuo, verificou-se nas bordas maior incidência solar e menor umidade, sendo possível perceber a diferenciação entre a vegetação da borda e a vegetação interior. Em fragmentos pequenos o efeito de borda pode adentrar nas porções mais internas, tornando-se inteiramente habitats de borda.

REFERÊNCIAS

a. Artigos de periódicos:

LAURANCE, W.F.; DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, S.G.; VASCONCELOS, H.L.; LOVEJOY, T.E. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature*. p.404: 836. 2002.

METZGER, J.P.; GOLDEMBERG, R.; BERNACCI, L.C. Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecídua submontana do rio Jacaré-Pepira (SP). *Revista Brasileira de Botânica*. 21: p.321-330. 2000.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*. 32: p.786- 792. 2000.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: Retrocesso ambiental. *Estudos Avançados* [online]. 24: p.147-160. 2010.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 5 ed. New Jersey, Prentice Hall. 2010.

BALANÇO HÍDRICO DA ATIVIDADE HORTÍCOLA, EM PIEDADE DE CARATINGA, MINAS GERAIS

Rui Pereira Ribeiro
UNEC

Marcos Alves de
Magalhães
UNEC

Adriana Barbosa
Sales Magalhães
UNEC

RESUMO

Toda e qualquer atividade humana gera impacto ambiental, cuja intervenção no ambiente deve ser atenuada para que essa atividade seja sustentável. Para isso faz-se necessário que os aspectos legais, ambientais e sociais sejam observados e seus impactos negativos mitigados. As atividades agrícolas representam um dos setores que mais demandam o uso de água, razão pela qual devem efetuar manejo adequado de uso. O trabalho teve como objetivo levantar e analisar o balanço hídrico climatológico (BHC) da atividade horticultura, no município de Piedade de Caratinga, Minas Gerais e a percepção dos agricultores sobre a crise hídrica, na produção de hortaliças da área de estudo. O Material e Método utilizado para calcular o BHC foi o método Thornthwaite e Mather (1955) e os dados climatológicos obtidos no 5º Distrito de Meteorologia do Brasil, localizado em Caratinga. A precipitação média anual da área de estudo é de 1571 mm e evapotranspiração potencial de 1301 mm ano. Considerando a Capacidade de Água Disponível (CAD) de 35mm, o BHC resultou em seis meses de deficiência hídrica no solo (abril a outubro). Para conhecer a percepção dos 82 agricultores familiares associados a Rede Leste de Banco de Alimento (RELBA), quanto ao BHC da atividade horticultura, os mesmos responderam o questionário estruturado. Com a redução da disponibilidade hídrica, cerca de 6% dos entrevistados declararam que param a atividade e 94% declaram que só consegue produzir se efetuarem irrigação, entretanto a água retirada praticamente não retoma ao rio, causando grande impacto quantitativo. Desses somente 26% informaram dispor de Outorga de água. Conclui-se que a redução dos recursos hídricos no período de abril a outubro, conforme observado no BHC do município, causam redução plantações e, conseqüentemente, a redução da rentabilidade familiar.

Palavras-chave: Irrigação; Disponibilidade Hídrica; Agricultura Familiar.

1. INTRODUÇÃO

O município de Piedade de Caratinga situa-se no leste mineiro, é constituída por pequenos e médios propriedades, produtores de café e de hortaliças, que necessita diretamente de água para irrigação das hortaliças. Neste contexto os últimos anos os agricultores passaram por uma crise hídrica ocasionando a queda de produção, e mudanças das localidades das hortas, em busca de água para irrigação.

A pesquisa foi direcionada aos agricultores que aderiram ao Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA), por meio da Associação de Agricultores do Lage e Associação dos Agricultores de Santa Luzia do município de Piedade de Caratinga.

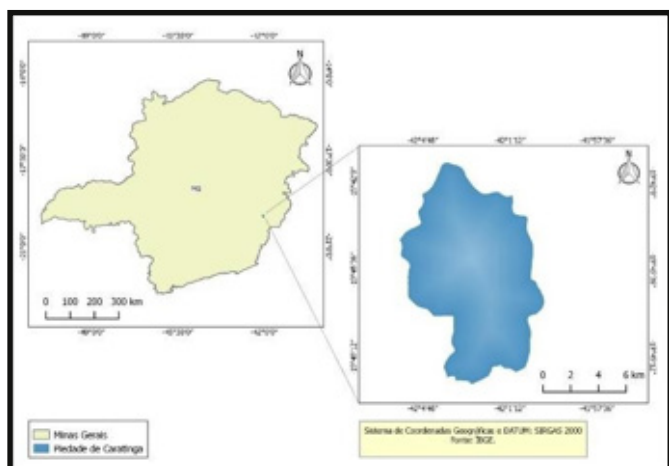
Os agricultores, por meio deste Programa, comercializam seus produtos para o governo, e, em seguida são encaminhados para o Banco de Alimento (BA) e doados para instituições filantrópicas da região.

Esta pesquisa levantou e analisou o BCH da atividade de horticultura no município de Piedade de Caratinga, e conheceu a percepção dos agricultores famílias relacionados a questões hídricas do município.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Piedade de Caratinga (Figura 1), localizado no Leste Mineiro, mesorregião do Vale do Rio Doce, microrregião de Caratinga, coordenadas geográficas 19°45'34" S e 42°4'35", altitude de 825 metros em relação ao nível do mar, vizinho dos municípios de Caratinga, Ubaporanga e Imbé de Minas (IBGE, 2010).

Figura 1 - Localização do município de Piedade de Caratinga no estado de Minas Gerais



O município de Piedade de Caratinga possuía no ano de 2010 uma população residente de 7.101

habitantes, com uma área territorial de 109,35 km² (IBGE, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso racional de água, numa atividade que tem demanda considerável em todas as suas etapas de produção, a exemplo de horticultura, necessita, continuamente, ser observada de forma holística, de forma a permitir que essa atividade seja ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justa. A Lei 9.433/1997 estabelecer que a água é um bem de domínio público (BRASIL, 1997), entretanto, na percepção de 38% dos agricultores é que os mesmos são donos da água que atravessa os seus imóveis, 23% declararam que a água é um recurso do estado de Minas Gerais e 39% não souberam responder. Apesar da obrigatoriedade de todo usuário fazer o cadastro para obter a outorga, ainda que a quantidade usada seja insignificante, aproximadamente 3 em cada 4 usuários não têm essa percepção, visto que não dispõe de outorga, contrariando o que estabelece a Deliberação Normativa (DN) do Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 09/2004 (MINAS GERAIS, 2004).

A Lei nº 9.433/1997 estabelecer que a água é um bem de domínio público, entretanto, na percepção de 38% dos agricultores é que os mesmos são donos da água que atravessa os seus imóveis, 23% declararam que a água é um recurso do estado de Minas Gerais e 39% não souberam responder.

Apesar da obrigatoriedade de todo usuário de água fazer o cadastro para obter a outorga, ainda que a quantidade usada seja insignificante, aproximadamente 3 a cada 4 usuários não têm essa percepção visto que não dispõe de outorga, contrariando o que estabelece a DN do CERH nº 09/2004.

4. CONCLUSÕES

A horticultura é uma atividade que demanda uso intenso dos recursos hídricos, entretanto, essa atividade no município de Piedade de Caratinga é afetada por deficiência hídrica que ocorre entre os meses de abril a outubro, conforme observado no balanço hídrico climatológico.

Nesse período a rentabilidade familiar é impactada pela disponibilidade hídrica, devido a oscilação de preços dos produtos hortícolas relacionadas a queda na produção, face a redução na área plantada.

O uso racional de água, numa atividade que tem demanda considerável em todas as suas etapas de produção, a exemplo de horticultura, necessita, continuamente, ser observada de forma holística,

de forma a permitir que essa atividade seja ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justa.

REFERÊNCIAS

Internet:

BRASIL. Governo Federal. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídrico. Brasília, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios – Piedade de Caratinga, Minas Gerais. Rio de Janeiro, 2010.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável / Conselho Estadual de Recursos Hídricos-CERH. Deliberação Normativa CERH-MG n.º 09, de 16 de junho de 2004. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Publicada no “Minas Gerais” em 28 de junho de 2004, Belo Horizonte, 2004.

BIOMASSA DE OLIVEIRA: CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS

Jonathan Nunes
Alves
UERGS

Eduardo Alexandre
Back Sivinski
UERGS

Marco Antônio
Moreira de Oliveira
UERGS

Fernando Santos
UERGS

RESUMO

A oliveira é uma planta de origem mediterrânea, atualmente pode ser encontrada em diferentes partes do mundo. O cenário para o cultivo de oliveiras converge para a produção dos frutos de mesa e o óleo. A produção mundial concentra-se nos países que possuem tradição no consumo dos produtos da oliveira. Sendo a Espanha líder mundial com produção de 4,5 milhões de toneladas, seguida da Grécia com 2,5 milhões de toneladas. O Brasil é um mercado em expansão e sua produção representa cerca de 2% da produção mundial, a região sudeste representa 50% dessa produção. A produção cresce proporcionalmente conforme cresce a demanda, com o investimento de médios e grandes empresários. Pequenos e micro agricultores acabam por contribuir com uma parcela mínima e a falta de conhecimento dos produtores ocasiona no desperdício de um grande potencial energético. A árvore de oliveira pode ser subdividida entre galhos e folha. Em uma poda típica as folhas correspondem a aproximadamente 25% do peso dos resíduos da poda, os galhos mais finos correspondem a 50% e os galhos mais grossos a 25% embora os valores possam variar. A composição básica das podas segue outras biomassas lignocelulósicas. Os teores dos compostos podem variar devido a inúmeras causas, como a irrigação, condições edafoclimáticas ou disponibilidade de adubo. Além dos resíduos gerados pela poda, a extração de óleo gera subprodutos que tem se tornado um problema ambiental devido à dificuldade de descarte dos efluente líquido por possuírem um alto teor de matéria orgânica. Estudos já realizados indicam que a cada 1.000 kg de olivas processadas, cerca de 800 kg de resíduos são produzidos. Assim, o objetivo do presente trabalho é a investigação das composições dos resíduos descartados, e desta forma determinar os possíveis métodos e rotas de conversão alternativas, com o intuito de gerar produtos com maior valor agregado.

Palavras-chave: Biorrefinaria; Oliva; Biomassa; Sustentabilidade,

1. CONHECENDO A OLIVEIRA

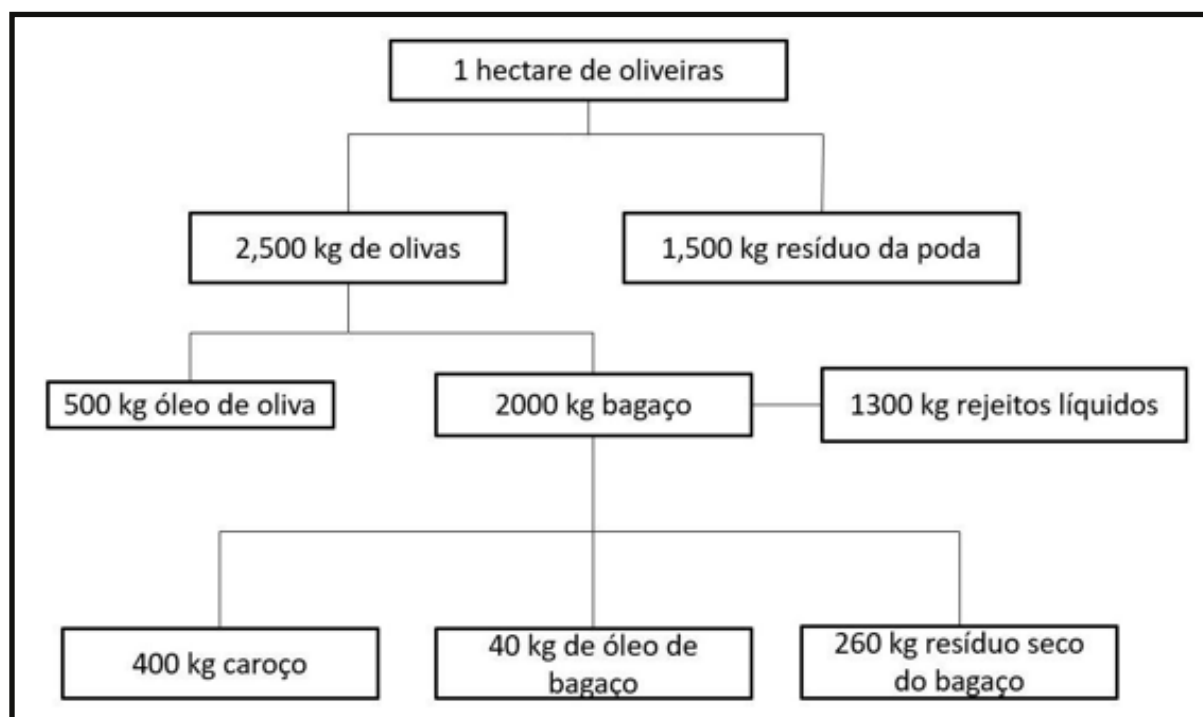
As oliveiras (*Olea europaea* L.) pertencem à família das Oleáceas que contemplam 35 espécies do gênero *Olea*, sendo a única que possui frutos comestíveis (SILVA, 2011). É uma planta característica da região mediterrânea devido às condições edafoclimáticas propícias para o cultivo, no entanto atualmente é possível encontrá-las difundidas pelo mundo.

O cenário para o cultivo de Oliveiras converge para a produção dos frutos para a mesa e do óleo que é extraído do fruto, este último, chegando em 2013 a representar 2,67 milhões de toneladas para o consumo humano como principal destino a fabricação de azeite. Tendo como produção em torno de 21 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2018) ao redor do mundo. A produção mundial alcançou um faturamento de aproximadamente 200 milhões de dólares neste mesmo ano. Países como a China, Afeganistão, Espanha, Argentina, Tunísia, entre outros, tem registrado a cada ano um aumento tanto na produção quanto no consumo dos derivados de oliva.

Há em torno de 270 tipos de cultivares que podem ser encontrados, porém apenas 24 são utilizados no preparo de óleo ou do fruto para consumo nas mesas.

A oliveira é dividida em poda, que compreende os galhos e as folhas que sobram quando a poda (esta que é feita geralmente a cada 2 anos após a colheita) em si é efetuada e o fruto, no caso, a oliva. Em uma poda típica as folhas correspondem a aproximadamente 25% do peso dos resíduos da poda, os galhos mais finos correspondem a 50% e os galhos mais grossos a 25% (ROMERO-GARCÍA et al., 2014), embora os valores possam variar devido aos inúmeros fatores que contribuem, como por exemplo: o tipo de poda feito, a preparação do solo, o tipo de irrigação, entre outros fatores. Além dos resíduos gerados pela poda, já mencionados anteriormente, há os resíduos gerados nos processos industriais, que possuem um potencial que pode ser explorado por eixos da biotecnologia, pois tipicamente compreendem em aproximadamente 50% (peso da colheita de 1 ha) de bagaços, como pode-se observar na figura 1.

Fig. 1. Média de massa correspondente a 1 hectare de oliveiras correspondente ao processo de um cultivo típico



Fonte: Adaptado de ROMERO-GARCÍA, 2014

2. A MORFOLOGIA DA OLIVEIRA

A oliveira é uma planta polimórfica de folhas persistentes, crescimento lento e grande longevidade (há exemplares que foram datados com mais de mil anos), tem altura média entre 4-8m, mas podem alcançar até 20m. Sua estrutura é básica composta por raízes, tronco, folhas, flores e frutos.

2.1. RAÍZES

O sistema radicular da planta está relacionado com seu plantio, se a planta foi semeada ou transplantada através de mudas (estaquia), somado das condições físico-químicas do solo. As plantas que foram semeadas desenvolvem raízes pivotante central, sem que ocorra o surgimento de raízes laterais. Enquanto que, a planta que tem origem por estaquia (mais comum entre plantas comerciais), apresentam um sistema radicular fasciculado. (Rodrigues e Correia, 2009).

O sistema radicular das oliveiras estende-se entre 15 a 80 cm de profundidade, essa profundidade irá depender das características do solo, assim como a disponibilidade hídrica em solos com baixa disponibilidade as raízes irão aprofundar-se mais, buscando alcançar as camadas mais úmidas. (Pedro, 2013).

2.2. TRONCO

Possui grande espessura, tem um formato retorcido de casca cinza ou verde acinzentada, é dividido em parte inferior e superior, os seus ramos principais formam a estrutura da árvore, e os secundários formam a copa onde estão presentes as flores e os frutos, a copa da oliveira possui o formato arredondado. (Rodrigues e Correia, 2009).

2.3 FOLHAS

As folhas da oliveira por serem persistentes têm uma duração de 1 a 3 anos, a folha tem disposição oposta cruzada em cada nó, não possuem estípulas e tem o pecíolo curto. A forma e tamanho depende do cultivar, podendo ter entre 3-8cm, e formas como por exemplo, oval oblonga. Estas folhas são especializadas em controlar a sua perda de água, que ocorre por conta das características morfológicas dos estômatos, estando estes localizados na parte inferior da folha e protegidos por escamas peltadas. Esta característica é resultado da adaptação da espécie a ambientes áridos, outra característica da folha de oliveira é a presença de dois escleritos. Estas folhas servem como matéria prima para a indústria farmacêutica e de alimentos, por serem ricas

em compostos com atividade biológica advindos de seus metabólitos secundários. (Antunes, 2018; Rodrigues e Correia, 2009).

2.4 FLORES

As flores são actinomorfas e alogâmicas, compõe-se de duas sépalas e quatro pétalas, dois estames e um pistilo. Estas pétalas tem um tom branco-amarelado ou branco esverdeado, no centro da flor está localizado o pistilo composto por um ovário súpero, um estigma bilobulado e um estilete curto. Os estames estão inseridos na corola que é formada pelas quatro pétalas, que fica ligada ao cálice que é formado pelas sépalas.

Existem dois tipos de flores nas oliveiras a primeira delas é a hermafrodita, ou seja, possuem ambos os gêneros, assim tendo a presença tanto do estame quanto do pistilo, e a segunda são as estaminíferas ou masculinas, que apresentam um ovário rudimentar ou ausente, que pode ter sido originada devido a um problema no desenvolvimento, esta não podendo dar lugar a formação do fruto. Este tipo de flor pode ter uma proporção entre 50% em anos normais. (Rodrigues e Correia, 2009; Cabral, 2009; Soveral, 2014).

2.5 FRUTO

O fruto (oliva) é uma drupa ovóide ou sub ovóide que é composta por endocarpo (caroço), mesocarpo (polpa) e exocarpo (epiderme), todo esse conjunto é denominado pericarpo, tem entre 1 e 4 cm de comprimento. Tanto o endocarpo quando o mesocarpo começa a crescer a partir da fecundação, porém o endocarpo cessa o seu crescimento aos dois meses, e tem em sua composição quando maduro somente de escleritos, que possui uma característica uma grossa parede secundária de lignina, já o mesocarpo cresce até a sua maturação, possui em sua composição células parenquimatosas que variam em sua forma, tamanho e atividade ao longo do desenvolvimento da oliva. Durante o crescimento essas células passam por um grande aumento, essa expansão propicia a formação de espaços intercelulares. É nestas células que ocorre o acúmulo de óleo em função destas características.

O exocarpo que é a camada mais exterior e mais fina do fruto, é composto pela epiderme em conjunto com uma cutícula, ela vai de um tecido fino durante a floração e polinização para um tecido mais grosso que forma uma capa protetora, temos também a formação de lenticelas que atuam na troca gasosa entre fruto e atmosfera. (Rodrigues e Correia, 2009)

3. RESÍDUOS

A olivicultura é um excelente fornecedor de biomassa, pois possui inúmeras etapas, desde a produção agrícola até a produção industrial de extração, são deixamos grandes números de resíduos que vão desde galhos da poda da árvore até o bagaço que sobra da extração do óleo.

Os resíduos da poda como mencionado anteriormente são compostos basicamente por galhos e cascas, com uma porção aproximada de 75% e 25% de folhas, este material lenhoso é composto por celulose e hemiceluloses, que após um tratamento podem ser utilizados como matéria prima para a produção de diversos produtos, assim como também a madeira e folhas em natura que geralmente passam por processos de queima para geração de energia elétrica ou são utilizados como adubo pela própria cultura. (Pedro, 2013).

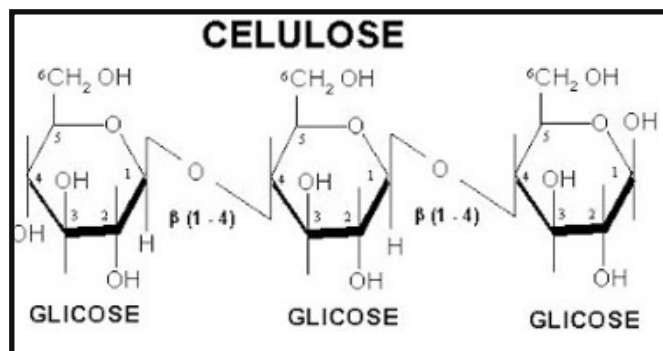
Aproximadamente 21% do peso da oliva é composto por óleo, os outros 79% divide-se em água, casca, polpa e caroço, que formam o bagaço. Este último, possui grande potencial, pois pode ser aproveitado como fonte de matéria prima para a indústrias farmacêuticas, pois contém grandes quantidades de compostos fenólicos que acumularam-se após a extração do óleo, estes compostos são importantes agentes biológicos podendo ter ação antioxidante e antimicrobiana. (Böhmer, 2018).

4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS

Similar outros resíduos oriundos de biomassa, a composição básica das podas é baseada em uma mistura de celulose, hemiceluloses e lignina (TOLEDANO et al., 2013). Tendo estes, percentuais aproximados de 25%, 15,8% e 16,6% respectivamente (CARA et al., 2008).

A celulose é o polímero natural de maior ocorrência no mundo e um dos principais constituintes da parede celular dos vegetais. Auxilia estruturalmente, fornecendo rigidez e resistência importantes para o desenvolvimento da planta. É um polímero linear definido como homopolissacarídeo composto por unidades de D-Glicose unidas entre si por ligações glicosídicas $\beta(1-4)$ como pode ser observado na figura 3. Nos vegetais as moléculas da celulose se dispõem de paralelamente, arranjando em fibrilas as ligações com a hemicelulose e a lignina (ARANTES, 2010).

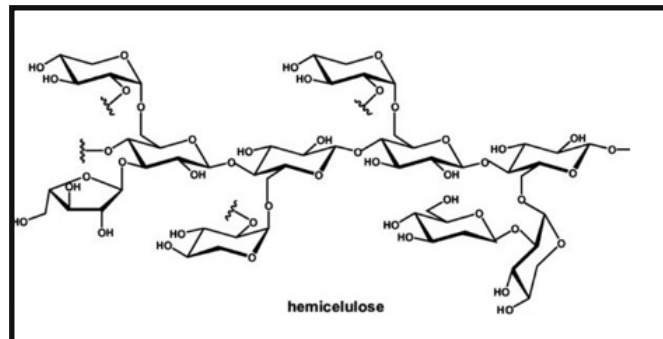
Fig. 2. Estrutura da celulose



Fonte: JUNIOR, W.E.F, 2008.

As hemiceluloses são heteropolissacarídeos complexos com cadeias menores que as da celulose e depositam-se na parede celular em uma etapa anterior a lignificação. São estruturalmente mais semelhantes a celulose do que com a lignina e a sua composição química varia de acordo com os vegetais, o tipo de tecido e outros fatores (SANTOS et al, 2013) e são classificadas de acordo com o resíduo do açúcar principal. A estrutura das hemiceluloses apresentam ramificações que interagem facilmente com a celulose e com a lignina, a figura 4 representa a estrutura.

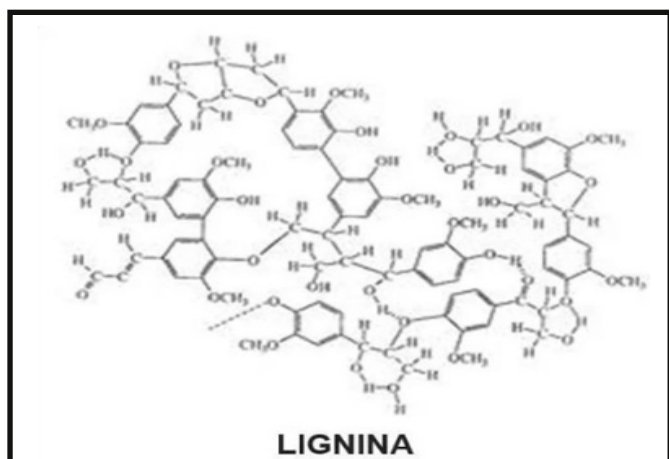
Fig. 3. Estrutura das hemiceluloses



Fonte: Donate, 2014

A lignina, depois da celulose, é a macromolécula mais abundante dentre as biomassas (SANTOS et al, 2013). É definida como uma substância hidrofóbica, com estrutura tridimensional e amorfa, altamente ramificada. Sua estrutura é muito mais complexa do que a celulose e as hemiceluloses por possuir diversas unidades precursoras e ao grande número de combinações possíveis entre as mesmas (MARABEZI, 2009), na figura 5, pode-se observar a presença marcante de uma cadeia complexa de anéis aromáticos.

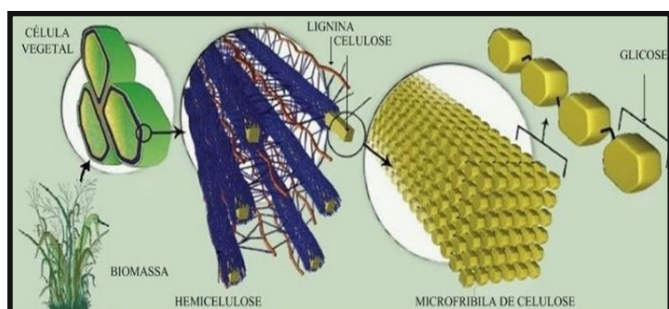
Fig. 4. Estrutura da lignina



Fonte: Unicamp, 2018

Uma vez visto a composição geral e o ordenamento estrutural da biomassa lignocelulósica dos resíduos de oliveiras, é possível compreender o modo que essas estruturas estão ligadas a partir da figura 6.

Fig. 5. Principais componentes da biomassa lignocelulósica



Fonte: Mota, 2015

Segundo LIMAYEM e RICKE (2012) na parede celular dos polissacarídeos, celulose e hemicelulose, encontram-se intimamente ligados com a lignina por meio de ligações covalentes e por pontes de hidrogénio formando assim uma estrutura recalcitrante, altamente robusta e resistente a qualquer tratamento.

4.1 RESÍDUOS DA PRODUÇÃO

Os resíduos gerados da poda, geralmente são subutilizados, empregados parte como adubos e parte como lenha pelos produtores, enquanto que os resíduos gerados pela indústria, também sofrem com a subutilização, porém com o agravante de se tornar um problema ambiental devido ao descarte, tanto dos bagaços quanto da água residual que corresponde a uma boa parte percentual dos resíduos, deixando o aproveitamento energético de lado (VELÁZQUEZ-MARTÍ et al., 2011).

Ocasionalmente na perda de recursos financeiros e contribuindo com o atraso do desenvolvimento sustentável do país.

Devido aos diversos cultivares que são encontrados, o teor dos compostos presentes nos frutos e na biomassa tende a variar, dependendo também de alguns fatores como o volume de água utilizado nas irrigações, a quantidade de raios solares que incidem sobre a oliveira, a quantidade de oliveiras plantadas por hectare (RODRIGUES et al., 2018) entre outros fatores.

Além do teor dos compostos, os cultivares podem divergir também em teores diferentes de cinzas, umidade, proteínas e carboidratos (CAVALHEIRO et al, 2014) como podem ser observados na tabela 1, abaixo e embora os compostos não diverjam dos diversos tipos de biomassas encontrados na literatura e que eles possuam grande potencial energético, tem que haver uma destinação correta dos recursos.

Tabela 1 – Composição centesimal de diferentes folhas de Oliveira.

Variedade	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Carboidratos totais
Arbequina	58,68±0,07	4,38±0,18	12,24±0,23	8,14±0,24	19,56±0,38
Chemlali	49,75±0,64	4,45±0,20	7,61±0,27	1,05±0,11	37,14±0,73
Chetoui	48,18±0,34	2,97±0,02	5,04±0,15	1,23±0,21	42,58±0,43
Chemchali	49,50±0,94	2,90±0,05	6,68±0,28	1,16±0,24	39,76±0,99
Zerrazi	46,24±0,54	2,86±0,10	7,10±0,23	1,30±0,18	42,50±0,62

Resultados expressos como média e desvio padrão (%) em massa seca.

Fonte: Adaptado de CAVALHEIRO, 2014

Por tratar-se de um assunto onde não há muitos estudos sobre as composições centesimais dos cultivares mais abundantes no Brasil e principalmente comparando seus potenciais energéticos, existe um enorme potencial para estudos futuros, visto que com o passar dos anos o Brasil tem produzido cada vez mais olivas para a extração de óleo, consequentemente ocasionando o acréscimo de resíduos gerados na colheita e na indústria.

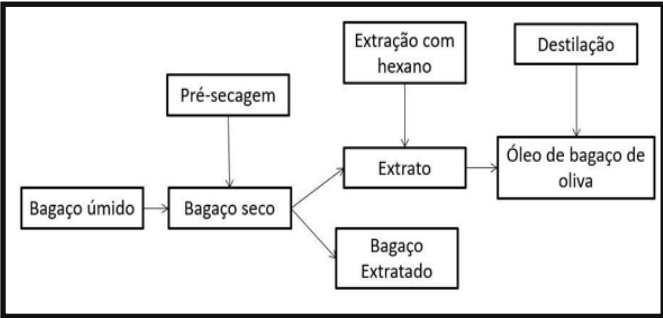
No Brasil, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais, possuem cultivares já fixados e demonstram interesse cada vez mais elevado no aumento da produção. Sendo que existe potencial de que em médio e longo prazo o país passe a ser um grande produtor de olivas, bastando apenas maior conhecimento técnico para que isso ocorra (COUTINHO, 2015).

4.2 RESÍDUOS DA EXTRAÇÃO

Podemos obter o bagaço de oliva a partir da ex-

tração direta do óleo, de forma contínua, em duas fases. Ao final deste processo, o bagaço produzido, apresenta em média, 40% de umidade, tornando-o um substrato úmido. Possui uma consistência pastosa e contém além do tegumento da oliva, película, a polpa e consequentemente o caroço. Ainda assim, estes resíduos, podem passar por um novo processo de separação e podem ser utilizados como combustível sólido (KIRITSAKIS, A., SHAHIDI, F., 2017). Contudo, dar valor à biomassa oriunda dos resíduos das oliveiras, tem sido praticado em vários locais da Europa, com um valor de comercialização muito abaixo dos € 25 /ton, devido às suas características de produção e armazenamento, é necessário investir consideravelmente. Sobretudo, apesar do investimento, o potencial de uso é considerável. A Figura 7 representa o esquema simplificado do processo de extração de óleo de bagaço e obtenção do bagaço extraído.

Fig. 6. Esquema do sistema de extração de óleo de bagaço de oliva



Fonte: Adaptado de PEDRO (2013)

Conforme citado anteriormente, o bagaço tem composição de polpa e epicarpo dos frutos, partes do caroço triturado e água. A utilização de 1.000 kg de olivas produz cerca de 800 kg de resíduo nas regiões europeias tradicionais, aproveitando-se apenas 20% do total (ALCAIDE et al., 2010). O sistema de extração empregado está intimamente ligado ao subproduto obtido. O bagaço pode ser encontrado em duas etapas, o qual chamamos de “alperujo”. Assim, todo resíduo produzido através do esmagamento dos frutos das oliveiras, possuem elevado e considerável valor térmico (VERA et al., 2009).

Segundo FREITAS (2007) a utilização do bagaço de azeitona seco para geração de energia resíduos oriundos da exploração olivícola podem ser empregados eficazmente na obtenção de energia, mas, para tanto, é necessário que empregue-se uma tecnologia adequada para evitar a produção de poluentes e outros problemas.

4.3 RESÍDUOS APLICADOS A PROCESSOS INDUSTRIAIS

Tanto a biomassa gerada durante a produção quanto a produzida durante a extração, podem ser melhores empregadas como proposta de geração de energia, pois pode-se obter valores de poderes caloríficos em média de 2.800 a 4.000 Kcal kg⁻¹. Pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2. Poder calorífico do bagaço de azeitona e caroço

	Poder calorífico (Kcal kg ⁻¹)
Bagaço oriundo de frantoios de prensas	2.800 - 3.000
Bagaço oriundo de frantoios a três fases	2.500 - 2.800
Bagaço oriundo de frantoios a duas fases	3.500
Caroço	4.000

Fonte: Adaptado de RODRIGUEZ et al (2007)

Através de diferentes processos, a utilização de fontes de energia renovável, nas etapas termoquímicas de indústrias, onde pode-se substituir o carvão vegetal e o mineral, o bagaço seco da oliva pode ser produzido através da gaseificação e da briquetagem e através também de processos de combustão. (FREITAS, 2007). Assim, atualmente, pode ser trabalhada ao atendimento da necessidade de combustíveis alternativos aumentarem num futuro próximo, os briquetes e a queima direta podem ser uma alternativa viável ao carvão.

Pode-se observar com base nas avaliações de ALBUQUERQUE e CEGARRA (2006), os resíduos oriundos das podas das oliveiras, em Portugal, por exemplo, giram em torno de 29 mil toneladas produzidas por ano. Como fonte alternativa de energia, sendo utilizada de forma renovável, este bagaço pode ser utilizado como matéria-prima na produção de etanol de segunda geração. Este processo exige a realização de três etapas sequenciais: pré-tratamento, hidrólise enzimática e fermentação. Neste contexto, os açúcares oriundos das mais diferentes etapas de pré-tratamentos, também são obtidos, através de hidrólises enzimáticas. Tem então, em sua composição aproximadamente em hidratos de carbono em torno de 51%, sendo a glicose, o principal com aproximadamente 34%. Os teores de lignina e demais formas extraíveis, apresenta-se por volta de 25% e 16%, conforme pode ser visto na tabela 3. Nos processos de fermentação e hidrólise enzimática, são produzidos cerca de 90% dos açúcares (com a energia necessária) existentes.

Tabela 3: Composição açúcares

Composição	Quantidades (%) $\pm$ DP ¹
Glicose	33,59 $\pm$ 2,25
Xilose	13,11 $\pm$ 1,02
Arabinose	4,55 $\pm$ 0,20
Galactose	n.d
Manose	n.d
Ácido acético	3,53 $\pm$ 0,43
Lignina ácida insolúvel	18,07 $\pm$ 0,33
Lignina ácida solúvel	6,89 $\pm$ 0,06
Extractáveis	15,84 $\pm$ 0,44
Cinzas	3,76 $\pm$ 0,01

¹ Composição expressa em base seca

Fonte: Adaptado de LYND, *et al.*, 1999.

Os processos de hidrólise e fermentação podem ter a conversão da biomassa em etanol de 2ª geração de forma integrada. Não ficam açúcares acumulados no meio reacional/extração, o que pode impedir uma produção com rendimentos desejáveis do biocombustível pretendido. Os processos podem ser integrados com combinações diferentes simultâneas, e elas podem ocorrer de forma isolada ou conjunta, são elas: sacarificação e fermentação simultânea, sacarificação e co-fermentação simultânea e bioprocessamento consolidado.

Pode-se dizer que é ponto de extrema relevância o teor da composição em peso seco do bagaço e que o mesmo gera riqueza considerável, na transformação do resíduo desta biomassa em biocombustíveis, na forma de etanol de 2ª geração. A utilização deste material como matéria-prima para produção de etanol de 2ª geração poderá ainda, permitir uma redução nas emissões de CO₂ e um aumento no balanço energético, tornando mais sustentável a produção e utilização deste combustível.

5. A BIORREFINARIA

O advento das biorrefinarias, foi possível, devido a uma gama considerável de estudos, a partir de diversas biomassas, principalmente, com base nas lignocelulose e seus resíduos, que puderam agregar valor. Serviu de base em contraponto, para uma busca incessante do ser humano em fontes alternativas de energia, que venham a substituir os combustíveis fósseis.

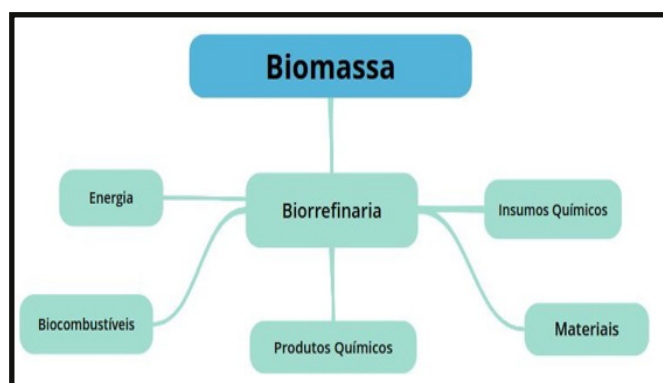
5.1 PROCESSOS DE BIORREFINARIA

Uma biorrefinaria é uma unidade industrial que integra equipamento e processos de conversão de bio-

massa na produção de combustíveis, eletricidade, calor, e derivados refinados (compostos bioquímicos e biomateriais) (SANTOS *et al.*, 2013; VAZ JÚNIOR & SOARES, 2014).

Em sua maioria, as biorrefinarias tem como objetivo adequar-se a processos produtivos já consolidados na indústria petrolífera, aumentando assim o rendimento e lucratividade. Um esquema mostrado na figura 8, demonstra as variedades de produtos finais que podem ser formados a partir de uma biomassa.

Fig. 7. Produtos obtidos em biorrefinarias a partir de biomassa

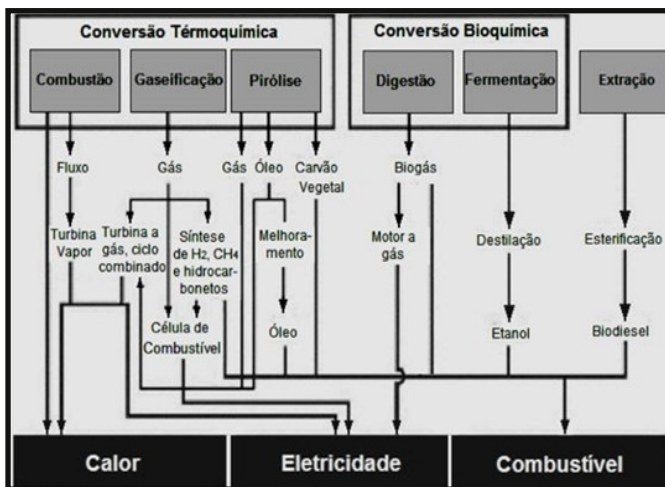


FONTE: Adaptado de VAZ JR, 2012.

É possível converter a biomassa em formas de energia térmica, elétrica ou mecânica levando em consideração diversos fatores, como por exemplo, a quantidade de biomassa disponível, a viabilidade técnica e econômica das instalações e especificações técnicas e reguladoras que podem influenciar ou condicionar a tecnologia a ser escolhida são os mais relevantes. Os processos em uso integram, primordialmente, as rotas de conversão associadas aos fenômenos termoquímicos e bioquímicos, podendo ainda recorrer a processos físicos como

a extração (MCKENDRY, 2002). Na figura 9 estão resumidas as tecnologias de conversão que utilizam biomassa.

Fig. 8. Tecnologias de conversão energética de biomassa.



Fonte: Linhares (2016).

A extração consiste na separação de compostos, podendo, quimicamente, ser classificada de 3 maneiras: Extração líquido-líquido, também conhecida como extração por solvente, sendo um método para separar um componente ou componentes específicos de uma mistura heterogênea de líquidos baseado em suas diferentes solubilidades em dois líquidos diferentes imiscíveis, normalmente água e um solvente orgânico, objetivando a extração de uma substância de uma fase líquida em outra fase líquida (QUEIROZ et al, 2001); Extração sob refluxo, consistindo em submeter um material à extração com um solvente em ebulição, em um aparelho constituído de um recipiente onde será transferido o material e o solvente, e acoplado a um condensador (MARABEZI, 2014); Extração ácido-base, que se utiliza de extrações líquido-líquido sequenciais para purificação de ácidos e bases presentes em solução baseados em suas propriedades químicas (GRUBER et al, 2012).

A digestão de resíduos orgânicos é a conversão, a partir da ação de bactérias, de componentes orgânicos a formas inorgânicas. Na digestão aeróbia, as bactérias utilizam o oxigênio molecular comoceptor final de elétrons, enquanto que na oxidação anaeróbia, componentes químicos, tais como dióxido de carbono (CO₂), nitratos (NO⁻) e sulfatos (SO₄²⁻) são utilizados como aceptores finais de elétrons (SILVA, 2009).

A fermentação é um processo químico de digestão, com a ausência de Oxigênio, que consiste na síntese de ATP sem o envolvimento da cadeia respiratória (TOMICH et al, 2003).

Fenômenos complexos, envolvendo reações químicas

com transferência de calor e massa intimamente relacionada com a fluidodinâmica do meio reacional estão envolvidos nos processos termoquímicos de pirólise, gaseificação e combustão.

A pirólise é uma combustão completa em atmosfera controlada sem a presença de oxigênio ou com uma quantidade muito limitada de agentes oxidantes a temperaturas entre 450-550 °C, resultando em compostos gasosos, líquidos pirolíticos e sólidos carbonizados, ou então, apenas voláteis e sólidos carbonizados (DEMIRBAS, 2009).

A gaseificação da biomassa ocorre com a oxidação (combustão) parcial da biomassa na faixa de temperaturas entre 800 - 900°C e com quantidades limitadas de oxigênio, resultando em uma mistura de gás combustível (H₂, CH₄ entre outros), cinzas e o material carbonizado (DEMIRBAS, 2004, 2009).

O processo de combustão é considerado um processo de oxidação completa dos compostos combustíveis, com geração de gases (CO₂ e H₂O), cinzas e energia consistindo na reação dos componentes do material com o oxigênio do ar com uma manutenção de excesso de oxigênio para garantir a conversão completa dos constituintes combustíveis (LINHARES, 2016; MARTINS, 2012; MCKENDRY, 2002).

5.2 PRODUTOS DAS BIORREFINARIAS

As matérias primas de fontes renováveis são potenciais precursores para produção de energia. Desde a queima direta para a produção de energia térmica e mecânica como máquinas a vapor, passando pela produção de pallets e carvão que facilitam o transporte de combustível como sólido estável, até as refinarias de produzir biocombustíveis líquidos como álcool e diesel (GONZALEZ et al, 2008 apud ALVIM 2014). A maioria das indústrias que não possuem plantas projetadas para aproveitamento integral de resíduos, utiliza o método de queima direta para a redução dos gastos com energia elétrica e outros combustíveis.

A produção de biocombustíveis ganhou espaço no mercado como alternativa de substituição da gasolina e diesel e minimizar as emissões de gases do efeito estufa. Os biocombustíveis produzidos atualmente são o etanol e o biodiesel, o primeiro sendo produzido principalmente a partir de milho ou cana de açúcar e o segundo tendo como matéria prima a soja ou palma. Diversos estudos vêm sendo incentivados com intuito de promover a produção de etanol de segunda geração, ou etanol celulósico (LEITE, 2007).

A Obtenção de produtos químicos, materiais e insu-
mos químicos obtidos a partir de biomassa e seus

coprodutos, são os que possuem maior potencial de agregar valor à cadeia produtiva de uma biorrefinaria, devido a sua posição estratégica em cadeias produtivas como a farmacêutica, automotiva, construção, agronegócio, cosméticos etc. (VAZ JÚNIOR, 2010; GALEMBECK, 2011).

5.3 A BIORREFINARIA DA OLIVEIRA

O processo de biorrefinarias da oliveira mais difundido pelo mundo, é a produção de azeite de oliva para alimentação humana. Existem diversas formas para extração do óleo da oliveira na atualidade dentre elas a prensagem a frio e a centrifuga continua.

O método de prensagem, é um processo em batelada que consiste que na moagem das olivas inteiras, que em seguida são dispostas em esteiras de filtração e prensadas mecanicamente. Este é um processo essencialmente manual que exige maior demanda de tempo e mão de obra e gera um produto final de alta qualidade e alto teor de polifenol. (ELMEKAWY, 2014 ;MEDEIROS, 2016).

Segundo ELMEKAWY (2014), o processo de centrifuga continua foi introduzida em 1970 com o objetivo de melhorar o rendimento da indústria da oliveira. Consiste em um sistema trifásico. onde a primeira etapa é a moagem, com o produto seguindo para uma centrífuga industrial onde os componentes serão separados pela densidade devido a força centrífuga (torta de extração > água > óleo) gerando dois efluentes um sólido e outro líquido e a saída do produto final. Para acelerar o processo, uma grande quantidade de água é adicionada as olivas moídas. este processo possui um melhor rendimento, demanda de menos tempo, porém acarreta em uma maior produção de afluentes líquidos carregados de matéria orgânica como os polifenóis que ficam retidos na água do processo, resultando em um produto final carente deste componente e efluente líquido potencialmente nocivo para o meio ambiente. Em 1990, foi introduzido um sistema bifásico que consistia na mesma etapa de moagem e introdução em uma centrífuga agora com apenas uma saída de efluente bifásico e outra para o produto final, com isso a quantidade de água utilizada no processo foi significativamente reduzida e junto a isso uma menor quantidade de efluentes líquido. Após a extração de ambos os processos, bifásico e trifásico, o óleo precisa ser refinado para reduzir a acidez, neutralização alcalina e correção na cor do produto.

Algumas indústrias de cosméticos possuem a necessidade de óleos vegetais como base para alguns de seus produtos, GALEMBECK (2011) explica quando um determinado produto é insolúvel em água, se faz necessária uma base de óleos e um dos extrativos mais utilizados é o óleo de oliveira, em outros casos, os

ingredientes podem ser insolúveis ou parcialmente solúveis em óleos, uma mistura água/óleo é efetuada para promover uma emulsão e assim melhorar as propriedades de difusão, sensação de oleosidade e hidratação para essas misturas.

5.4 APROVEITAMENTO INTEGRAL DA OLIVEIRA EM PROCESSOS DE BIORREFINARIA

O aproveitamento integral de qualquer tipo de biomassa é uma técnica promissora uma vez que pode contemplar a atribuição de valores sobre produtos residuais, bem como a diminuição/anulação de danos que tais resíduos podem causar ao meio ambiente (ROSA, 2011). No presente contexto, os processos de biorrefinaria podem aplicar os descartes da produção de oliveiras em frentes diversas, como a produção energética e geração de coprodutos de elevado valor comercial.

Em relação aos resíduos resultantes do processamento de olivas para obtenção de azeite de oliva ou para produção de conservas, verifica-se que uma gama diversa de subprodutos são gerados, sendo que os mesmos variam de acordo com o tipo de equipamento utilizado no processo de extração, a maturidade do fruto bem como o tipo de cultivar de oliveira.

A seguir são descritas algumas das pesquisas mais atuais buscando saídas ecologicamente corretas e economicamente vantajosas para a destinação dos resíduos de oliveiras, sendo elas: produção de compostos bioativos, de biocombustíveis, adubos e materiais biossorventes.

5.5 POTENCIAL NA PRODUÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos estão ganhando cada vez mais espaço na literatura científica, uma vez que inúmeros estudos demonstraram-os como promissores na atuação benéfica à saúde humana, sendo incorporados cada vez mais em terapias nutricionais (SOARES, 2015). Tais compostos podem ser definidos como substâncias, encontradas principalmente em vegetais, que apresentam um efeito (positivo ou negativo) sobre determinado organismo vivo, sendo que na área nutricional os bioativos são caracterizados a parte dos nutrientes considerados essenciais (COSTA, 2016).

O óleo de oliveira em si possui em sua composição compostos de excelência nutricional. Os subprodutos do processamento das olivas, enquadram-se como uma fonte promissora na obtenção de com-

ponentes bioativos, com potencial de uso pelas indústrias farmacêuticas, cosméticas bem como aditivos alimentares. Em seu estudo, por meio da técnica HPLC-RP, o autor pode determinar os compostos bioativos encontrados em maior quantidade nas águas ruças, sendo eles: hidroxitirosol, tirosol e oleuropeína.

Visando atribuir valor aos resíduos gerados, bem como reduzir os problemas relacionados a fitotoxicidade, oriundos da grande concentração de compostos fenólicos encontrados no bagaço resultante do processo de extração do óleo de oliva, BÖHMER (2018) promoveu a otimização da extração de fenólicos presentes nesse resíduo por meio de extratos metanólicos com concentrações variadas. Após efetivar a extração, foram avaliados a otimização da mesma, bem como a avaliação da atividade antioxidante, de atividade antitumoral e antimicrobiana *in vitro*. As extrações com melhores respostas foram obtidas com 80% de metanol, 180 min de residência e 70 °C; e com 40% de metanol, 180 min de residência e 70 °C. A atividade antioxidante mais efetiva foi obtida no extrato com 40% de metanol, 45 °C e 180 min de residência. Em relação aos testes de atividade antitumoral e antimicrobiana, foram obtidos resultados positivos para ambos.

Outra aplicação promissora para os resíduos oriundos da poda das oliveiras foi estudado por MARANGONI (2015), que inseriu folhas de oliveiras na alimentação de frangos e, posteriormente, testou em relação a estabilidade microbiológica, especificamente das coxas e sobrecoxas dos animais. Com isso, constatou que a aplicação de folhas na concentração de 5 g/kg demonstrou ser mais efetiva em relação a conversão alimentar dos animais, já o ensaio com concentração de 10 g/kg estabeleceu uma taxa de mortalidade diminuta quando comparada com o controle. Em ambas as concentrações testadas foi verificado inibição do crescimento microbiano que, segundo os autores, é devido a presença de cerca de 15% do polifenol oleuropeína, que atua como bactericida/bacteriostático.

5.6 POTENCIAL NA PRODUÇÃO DE HÚMUS

A utilização de húmus de minhoca em cultivos agrícolas remonta aos primórdios da agricultura, sendo a presença de minhocas associada a terrenos com melhores áreas para cultivo. O campo da agroecologia está estimulado a produção de adubos de qualidade baseados em húmus de minhoca ou vermicomposto, uma vez que o atual modelo de produção agrícola, baseado no uso intensivo de insumos externos, acabaram por promover a degradação das terras, diminuindo drasticamente seus teores de matéria orgânica. Generalizando, o húmus pode

ser obtido a partir de qualquer matéria orgânica, ou seja, qualquer resíduo orgânico disponível na propriedade pode ser passível de transformação em húmus (SCHIEDECK et al., 2006).

O húmus de minhoca, que é composto pelas excreções destes organismos, exerce um importante papel ao ser aplicado no solo, atuando na conservação do mesmo, além de auxiliar no desenvolvimento dos vegetais (SCHIEDECK et al., 2006).

Entre os resíduos gerados no processo de extração do óleo de oliva está a torta de oliva, cuja destinação ainda não possui uma adequação bem estabelecida. Esta torta se torna preocupante, uma vez que, apenas no Rio Grande do Sul, existem cerca de 400 hectares cultivados com oliveiras, com expectativas de aumento da produção. Focando nisso ZIBETTI et al. (2013), concretizaram um estudo visando transformar tal torta em húmus de minhoca, onde foram ofertadas quantidades variadas de torta junto com esterco bovino. Na abordagem contendo 100% de torta de azeitona, as minhocas da espécie *Eisenia andrei* ou morreram ou fugiram do ambiente disposto, sendo a explicação encontrada no fato de que as minhocas exercem respiração cutânea, fazendo com que os resquícios de óleo presentes na torta tornaram a mesma letal para tais organismos. Já para os tratamentos com 75, 50 e 25% de torta, foi obtida uma aceitação do novo alimento ofertado (em conjunto com esterco bovino), mas somente após o período de estabilização dos resíduos.

5.7 POTENCIAL COMO MATERIAL BIOSORVENTE

Dentre os problemas sérios que afetam o meio ambiente por meio da ação antropogênica, pode-se citar a contaminação de efluentes industriais, sendo caracterizada como uma poluição de natureza inorgânica ou orgânica, acarretada pela deposição de despejos industriais ou residenciais (DE AGUIAR et al., 2002). Entre os compostos mais preocupantes estão os metais pesados, compostos biocumulativos e tóxicos aos seres vivos e demais organismos. De encontro a este problema, encontra-se o elevado custo dos atuais métodos de tratamento que, muitas vezes, também são ineficientes na remoção de concentrações diminutas (MOREIRA et al., 2018). Dentro deste contexto, a aplicação de resíduos da indústria oléica ganha espaço na aplicação de seus subprodutos em ensaios de biossorção, como descrito nos trabalhos a seguir.

SALAVERRY et al. (2016) utilizaram bagaço de azeitona frente a remoção de cromo hexavalente em solução aquosa. Para tanto, o bagaço passou por um processo de secagem em estufa a 80 °C por

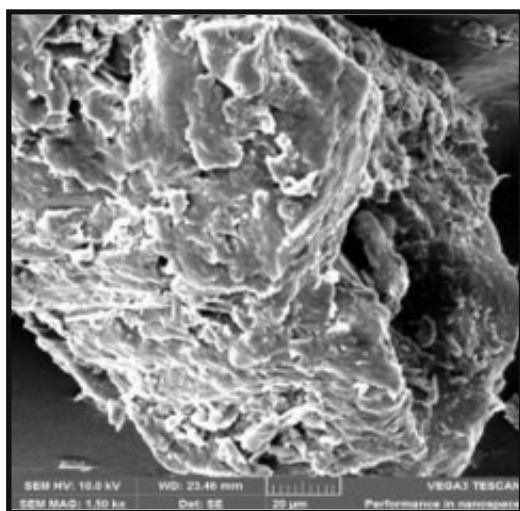
48h, sendo posteriormente triturado em um liquidificador industrial. Os resultados mais satisfatórios foram obtidos nos experimentos 1 e 2, onde ambos foram realizados sob pH 2 e concentração inicial de cromo hexavalente de 50 mg.L⁻¹, sendo o tamanho de partícula situado entre <500 e

>355 μm para o experimento um, e entre <2000 e >1000 μm para o experimento 3. Nos dois experimentos a remoção do metal pesado atingiu 100% de remoção, o que significa que os níveis de cromo ficaram abaixo do limite de detecção do método (<0,05 mg.L⁻¹), comprovando o potencial de aplicação do bagaço de azeitona na remoção deste metal pesado.

Em aplicação semelhante, BIRON (2016) testou o pó oriundo de caroços de olivas, utilizado *in natura* como bioissorvente na remoção do composto violeta de metila.

Por meio de microscopia eletrônica de varredura, a autora pôde concluir que o caroço de oliva possui uma superfície rugosa, heterogênea e com cavidades, o que é adequado aos processos adsorptivos (Figura 10). Em relação a adsorção do corante, a mesma foi satisfatória, podendo ser empregada no tratamento de águas industriais, sendo estabelecida por um processo exotérmico baseado em fisissorção.

Fig. 9. Fotomicrografia eletrônica do caroço de azeitona *in natura*



Fonte: BIRON, 2016.

5.8 POTENCIAL NA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

As buscas por soluções energéticas que deixem de lado o consumo de petróleo não são recentes, tendo se intensificado a partir da década de 1970. Uma das estratégias interessantes para produção de biocombustíveis está centrada na utilização de resíduos agrícolas e agroindustriais, uma vez que além de agregar valor a um resíduo, ainda se evita o

problema de destinação do mesmo, cuja destinação incorreta pode acarretar inúmeros danos ambientais. Entre as principais razões pelo crescente interesse nos biocombustíveis, pode-se citar: diminuição na dependência em petróleo, estabilização da concentração de gases de efeito estufa e diminuição da poluição causada em grandes centros urbanos (LEITE, 2007).

Neste contexto, PEREIRA et al. (2013), testaram o potencial de produção de bioetanol a partir da polpa residual de oliva, subproduto gerado no processamento. Por tratar-se de um subproduto semi sólido e rico em material lignocelulósico, dois tipos de hidrólise foram testadas como forma de pré-tratamento. A primeira foi realizada com ácido clorídrico 1%, e a segunda por explosão a vapor com ácido sulfúrico 14%. Após o pré-tratamento, foi realizada a interação com *Saccharomyces cerevisiae* durante 4 dias. Os resultados foram promissores, uma vez que um rendimento de 4,6% v/v foi obtido no ensaio onde o pré-tratamento aplicou explosão a vapor com ácido sulfúrico 14%.

Também com intuito de obter bioetanol de segunda geração a partir de resíduos da indústria olivícola, HAAGENSEN (2009) estudou o potencial de pré-tratamento e fermentação da polpa de oliva. Para tanto, testou tanto a oxidação úmida quanto o tratamento enzimático antes de efetivar a fermentação. Foi constatado um aumento de 444% na concentração de glicose e xilose por meio da hidrólise enzimática, enquanto um aumento de 138% foi obtido para a oxidação úmida, evidenciando que o pré-tratamento realizado por meio de hidrólise enzimática é adequado para tal biomassa, ao contrário da oxidação úmida que não foi tão efetiva quando comparada a aplicação de enzimas.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS: PROJETO PHENOLIVE (ÁUSTRIA)

No polo tecnológico da Universidade de Viena, desenvolvem-se várias pesquisas de uma usina de gaseificação de nova geração, que transforma a biomassa do bagaço da azeitona utilizando-o na produção de energia elétrica na Áustria e em outros países europeus. A grande questão é a aquisição desta matéria-prima para a produção da energia limpa e sustentável. Como ainda o custo de obtenção é relativamente alto, os pesquisadores juntaram-se em um projeto, direcionado pela União Européia que visa patrocinar a transformação deste combustível, a partir da extração e produção do óleo de oliva, dos seus resíduos industriais, como base de biomassa.

Um dos pesquisadores, Stefan Muller, indica que quanto mais pudermos aproveitar ao máximo o fruto da oliveira, será extremamente estratégico, pois o

que sobrar de este processamento, gera uma biomassa, referenciada como “lixo dos moinhos de oliva”, que apresentam em si, um considerável potencial energético para utilização. Este projeto, tem como grande financiador, a EU e busca ao máximo o reaproveitamento destes resíduos. Phenolive, onde “Pheno” tem como base o laboratório Phenobio, que é uma companhia startup iniciada em 2012 na Universidade de Bordeaux, também têm um papel fundamental. Eles identificam os compostos químicos que restam no bagaço, após a retirada do óleo. Este laboratório, analisa compostos fenólicos, onde os polifenóis encontrados, quando extraídos, aumentam o potencial de uso do bagaço aos mercados de alimentos e cosméticos, o que poderá movimentar em poucos anos em torno de € 290 milhões anuais, na Europa, segundo a Phenolive.

As pequenas proporções da usina de gaseificação que está sendo desenvolvida na universidade em Viena permitem que ela seja montada in loco, em grandes plantações e moinhos de azeitonas. A energia produzida deverá ser consumida dentro das próprias fábricas de óleo de oliva.

A maior estratégia destes processos é a de manter o uso da energia próximo à usina onde os resíduos são gerados. O plano é cobrir a demanda de eletricidade e aquecimento dos moinhos com a gaseificação do bagaço.

A Europa hoje, já produz mais de 80 milhões de toneladas de bagaço de oliva por ano, segundo o Phenolive. Se os cientistas do projeto tiverem sucesso, o empreendimento poderá impulsionar o setor de produção de óleo de oliva e reduzir significativamente seus custos, sobretudo de energia.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a humanidade esteja ainda engatinhando quando se refere ao aproveitamento integral dos recursos dentro de uma planta industrial ou mesmo dos resíduos oriundos da produção, é possível perceber o grande aumento de interesse nesta área. Há inúmeros estudos que demonstram o enorme potencial inexplorado comercialmente que os resíduos da olivicultura geram. Considerando o sucessivo aumento mundial no consumo dos produtos derivados dessa cultura, espera-se que em poucos anos cada vez mais trabalhos sejam feitos na área, assim como o nível de investimento disponibilizado para a otimização dos processos envolvidos na produção.

Por tratar-se de uma biomassa quase que inexplorada em sua totalidade, o conhecimento não fora totalmente difundido entre os produtores e empresários,

ocasionando na subutilização de um subproduto que poderia até mesmo suprir a demanda energética da planta industrial ou fornecer combustível para o maquinário da plantação.

Além de todo o ganho financeiro já demonstrado que a exploração total do resíduo das oliveiras promoveria, há também o ganho sustentável, onde um resíduo que antes vinha a ser um problema para o ecossistema regional, passa a ser uma fonte de energia limpa, impactando diretamente na qualidade de vida da comunidade na qual a indústria ou plantação está inserida.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.; GONZÁLEZ, J.; GARCIA, D.; CEGARRA, J. Measuring detoxification and maturity in compost made from “alperujo” the solid by-product of extracting olive oil by the two phase centrifugation system. *Chemosphere*, v.64, n.3, p.470-477, 2006.

ALCAIDE, E.M.; GARCÍA, A.I.M.; RUIZ,

D.R.Y. Los subproductos del olivar en la alimentación de rumiantes. *Informe Veterinario, Portal Veterinaria Albeitar*, n.140, p.32-34, 2010.

ALVIM, J.C et al. Biorrefinarias: Conceitos, classificação, matérias primas e produtos. *Journal of Bioenergy and Food Science*, v. 1, n. 3, p. 61-77, 2014.

ANTUNES; B.F. Folhas de Oliveira (*Olea europaea* L): Composição em Bioativos, Atividades Antioxidante e Biológica. Pelotas, RS, 2018. P: 4-14.

ARANTES, V.; SADDLER, J.N. Access to cellulose limits the efficiency of enzymatic hydrolysis: the role of amorphogenesis. *Biotechnology for Biofuels*, London, v. 3, n.4, p. 2-11, 2010.

BIRON, C. Carvão de azeitona (*Olea europaea* L): preparação, caracterização e sua aplicação como biossorvente na remoção do corante violeta de metila de solução aquosa. 2016.

BOHMER, B.W. Potencial antimicrobiano e antitumoral de compostos fenólicos extraídos do bagaço oriundo da obtenção de azeite de oliva (*Olea europaea* L.). Pelotas, RS, 2018. P: 21-25.

CABRAL; E.F. Estudos preliminares de polinização em oliveira (*Olea europaea* L.) cv. Galega vulgar. Lisboa, Portugal, 2009. P: 4-10.

- CARA, C. et al. Production of fuel ethanol from steam-explosion pretreated olive tree pruning. *Fuel*, [s.l.], v. 87, n. 6, p.692-700, maio 2008. Elsevier BV.
- CAVALHEIRO, C.V. et al. Composição química de folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) da região de Caçapava do Sul, RS. *Ciência Rural*, [s.l.], v. 44, n. 10, p.1874-1879, out. 2014. FapUNIFESP (SciELO).
- CORREIA; C.M. RODRIGUES; M. Â. MANUAL DA SAFRA E CONTRA SAFRA DO OLIVAL. Bragança, Portugal, 2009. P: 9-22.
- COSTA, N.M.B; ROSA, C.O.B. Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. Editora Rubio, 2016.
- COUTINHO, E.F. et al. Oliveira: Aspectos técnicos e cultivo no sul do Brasil. Embrapa. 2015.
- DE AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, Amanda Cardoso; GUARINO, Alcides Wagner Serpa. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. *Química Nova*, v. 25, n. 6/B, p. 1145-1154, 2002.
- DEMIRBAS, A. Combustion characteristics of different biomass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, v. 30, n. 2, p. 219–230, 2004
- DEMIRBAS, A. Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, v. 50, n. 1, p. 14–34, 2009.
- ELMEKAWY, Ahmed et al. Potential biovalorization techniques for olive mill biorefinery wastewater. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 8, n. 2, p. 283-293, 2014.
- FAOSTAT, 2009. Olive Crops Primary, year 2018.< <http://www.fao.org/faostat/en/#home>>.
- FREITAS, M.R. Avaliação do potencial energético dos resíduos sólidos dos lagares do Alentejo. 2007. 159p. Dissertação (Mestrado em oliveicultura, azeite e azeitona de mesa) - Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2007.
- GALEMBECK, Fernando; CSORDAS, Yara. Cosméticos: a química da beleza. <http://3.web.ccead.pucrio.br>. 2011.
- GRUBER, Liliane Dailei Almeida et al. Ácidos naftênicos no petróleo. *Química nova*. São Paulo. Vol. 35, n. 7 (2012), p. 1423-1433, 2012.
- HAAGENSEN, Frank et al. Pre-treatment and ethanol fermentation potential of olive pulp at different dry matter concentrations. *Biomass and bioenergy*, v. 33, n. 11, p. 1643-1651, 2009.
- KIRITSAKIS, A., SHAHIDI, F. Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing. Ed. John Wiley & Sons, 2017.
- LEITE, Rogério Cezar de Cerqueira; LEAL, Manoel Régis LV. O biocombustível no Brasil. *Novos estudos-CEBRAP*, n. 78, p. 15-21, 2007.
- LIMAYEM, A. e RICKE, S.C. Lignocellulosic biomass for bioethanol production: Current perspectives, potential issues and future prospects. *Progress in Energy and Combustion Science*, 38, 449-467, 2012.
- LYND, L.R., WYMAN, C.E. e GERNICROSS, T.U. (1999). Biocommodity Engineering. *Biotechnology Progress*. pp. 777-793.
- LINHARES, Felipe de Aguiar de. Avaliação fluidodinâmica e processo de co-combustão de resíduo de casca de acácia negra com carvão mineral em planta piloto de leito fluidizado borbulhante. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/156803>>. Acesso em: 8 fev. 2019.
- LINHARES, Felipe de Aguiar de et al. Avaliação fluidodinâmica e co-combustão de resíduo de biomassa industrial em planta de bancada e planta piloto de leito fluidizado borbulhante In: FORUM INTERNACIONAL DE RESIDUOS SOLIDOS, 7., 2016, Porto Alegre. Anais.Porto Alegre: Instituto Venturi Para Estudos Ambientais, 2016. p.1 - 10. Disponível em:<<http://www.firs.instituto-venturi.org.br>>. Acesso em: 8 fev. 2019.
- MARABEZI, K. Estudo sistemático das reações envolvidas na determinação dos teores de lignina e holocelulose em amostras de bagaço e palha de cana-de-açúcar. 2009. 142 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- MARABEZI, K. Deslignificação de bagaço de

cana-de-açúcar: reações, isolamento e utilização de ligninas. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MARANGONI, et al. Efeito da incorporação de folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) no desenvolvimento e qualidade da carne de frangos/Effect of incorporating olive leaves (*Olea europaea* L.) on the development and quality of poultry meat. Brazilian Journal of Food Technology, v. 18, n. 3, p. 173, 2015.

MARTINS, Â. P. G. Conversão termoquímica de diferentes biomassas em leite fluidizado, 2012.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. Bioresource Technology, v. 83, n. 1, p. 47–54, 2002.

MEDEIROS, Rosalina Marangon Lima et al. Destinação e reaproveitamento de subprodutos da extração olivícola. Scientia Agraria Paranaensis, v. 15, n. 2, p. 100-108, 2016.

MOREIRA, D.A et al. BIODISSORÇÃO DE METAIS PESADOS PELA CASCA DE OVO DE GALINHAS POEDEIRAS. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 9, n. 7, 2018.

PEDRO, N. C. R. M., Avaliação do potencial de produção de etanol de 2ª geração a partir dos resíduos das podas do olival. Tese de doutoramento, Universidade da Beira do Interior, Covilhã, Portugal, 2013.

PEREIRA, V.M et al. Produção de bioetanol a partir de coproduto gerado no descaroçamento de azeitona. Revista Eletrônica TECCEN, v. 6, n. 1/2, p. 11-15, 2013.

QUEIROZ, Sonia CN, COLLINS, Carol, and JARDIM, Isabel CSF. “Métodos de extração e/ou concentração de compostos encontrados em fluidos biológicos para posterior determinação cromatográfica.” Química Nova, (2001).

RODRIGUES, Nuno et al. Effect of olive trees density on the quality and composition of olive oil from cv. Arbequina. Scientia Horticulturae, [s.l.], v. 238, p.222-233, ago. 2018. Elsevier BV..

RODRIGUEZ, G.; RODRIGUEZ, R.; JIMENEZ, A.; GUILLEN, R.; BOLANOS, J.F. Effect of steam treatment of alperujo on the composition, enzymatic saccharification, and in vitro digestibility of alperujo. Journal of Agricultural Food and Chemistry,

v.55, n.1, p.136-142, jan. 2007.

ROMERO-GARCÍA, J.m. et al. Biorefinery based on olive biomass. State of the art and future trends. Bioresource Technology, [s.l.], v. 159, p.421-432, maio 2014. Elsevier BV.

ROSA, M. F. et al. Valorização de resíduos da agroindústria. II Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários; M.A.C. Fatores que afetam o vingamento em oliveira (*Olea europaea* L.) cv. Tosca: efeito da polinização cruzada e da aplicação de um extrato de algas. Lisboa, Portugal, 2014. P: 7-15.

SALAVERRY, I.B; DOS SANTOS, F. A; FRANKENBERG, C.C. Uso de resíduos da produção de azeite de oliva como biossorventes de cromo hexavalente. Revista Liberato, v. 17, n. 27, 2016.

SANTOS, F. Em Bioenergia e Biorrefinaria: Cana-de-Açúcar e Espécies Florestais; Santos, F.; Colodette, J.; de Queiroz, J. H., eds.; Editora UFV: Viçosa, 2013, cap. 4.

SILVA, L.F.O. Caracterização agroindustrial de cultivares de oliveira com potencial econômico para o sul de Minas Gerais. 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia/fitotecnica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SILVA, W.R et al. Estudo cinético do processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos vegetais. 2009.

SCHIEDECK, G. et al. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTEC-A-E), 2006.

SOARES, E.R. et al. Compostos bioativos em alimentos, estresse oxidativo e inflamação: uma visão molecular da nutrição. Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto, v. 14, n. 3, 2015.

TOLEDANO, Ana; ALEGRÍA, Irantzu; LABIDI, Jalel. Biorefining of olive tree (*Olea europea*) pruning. Biomass And Bioenergy, [s.l.], v. 59, p.503-511, dez. 2013. Elsevier BV..

TOMICH, T. R., PEREIRA, L. G. R., GONÇALVES, L. C., TOMICH, R. G. P., & BORGES, I. (2003). Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Embrapa Pan-

tanal-Documentos (INFOTECA-E).

VAZ JR, S. As biorrefinarias como oportunidade de agregar valor à biomassa. Agroenergia em Revista, p. 11-12, 2012.

VAZ JÚNIOR, S.; SOARES, I. P. Chemical analysis of biomass-a review of techniques and applications. Química Nova, v. 37, n. 4, p. 709-715, 2014.

VELÁZQUEZ-MARTÍ, B. et al. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. Biomass And Bioenergy, [s.l.], v. 35, n. 8, p.3453-3464, ago. 2011. Elsevier BV..

ZIBETTI, V. K. et al. Uso de torta de azeitona para produção de insumos orgânicos através da minhocultura. Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 2012, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM., 2013.



CALIBRAÇÃO DE SONDAS TDR EM UM SOLO COM APLICAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Joel Antônio Silva
IFBAIANO

Allan Radax Freitas
Campos
PPGEA/UFRB

Fernanda Oliveira
Fernandes
PPGEA/UFRB

Monikuelly Mourato
Pereira
UFRB

Rafael Souza
Vasconcelos
IFBAIANO

RESUMO

O conhecimento do teor de água do solo é imprescindível a qualquer estudo que envolva as propriedades do sistema solo-água-planta. Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo analisar a calibração de sondas artesanais de TDR para determinar a umidade em um solo saturado com diferentes níveis salinos. O presente trabalho foi em laboratório da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas. O solo utilizado é classificado como textura franco-arenoso, com 68,25% de areia, 20,22% de silte e 11,53% de argila, apresentando densidade de partículas 1,69 g/cm³. Foi utilizado um TDR 100 (Campbell Scientific Inc.) acoplado a um nível de multiplexador e utilizadas guias de onda de TDR, construídas com três hastes de aço inoxidável de 0,003 m de diâmetro, com comprimento 0,10 m, espaçadas de 0,022 m, isoladas com resina de poliéster, com cabos coaxiais RG58 (50 ohms) de 1,0 m de comprimento. Cada amostra foi imerso em recipiente contendo a solução para cada tratamento até a altura de 2/3 do cilindro, foram utilizados os níveis de salinidade (0,3; 1,3; 2,3; 3,3; 4,3; 5,3 dS.m⁻¹). Ao observar os dados de todos os valores da constante dielétrica apresentaram variação de acordo com a quantidade de sais presentes na solução do solo quando o mesmo estava no ponto de saturação. Já Ao analisar os valores da constante dielétrica para os valores de umidade próximos a umidade residual observa-se que não há diferença entre os valores para todos os tratamentos reforçando que o fator que tem influência principal na constante é a quantidade de sais dissolvidos na solução do solo.

Palavras-chave: Constante Dielétrica; Umidade; Solução.

1. INTRODUÇÃO

A umidade do solo é um índice básico para quantificar a água de amostras de solo e, tradicionalmente, tem sido expressa à base de massa e à base de volume (LIBARDI, 2005).

Assim, a determinação da umidade do solo é essencial para estudos de movimento e disponibilidade de água no solo, erosão, manejo da irrigação, dentre outros processos (BERNARDO *et al.*, 2006).

O conhecimento do teor de água do solo é imprescindível a qualquer estudo que envolva as propriedades do sistema solo-água-plantas. Sua determinação pela técnica da reflectometria no domínio do tempo (TDR) é uma das mais exatas. O uso da TDR tem-se difundido na área de pesquisas principalmente por ser um método não destrutivo, por sua exatidão e pela possibilidade de automação da coleta dos dados (COELHO *et al.*, 2006).

Barbosa (2011) classificam os métodos indiretos em tensiométricos e volumétricos. Os métodos tensiométricos incluem o tensiômetro, bloco de gesso, sensor de dissipação de calor. Já os volumétricos são representados pela reflectometria no domínio do tempo – TDR, reflectometria no domínio da frequência – FDR, reflectometria no domínio da amplitude – ADR, transmissão de fase e transmissão no domínio do tempo – TDT.

Devido às dificuldades envolvidas na determinação direta da umidade do solo pelo método gravimétrico, geralmente utilizam-se métodos indiretos, em que a umidade é estimada a partir da medição de alguma propriedade do solo a ela relacionada (MIRANDA *et al.*, 2007).

A determinação indireta da umidade em tempo real pela técnica da TDR envolve a medida da constante dielétrica do solo por meio do tempo decorrido por um pulso eletromagnético, obtido através da introdução de hastes de aço inoxidável no solo. Esse tempo decorrido é proporcional à constante dielétrica do solo e varia unicamente com o seu conteúdo de água (MANTOVANI *et al.*, 2007).

É fundamental calibrar sondas de TDR tendo em vista que há diferença entre materiais de solo no aspecto da matriz do mesmo e na porosidade. Técnicas como TDR e a FDR consistem em alternativas para quantificação do conteúdo de água do solo fornecendo leituras precisas, rápidas e em diferentes profundidades (SOUZA *et al.*, 2013).

Em virtude de os sensores determinarem o conteúdo de água do solo de forma indireta, os valores de umidade medidos por meio destes sofrem a interferência da condutividade elétrica do solo. Um

acréscimo na quantidade de sal implica em um erro na determinação da umidade (BARBOSA, 2011).

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo analisar a calibração de sondas artesanais de TDR para determinar a umidade em um solo saturado com diferentes níveis salinos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi em laboratório da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas, com (coordenadas geográficas 39°06'07" longitude (oeste) e - 12°40'12" de latitude (Sul), com 220 m de altitude, temperatura média anual de 24,5 °C, umidade relativa do ar de aproximadamente 82% e precipitação média anual em torno de 1.244 mm. Segundo a classificação de Köppen o clima é do tipo tropical quente e úmido.

O solo utilizado é classificado como textura franco-arenoso, com 68,25% de areia, 20,22% de silte e 11,53% de argila, apresentando densidade de partículas 1,69 g/cm³. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, conduzidas ao laboratório do Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS) e submetidas a procedimento de destorroamento, peneiramento e secagem em estufa a temperatura de 105° C até peso constante, para a determinação da massa seca do solo e preenchimento dos cilindros para a calibração.

Foram utilizadas guias de onda de TDR, construídas com três hastes de aço inoxidável de 0,003 m de diâmetro, com comprimento 0,10 m, espaçadas de 0,022 m, isoladas com resina de poliéster, com cabos coaxiais RG58 (50 ohms) de 1,0 m de comprimento. A construção de uma sonda de três hastes para uso com reflectômetros requer os seguintes materiais: conector BNC de clipagem, catalisador de resina, solda elétrica e liga de estanho Sn 63/37, ácido fosfórico 1 %, alicate decapador e alicate de clipagem (COELHO *et al.*, 2005).

Utilizou-se seis cilindros de PVC com diâmetro nominal (DN) de 60 mm e dimensões de 27,5 cm de altura, diâmetro externo (DE) de 60 mm e diâmetro interno (DI) de aproximadamente 52,4 mm. Assim como no conjunto de materiais anterior, foi acoplado um cap perfurado de PVC no fundo do cilindro e uma manta de tecido, de malha fina, recortada em formato circular, com diâmetro equivalente ao diâmetro interno do tubo, de modo a vedá-lo, impedindo perdas do material sólido, além de permitir a saturação das amostras por capilaridade. Após pesagem, cada amostra foi imerso em recipiente contendo a solução para cada tratamento até a altura de 2/3 do cilindro, foram utilizados os níveis de salinidade (0,3;

1,3; 2,3; 3,3; 4,3; 5,3 dS.m⁻¹).

As amostras foram colocadas para saturação durante 48 h; posteriormente, foram inseridas as guias de onda em cada amostra de solo. As colunas de solo com as guias de ondas de TDR foram sucessivamente pesadas a partir da saturação e ficaram expostas no laboratório até ser atingido o limite inferior de umidade disponível. Foi utilizado um TDR 100 (Campbell Scientific Inc.) acoplado a um nível de multiplexador. As leituras de umidade foram feitas diariamente, seguidas de pesagens das colunas. Quando a umidade do solo das colunas atingiu valores próximos do limite inferior da disponibilidade de água, as colunas foram levadas à estufa a 105 °C até atingirem massa constante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 trás os gráficos de dispersão dos resultados, os quais relacionam os valores de constante dielétrica aparente do solo com os teores de umidade volumétrica. Os gráficos mostram comportamento semelhante para as sondas. Foram ajustados seis modelos de regressão para cada sonda, sendo eles: linear, quadrático, cúbico, logarítmico, potencial e exponencial. O modelo polinomial cúbico foi o que melhor se ajustou às regressões. As amostras 1D e 1E mostraram os melhores coeficientes de R² com valores 0,99 e 0,989 respectivamente. A

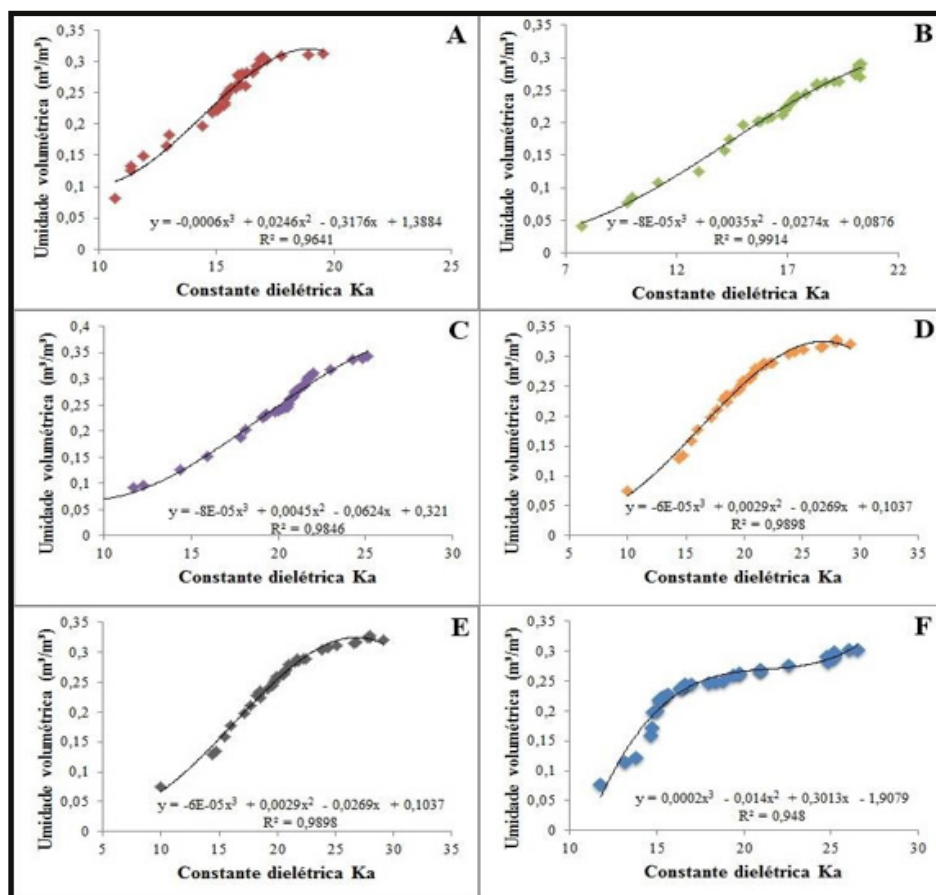
sonda 1F obteve o menor coeficiente de determinação sendo o tratamento que recebeu uma maior carga de sais tendo uma influencia direta na constante dielétrica do solo, mas mesmo assim seu resultado pode ser considerado ótimo. Ao observar os dados de todos os gráficos da Figura 1 obtém-se valor de constante dielétrica superiores a 25 (2C, 2D, 2E e 2F) ao contrário dos níveis mais baixos (2^a e 2B) que apresentaram uma constante máxima de 20 em ambos os casos quando o solo estava no ponto de saturação.

Ao analisar os valores da constante dielétrica para os valores de umidade próximo a umidade residual observa-se que não há diferença entre os valores para todos os tratamentos utilizados reforçando que o fator que tem influencia principal na constante é a quantidade de sais dissolvidos na solução do solo.

Os resultados dos indicadores de calibração mostrou que as umidades volumétricas tiveram valores médios entre 0,04 a 0,35 m³ m⁻³. O que concorda com COELHO *et al.* (2006) para quem os modelos de calibração variam conforme o tipo de solo e que um modelo polinomial de terceiro grau pode ser calibrado com exatidão para cada situação de solo.

SANTOS *et al.* (2010) relatou ser evidente que, além da textura, os componentes químicos podem ocasionar determinado comportamento da equação de calibração.

Figura 1- umidade volumétrica e constante dielétrica (Ka)



4. CONCLUSÕES

A quantidade de sais dissolvidos na solução do solo afeta positivamente a constante dielétrica quando o mesmo está em estado de saturação, e não provoca alterações no valor da constante quando o solo está no intervalo entre a capacidade de campo e umidade residual.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, M. A. G. Calibração e uso de sensores FDR para determinação da umidade e BENEDÍ, J. A.; MUÑOZ-CARPENA, R. Soil-water-solute process characterization: an integrated approach. Florida: CRC Press, 2011. 787 p.

BERNARDO, S. SOARES. MANTOVANI. Manual de Irrigação. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006, 625p. BREMER, D. Soil moisture can help regulate irrigation. Jun 2003. Disponível em: <<http://www.turfgrasstrends.com/turfgrasstrends/article/articleDetail.jsp?id=58294>>. Acesso em: 07 de Setembro de 2016.

COELHO, E.F.; VELLAME, L.M. & COELHO FILHO, M.A. Sonda de TDR para estimativa da umidade e condutividade elétrica do solo, com uso de multiplexadores. R. Bras. Eng. Agric. Amb., 9:475-480, 2005.

COELHO, E.F. et al.. Desempenho de modelos de calibração de guias de onda acopladas a TDR e a multiplexadores em três tipos de solos. R. Bras. Ci. Solo, 30:23-30, 2006.

LIBARDI, P. L. Dinâmica da água no solo. 2. Ed. Piracicaba [s.n.], Editado pelo autor, 2005. p.497

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação princípios e métodos. 2. ed. Viçosa, MG:UFV. 358 p. 2007.

MIRANDA, F. R. et al. Calibração do sensor dielétrico ECH2O em dois tipos de solo. Ciência Agronômica, Fortaleza, v.38, n.3, pp.317-321, Jul.-Set., 2007.

SANTOS, R.M.. et al. Calibração em laboratório de sensores FDR (Frequency Domain Reflectometry) para medição da umidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2010, João Pessoa. Anais... Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. 1 CDROM.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desempenho de sondas multihaste segmentada para o monitoramento da umidade do solo por meio da técnica de TDR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 2013, Pelotas. Anais... Pelotas: SBEA/UFPEl 2013. 1 CD-ROM

A CONSTRUÇÃO SOCIAL NA PRODUÇÃO ORGÂNICA: O CASO DE SUPERAÇÃO NO ASSENTAMENTO CAPELA, RS

Dinamene
Boaventura Silva
ICA/UFMG

Frederico Antonio
Mineiro Lopes
ICA/UFMG

Helder dos Anjos
Augusto
ICA/UFMG

Deyvison Lopes
Siqueira
UNIMONTES/UFMG

RESUMO

O Assentamento Capela constitui um dos casos de sucessos na luta pela terra e na persistência da construção coletiva de produção orgânica camponesa no Sul do Brasil. A trajetória do referido Assentamento chamou atenção da comunidade acadêmica do ICA-UFMG de forma que foi proposto um momento de vivência para entender as transformações estruturais, sociais, produtivas, ambientais e políticas que ocorreram no local. O Assentamento está localizado na cidade de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul. Atualmente é composta por 100 famílias, distribuídas numa área de 2.169,37 ha. Deste total, 70 estão organizadas em lotes individuais e as demais compõem o quadro da cooperativa de produção – COOPAN – existente desde a criação do assentamento. Pautados pela declaração estratégica elaborada pelos assentados, as suas ações e matriz tecnológica produtiva sempre contemplam a defesa dos ecossistemas para a produção de alimentos saudáveis, livres de agrotóxicos e organismos geneticamente modificados. Atualmente, 62 famílias que fazem parte da COOPAN se uniram na mudança dos sistemas produtivos, ou seja, passaram a produzir arroz, hortaliças e animais criados a pasto sem usos de agroquímicos. Na safra deste ano, foram plantados 310 hectares e a estimativa é colher 25 mil sacas (1,250 mil toneladas). A Cooppan possui agroindústria, que beneficia em média 500 sacas de arroz por dia e garante emprego permanente a 10 pessoas. Como superação, buscou-se no assentamento desenvolver uma mentalidade e uma atitude coerente em relação à soberania alimentar e segurança nutricional. Compreendendo que a função social da terra é produzir alimentos, a COOPAN, junto com outras cooperativas do movimento na região sul do país, . O estudo sugere que a COOPAN representa, no âmbito da Reforma Agrária, uma estratégia fundamental para o acúmulo do desempenho socioeconômico das famílias assentadas.

Palavras-chave: Cooperativismo; Produção Orgânica; Assentamento; Rio Grande do Sul.

1. INTRODUÇÃO

As experiências dos assentamentos da reforma agrária têm revelado que as inserções de novas práticas de produção vegetal e animal, seja orgânica e-ou agroecológica, podem superar as formas sociais capitalistas. Isto para dizer que os movimentos sociais no campo vêm incentivando as famílias assentadas a se organizarem na produção, principalmente através da cooperação, formando Cooperativas de Produção Agropecuárias (CPAs) para conseguirem produzir melhor os alimentos sobre a terra, gerar mais renda e ter vida digna. O movimento em cima da nova matriz produtiva – a agroecologia contrapõe o modelo da agricultura convencional. Porém, junto com a agroecologia surgem novas lutas: conseguir se adequar à nova forma de produção e atender às novas exigências do mercado e da legislação. Para entender esse modo de reprodução social e econômico, este trabalho apresenta a experiência da Cooperativa de Produção Agropecuária Nova Santa Rita LTDA, formada por integrantes do Assentamento Capela.

Com isso, foi utilizada a combinação metodológica com a experiência participativa do Estágio Interdisciplinar de Vivência, com o objetivo de analisar e entender as transformações ocorridas no Assentamento Capela após a formação da cooperativa, especificamente no desenvolvimento dos processos produtivos agropecuários. Os métodos utilizados para a compreensão das transformações foram a observação participante, durante o Estágio Interdisciplinar de Vivência, e as entrevistas parcialmente estruturadas com os membros da cooperativa e integrantes da direção do MST (Movimento Sem Terra).

A Cooperativa de Produção Agropecuária Nova Santa Rita – Ltda (COOPAN) é uma das CPAs existentes no MST. Todas as famílias que fazem parte desta cooperativa são oriundas do trabalho familiar e com uma organização da unidade de produção camponesa de modo menos complexo. Com base nessa idéia de cooperação atrelada à nova matriz tecnológica de produção agropecuária surgiu a proposta deste estudo.

2. CONSTRUÇÃO SOCIAL: COOPERAÇÃO/COOPERATIVISMO E MATRIZ TECNOLÓGICA

As experiências no seio de MST sobre cooperação/cooperativismo proporcionam temas para a realização de vários debates nos encontros dos movimentos sociais e nas academias do Brasil. O associativismo/cooperativismo proposto nos assentamentos surge como um contraponto ao modo de produção e consumo capitalista, ou seja, representa uma prática coletiva

vista como alternativa de sobrevivência e de viabilização do modo de vida do camponês. Esta análise vem subsidiar o entendimento das contradições existentes no mundo das relações de trabalho capitalista.

2.1 COOPERAÇÃO E COOPERATIVISMO

De acordo com Scopinho (2007, p.2) “a cooperação e o cooperativismo são processos sociais distintos e não é de hoje que a literatura mostra que pode não haver correspondência direta entre eles”. No âmbito do MST a cooperação é vista como uma prática pedagógica para a construção do ser social. Pode ser vista como colaboração para um fim comum, ou seja, a solidariedade. Ela permite ao trabalhador rural romper com a autossuficiência e o individualismo, e acreditar no êxito da aplicação da força conjunta na produção e nos serviços ligados à sua atividade. Para Schneider (1981, p.31) “o cooperativismo típico, quando sobreposto a uma base produtiva desigual comandada pela ‘livre iniciativa’, tende a aprofundar as desigualdades existentes”. Diante disso, nos remete a visão política do MST que combina a organização da moradia, o agrupamento das famílias em núcleos de base e a promoção da cooperação como forma de criar uma nova estrutura social no assentamento. O MST estimula diversas formas de organização da cooperação agrícola nos assentamentos, tais como: mutirões, lavouras coletivas, compra conjunta de máquinas e equipamentos, associações e cooperativas para comercialização conjunta e grupos ou cooperativas de trabalhos coletivos ou semi-coletivos. A proximidade envolve também o mundo das experiências, da comunicação, da identidade e da coesão coletiva

Esta forma de cooperação é um desdobramento da associação, conforme os princípios do MST. Quando a atividade dos assentados cresce, busca-se, invariavelmente, criar um agente econômico com uma maior capacidade de agir no mercado regional. Assim, as Cooperativas de Produção Agropecuária planejam, organizam e comercializam as principais linhas de produção dos assentados em seus lotes familiares. Fica evidente no mundo dos assentamentos da Reforma Agrária que a cooperação é o conjunto de iniciativas de organização de determinados grupos sociais. No âmbito das práticas agrícolas representa uma forma de organizar a produção. Outro ponto importante a ressaltar nos assentamentos são as associações que ocorrem frequentemente nos assentamentos rurais. Elas representam a forma de organização social e de produção mais comum em áreas de Reforma Agrária.

2.2 A FUNÇÃO SOCIAL DA TERRA E ORGANICIDADE DO CAMPO

Nascido em 1984, o Movimento dos Trabalhadores Rurais do Brasil surgiu de um contexto social agrário de luta pela terra e buscando uma distribuição mais equânime de riquezas, sobretudo aos expropriados da sociedade. Segundo o próprio MST a terra e os bens da natureza são, acima de tudo, um patrimônio dos povos que habitam cada território, e devem estar a serviço do desenvolvimento da humanidade.

Todo o esforço, significado e razão de existir, desse movimento social, pauta-se pela democratização do acesso à terra, aos bens da natureza e aos meios de produção sustentável na agricultura. Desse modo, a terra tem um significado e um valor para os que vivem e trabalham nas atividades agrícolas, dependendo da terra, não se reduzindo ao aspecto monetário ou simplesmente a um fator de produção. Essa visão capitalista hegemônica vem, historicamente, engendrando a concentração das terras nas mãos poucos proprietários, bem como o acúmulo de capital por estes. A terra deve cumprir sua função social, de acordo com a Lei N. 4.504, de 30 de novembro de 1964, como dispõe sobre o Estatuto da Terra:

Artigo 2º - É assegurada a todos a oportunidade de acesso à propriedade da terra, condicionada pela sua função social, na forma prevista nesta Lei.

§ 1º - A propriedade da terra desempenha integralmente a sua função social quando, simultaneamente:

- a) favorece o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores que nela labutam, assim como de suas famílias;
- b) mantém níveis satisfatórios de produtividade;
- c) assegura a conservação dos recursos naturais;
- d) observa as disposições legais que regulam as justas relações de trabalho entre os que a possuem e a cultivam.

Em outras palavras, a propriedade, posse e uso da terra e dos bens da natureza devem ser subordinados aos interesses gerais do povo brasileiro, para atender às necessidades de toda a população e não aos interesses das transnacionais, e ao modelo do agronegócio que concentra riquezas expropriando as terras brasileiras e comandam o mercado de insumos e produtos agrícolas em todo mundo.

O MST têm várias bandeiras (temas) de luta: cultura, democratização da comunicação, desenvolvimento, diversidade étnica, soberania nacional e popular, reforma agrária e outros. Dentre essas destacaremos

a bandeira intitulada “Reforma Agrária é uma luta de todos”, que no ano de 1994 buscou conscientizar e engajar a sociedade na luta pela reforma agrária.

Diante do contexto atual histórico socioeconômico, a proposta do MST é por um processo de Reforma Agrária Popular, que segundo o próprio movimento: “essa proposta de Reforma Agrária Popular se insere como parte dos anseios da classe trabalhadora brasileira de construir uma nova sociedade: igualitária, solidária, humanística e ecologicamente sustentável” (MST, 2012).

Conforme as diretrizes do movimento, os camponeses não lutam apenas pela democratização da terra, eliminação do latifúndio ou pelo desenvolvimento do mercado interno. Devem lutar para poderem produzir seus próprios alimentos, comercializar excedente da produção e desenvolver o que se chama de soberania alimentar. Os assentamentos de reforma agrária ligados ao movimento buscam estabelecer novas relações de produção que fortaleçam a agricultura familiar dentro da produção agroecológica. O Assentamento Capela, por exemplo, atualmente conta com 90% de sua produção interna de arroz de forma orgânica ou ecológica como os próprios assentados costumam definir. Este trabalho proveniente do Estágio Interdisciplinar de Vivência teve como objetivo analisar as transformações ocorridas no Assentamento Capela após a formação da cooperativa.

3. METODOLOGIA

O ponto de partida deste trabalho foi analisar as transformações ocorridas no Assentamento Capela após a formação da cooperativa. Assim, foi escolhido como local de estudo a COOPAN e, como sujeitos da pesquisa, todos os seus cooperados. Para isso a opção metodológica adotada foi baseada na observação participante no Estágio Interdisciplinar de Vivência e na pesquisa qualitativa.

O Estágio Interdisciplinar de Vivência tem por base alguns princípios que orientam a sua organização, sendo os pilares do projeto. Entre eles destacam-se os compromissos com a interdisciplinaridade, uma vez que sua proposta compreende que as diferenças estabelecidas entre as diversas áreas do conhecimento são apenas distinções didáticas, as quais não afastam essas áreas de um contato amplo com a realidade. O processo da vivência foi caracterizado por um processo de conscientização no sentido de interconexão dos saberes. Aqui o fundamental é a interação entre os indivíduos, haja vista as diferenças e distintos acúmulos e saberes para construção coletiva. O estágio de vivência durou 40 dias consecutivos e contemplou visitas de campo, caminhada ecológica, reuniões, eventos locais, pernoites em domicílios particulares e cerimônias religiosas, ou

seja, algo muito similar à observação participante e aos métodos antropológicos e etnográficos.

Na parte da pesquisa qualitativa propriamente dita, foi aplicado um roteiro de perguntas com intuito de captar informações pertinentes às formas de organização e a evolução dos sistemas de produção da cooperativa. Marconi (2001, p.6) revela que “este tipo de pesquisa é usado quando se deseja abordar aspectos de análises e interpretação de fenômenos atuais”. Para a coleta de dados foram utilizados procedimentos como: entrevistas pré-estruturadas com uso de gravador, conversas informais com os cooperados, filmagens, anotações de campo, visitas aos setores e fotografias. O critério de escolha dos entrevistados se deu a partir da função exercida dentro da cooperativa, bem como sua referência dentro do grupo. A entrevista foi realizada com cooperados, estagiários aprendizes em processo de se tornarem cooperados, jovens e filhos de cooperados que estão na categoria de aprendizes juvenis. Essa denominação é dada pela cooperativa, ex-cooperados e parceiros.

Contudo, este trabalho fundamenta-se em um estudo de caso, recomendado quando se deseja analisar, compreender os processos ou uma situação particular que acontecem no interior de uma organização. De acordo com Hartley (1995) citado por Godoi (2006, p.120) o estudo de caso:

[...] consiste de uma investigação detalhada, frequentemente com dados coletados durante um período de tempo, de uma ou mais organizações, ou grupos dentro das organizações, visando prover uma análise do contexto e dos processos envolvidos no fenômeno em questão (1995, p.208-209).

A sistematização dos dados eram feitas logo após o final de cada entrevista. As transcrições das fitas foram sendo organizadas conforme os temas das entrevistas. Após findar todas as entrevistas foi elaborada a análise do conteúdo e das falas. As respostas foram organizadas segundo a ordem cronológica dos acontecimentos históricos e das experiências dos próprios assentados cooperados. Esse procedimento contribuiu significativamente para facilitar a compreensão do processo histórico de desenvolvimento da cooperativa e suas recorrentes transições.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O ASSENTAMENTO CAPELA

O assentamento Capela possui 2.169,37 ha, locali-

zado no município de Nova Santa Rita pertencente à microrregião Porto Alegre e mesorregião Metropolitana de Porto Alegre nas proximidades da rodovia BR-386, e, estrategicamente, no Vale dos Sinos. O assentamento fica a 15 Km na direção norte de Nova Santa Rita e conta com 100 famílias assentadas totalizando mais ou menos 500 pessoas divididas em 4 núcleos: Barragem, Santa Clara, Santa Maria e COOPAN. Das 100 famílias assentadas 70 estão organizadas em forma de lote individual de produção. As demais compõem o quadro da COOPAN, cooperativa existente deste a criação do assentamento e que há 14 anos produz arroz orgânico.

O assentamento Capela foi criado em 1994 depois de dois anos de ocupação pelos trabalhadores rurais da região. Os documentos revelam a existência de 900 hectares com benfeitorias como: estradas, pontes, cercas, canais de irrigação e drenagens.

Atualmente o assentamento está organizado por núcleos, na quais agregam as famílias por afinidades e por setores de produção. Os núcleos funcionam como uma esfera de coordenação política, enquanto os setores cuidam da produção e da organização política do assentamento. Cada núcleo tem um coordenador e o assentamento tem um coordenador geral.

4.2 A COOPAN

A COOPAN é uma CPA (Cooperativa de Produção Agropecuária), que segue a orientação política do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, fundada e localizada dentro do Assentamento Capela. Está localizada na Estrada Proálcool s/nº, Assentamento Capela, Nova Santa Rita-RS, à 45 km de Porto Alegre. O MST desde sua origem já discutia e defendia uma organização produtiva voltada aos princípios da cooperação. No final da década de 1980 e no início dos anos 1990, foram realizadas discussões prioritárias sobre a cooperação nos acampamentos, “para criar o Sistema Cooperativista dos Assentados (SCA). Decide-se avançar as formas de cooperação agrícola. Em 1990 a CPA passa a ser defendida como uma etapa superior de organização coletiva da terra, do trabalho e do capital” (CERIOLI e MARTINS, 1998, p. 31).

Sendo fundada legalmente em 1995, a COOPAN já era tema de discussão das famílias desde a época de acampamento, nos anos de 1989 a 1994. A luta não era somente pela conquista da terra, mas também pela sobrevivência com dignidade. Ao serem assentadas no ano de 1994, as famílias do assentamento Capela foram aos poucos colocando em prática o que já vinham discutindo e construindo. Assim, “a experiência de trabalhar e viver em coletivo é uma das formas mais complexas de cooperação que

vem sendo praticada no MST, fazendo com que as pessoas sejam mais solidárias” (MST, 2012, p. 27).

A Cooperativa que iniciou com 50 cooperados é a responsável por uma parte significativa das mudanças ocorridas no assentamento Capela. Desde mudanças simples que vão de uma boa convivência e parceria com os ex-sócios assentados até a conscientização da necessidade de produzir sem uso de agrotóxicos. Do total de produtores de arroz e outras culturas, existentes hoje no Capela, cerca de 80% já produzem agroecologicamente, 10% estão em estado de transição e os 10% restantes segundo relatos dos próprios assentados estão indecisos.

A COOPAN é uma CPA de base familiar baseado na coletividade, onde cada família assentada e co-operada não fica restrita em seu lote, em que estas optaram por se organizarem numa área onde se deu a formação da agrovila que compõem as casas onde moram os cooperados, a creche (chamada pelo MST de ciranda) e o escritório. A cooperação surge também como um meio de enfrentar as dificuldades do aumento da produtividade nos assentamentos visto que o trabalho coletivo tem forças para enfrentar o modelo convencional de produção, uma vez que,

Como consequência constata-se baixa produtividade na produção e lavoura agropecuária desenvolvida nos assentamentos. Para enfrentar esse quadro de dificuldades o movimento buscou implementar formas de cooperação entre os agricultores, de tal maneira a poder alcançar maior grau de organização e resistência aos avanços da dinâmica capitalista sobre os pequenos agricultores (MANUAL DO ACOMPANHAMENTO DAS EMPRESAS SOCIAIS DOS ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA, 2004, p.5).

A cooperativa trabalha com as seguintes linhas de produção: criação de suínos que foi uma das primeiras linhas de produção da cooperativa; abatedor de suínos, sendo o setor que mais absorve mão de obra na cooperativa; setor do leite que é responsável pela produção do gado leiteiro, sendo que no momento atual estão tentando implementar a produção de leite orgânico a base de pasto; e o cultivo de arroz orgânico. A principal linha de produção do assentamento é o arroz, que possui aproximadamente 600 hectares, pela própria característica da área que é propícia para esta produção, sendo áreas de baixa- da e grandes várzeas de banhado, ocasionando no inverno enchentes do Rio Caí, propícia para essa cultura de verão.

Atualmente a COOPAN planta 220 hectares de arroz orgânico na área própria e 50 hectares em parceria com outras famílias assentadas. O MST acredita que a função social do assentamento é produzir alimentos, para que assim possa eliminar a fome do meio das famílias camponesas buscando em cada assentamento desenvolver uma mentalidade e uma atitude coerente em relação à soberania alimentar. O modelo de agricultura imposto pelo agronegócio transformou a agricultura que deixou de priorizar a produção de alimentos e matérias-primas que sustentasse o povo e o desenvolvimento urbano-industrial para se transformar numa imensa fazenda de exportação de *commodities*.

A atual discussão e defesa do movimento e das classes sociais menos favorecidas como pequenos e médios agricultores rurais, agricultores familiares e as famílias sem terra é pela adoção de um modelo de agricultura que implemente a democratização da terra e a produção orgânica ou baseados nos princípios da agroecologia. Tudo isso visando a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente, que possa fornecer renda aos agricultores e gerar qualidade de vida no meio rural.

4.2.1 TRANSIÇÃO PARA PRODUÇÃO ECOLÓGICA SUSTENTÁVEL

A COOPAN é composta por famílias oriundas do norte do estado do Rio Grande do Sul: descendentes de alemães, italianos, polacos, mestiços e caboclos, sendo, no entanto, a maioria de origem italiana e cabocla. As culturas agrícolas dessas famílias eram o feijão, milho e soja, o que na área da COOPAN não deu certo por causa da topografia diferente da região de origem destas famílias. Havia muita umidade no local e faltava acúmulo de experiência para o cultivo destas culturas.

O auxílio veio por meio de assessoria externa de profissionais que contribuíram para o desenvolvimento inicial da COOPAN. Eram profissionais da área de administração, agrônomos e técnicos que ajudaram organizar o planejamento da cooperativa, da produção e das culturas apropriadas àquele tipo de terreno e demais condições edafoclimáticas, enfim, projetos que contribuíram na consolidação da cooperativa.

Essa assessoria continua atualmente através da CONCRAB, Cooperativa Central dos Assentamentos do Rio Grande do Sul - COCEARGS, da Cooperativa de Prestação de Serviços Técnicos (COPTEC) e Cooperativa Regional dos Assentados da Região de Porto Alegre (COOTAP). Contam também com o apoio de parceiros como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de San-

ta Maria, Universidade do Vale dos Sinos e outras. A produção de arroz iniciou-se em 1995, cultivado através do modo tradicional de produção; contudo, este modelo mostrou-se inviável, sendo necessário criar um modo de produção que estimulasse o trabalho coletivo e que fosse competitivo no mercado.

Baseado nas linhas de estudo da produção sustentável que o MST vinha promovendo, a COOPAN começou, a partir 1998, o processo de mudar toda sua produção de arroz através do modo convencional para a produção orgânica livre de agrotóxicos. A mudança surgiu de debates internos dos dirigentes da cooperativa junto ao seu corpo de cooperados visto que sua declaração estratégica já propunha esta mudança: “defesa dos ecossistemas para a produção de alimentos saudáveis, livres de agrotóxicos e organismos geneticamente modificados (transgênicos) para toda a população, tendo por base os princípios do MST” (Agricultor 1, 2011).

O primeiro passo nesse processo de transição foi sempre o convencimento das famílias assentadas na COOPAN e outros assentamentos acerca da necessidade de mudança de modelo tecnológico e produtivo. Esta proposta se confrontava diretamente com as experiências anteriores desenvolvidas nos próprios assentamentos, onde se reproduziu o modelo dominante de agricultura, adequado aos grandes produtores, focado no uso de insumos químicos e genéticos agressivos ao meio ambiente e controlados por grandes empresas, em geral transnacionais.

A região da Grande Porto Alegre vem se apresentando como referência para as famílias assentadas por seu processo de construção coletiva de agricultura sustentável sob a perspectiva agroecológica de produção. Os princípios e os métodos ecológicos formam a base da agroecologia onde esta pode ser compreendida para além de uma disciplina científica que estuda o agroecossistemas, sendo que ela fundamenta os princípios e os métodos ecológicos nos processos de base da agricultura sustentável (ALTIERE, 1989).

De acordo com o presidente da Cooperativa Central dos Assentamentos do Rio Grande do Sul (COCE-ARGS) Êmerson Giacomelli, na grande região de Porto Alegre estão envolvidos na produção de arroz de base agroecológica, um total de 428 famílias que desenvolvem suas atividades em 3.880,57 ha de arroz orgânico em áreas coletivas e individuais, gerenciadas por cooperativas, associações e grupos de produção, coordenadas por um grupo gestor que tem um representante em cada grupo. Estes têm uma área total no processo de certificação do arroz orgânico de 6.695,1 ha, abrangendo um total de 11 municípios e 16 assentamentos com uma produção estimada de 344.627,88 sacas.

A COOPAN domina todo processo produtivo do arroz orgânico, desde o preparo do solo até a comercialização do mesmo. Possui um silo com capacidade de armazenamento de 90 mil quilos de arroz e disponibilidade de estrutura para secagem, armazenagem, recebimento e beneficiamento. Tais procedimentos contribuem para agregar valor ao produto final e garantir renda digna para as famílias cooperadas.

Muitos assentados que trabalham em seus lotes individuais antes desta concepção de produção orgânica e sustentável produziam alimentos e o próprio arroz de modo convencional, ou seja, usando agrotóxicos. Hoje este assentados são parceiros da COOPAN no setor de arroz. Mudaram toda sua concepção de produção baseada no uso de agrotóxicos para o manejo ecológico afim de produzir um arroz mais saudável e obter sua certificação de produção orgânica para formar esta parceria com a cooperativa. A certificação é fornecida pelo Instituto de Mercado Ecológico (IMO), de origem Suíça, com sede em São Paulo. A IMO-Control do Brasil realiza as inspeções nos assentamentos com a finalidade de analisar o controle da qualidade ambiental e social, dando ênfase na agricultura orgânica.

Essa certificação trouxe mudanças significativas para o assentamento Capela, onde todos os produtores de arroz, parceiros da COOPAN ou não, foram se conscientizando da importância de cuidar mais do meio ambiente e produzir alimentos mais saudáveis. Atualmente o assentamento Capela conta com 90% de arroz produzido de modo orgânico por produtores cooperados e individuais.

Pode-se perceber, por meio da análise dos dados coletados na pesquisa e nas observações durante o estágio de vivência, que a COOPAN, desde sua fundação em 1995, vem sofrendo várias alterações, de contexto estrutural físico, político, econômico e social, todas oriundas de necessidades debatidas de forma participativa, onde os cooperados são os atores responsáveis pelas decisões. A cooperativa trouxe a seus cooperados uma visão de coletividade, cooperação e responsabilidade social e ambiental que traz benefícios não somente aos cooperados, mas a todo o assentamento.

Tudo isso é resultado de discussões internas da COOPAN e do MST que perceberam a necessidade de adequarem suas ideologias com uma prática que garantisse a sobrevivência e a geração de ocupação e renda das famílias. A perspectiva ideológica e da práxis dessas organizações buscam valorizar a agricultura sustentável e a produção de alimentos saudáveis adequadas aos ecossistemas e culturas locais, rompendo com a monocultura e o uso dos agrotóxicos.

A decisão para a mudança do modo de produzir convencional para o modo de produção orgânico não trouxe apenas benefícios de preservação ambiental do ecossistema existente no assentamento, trouxe uma alternativa de garantia de renda fixa para os cooperados e parceiros que produzem arroz com a certificação de orgânicos. Esta certificação de produção orgânica desenvolveu nos produtores outra percepção de produção, criando assim uma visão de responsabilidade social e ambiental mais voltada para sustentabilidade.

A sustentabilidade vem sendo alcançada através das lutas diárias de conscientização e que podemos associá-la à concepção de Caporal (2007): “a sustentabilidade não é algo estático ou fechado em si mesmo, mas faz parte de um processo de busca permanente de estratégias de desenvolvimento que qualifiquem a ação e a interação humana nos ecossistemas” (CAPORAL, 2007, p.85).

A produção de alimentos mais saudáveis busca não somente a garantia de uma soberania alimentar, mas também atender ao mercado interno. Produtos orgânicos estão na lista de preferências da crescente demanda de consumidores que estão surgindo, advindos da necessidade de cuidar melhor da saúde e do bem-estar, desejosos de alimentos e produtos que tenham qualidade, sejam saudáveis e que preservem a natureza. Esses consumidores mais esclarecidos estão dispostos a pagar um preço justo por um produto orgânico de qualidade.

Com a agroindústria localizada próximo ao local da produção, a COOPAN consegue manter a qualidade da matéria-prima, por estar próxima das lavouras de arroz. A colheita, o transporte e todo o processo de beneficiamento é feito pela própria cooperativa. Isso possibilita ao final da cadeia produtiva maior agregação de valor ao produto. Esse processo é importante, pois a cooperativa o domina por completo, desde o plantio e a colheita até a comercialização, garantindo assim renda para os produtores viverem com dignidade da sua produção.

A cooperação no assentamento Capela não surgiu apenas como uma estratégia de resistência e luta para se manter na terra, configura-se num modo de vida dos assentados. Os membros da cooperativa vivenciam nos desafios do dia a dia a coletividade e a cooperação como um elemento da fé que os mantém ligados uns aos outros. Desse modo, obtêm força e motivação para acreditarem e manterem os seus princípios ideológicos e os seus valores éticos. Baseado no lema político do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra do Brasil “ocupar, resistir, produzir”, pode-se perceber a força dos processos de mudanças ocorridas no assentamento Capela, onde esta consigna foi o substrato para o proces-

so de moldagem e de afirmação da cooperação da COOPAN.

5. CONCLUSÃO

Ao buscar observar como as famílias cooperadas, as parceiras e as não-associadas à COOPAN se organizam e como esta organização trouxe e traz mudanças na matriz tecnológica de produção agropecuária no assentamento Capela, a pesquisa constatou que a idéia da cooperação entre os assentados, foi o fator de maior relevância e responsável pela consolidação exitosa do assentamento.

A formação da cooperativa no assentamento se deu principalmente pela intervenção e ações de extensão do MST ao incentivar a cooperação como elo fundamental para a organização solidária. Pode-se constatar que o grupo, após a formação da cooperativa e durante o processo de estruturação da mesma, enfrentou dificuldades nos primeiros anos, teve que aprender a viver em comunidade, a produzir de maneira adequada a seu contexto atual e geográfico, a enfrentar as dificuldades financeiras e estruturais físicas do próprio assentamento, sem contar com a devida apoio assistência das entidades públicas e a ter que esperar o retorno financeiro investido na cooperativa sem desanimar.

A COOPAN trouxe aos cooperados, parceiros e assentados não-cooperados a oportunidade de promoção do desenvolvimento local sustentável. Mesmo tendo um retorno de sobras lento, o crescimento da cooperativa trouxe benefícios em longo prazo aos seus cooperados e parceiros, como a aquisição de maquinários e automóveis para produção, poder de barganha na compra dos mesmos, trabalho coletivo que ajudou a reformar a casa dos cooperados, criação de uma cozinha coletiva onde todos os cooperados podem almoçar e creche para os filhos enquanto os pais realizam suas atividades diárias.

Além de melhorias de vida no quadro dos cooperados a COOPAN também trouxe benefícios ao assentamento como um todo. A transição agroecológica mostra como foi feita esta mudança que não ocorreu apenas da boa vontade, mas de uma necessidade de uso racional dos métodos de produção, tendo como base a preservação do meio ambiente, e na estratégia da busca por maior competitividade no mercado local por meio da inserção de produtos agroecológicos cada vez mais demandados pelo mercado regional.

Por fim, a cooperação como benefício pode ser observada em vários pontos do assentamento, onde encontramos parceiros e simpatizantes que consomem os produtos COOPAN por confiarem na pro-

cedência e por saberem que são produzidos sem agrotóxicos, sem exploração do trabalhador e disponibilizadas a um preço justo. É importante ressaltar também que o papel do Estágio Interdisciplinar de Vivência proporcionou o entendimento do contexto rural, pois reduziu o distanciamento da realidade rural do Assentamento Capela em relação ao olhar sobre o espaço rural brasileiro. A vivência privilegiou a formação acadêmica e militante dentro da abordagem do campesinato sul brasileiro e das estratégias de afirmação territorial, seja por meio de reprodução social, seja pela adoção de alternativas de produção.

LITERATURA CITADA

a) Livros:

ALTIERE, Miguel. A, Agroecologia: as bases científicas de Agricultura alternativa. Tradução de Patricia Vaz. 2ª Ed.- Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989

CAPAROL, F. R.; COSTABEBER, J. A., Agroecologia e Extensão Rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável. Brasília: MDA/SAF/DATER, 2007.p,85.

CONCRAB, Manual do Acompanhamento das Empresas Sociais dos Assentados de Reforma Agrária, Brasília: CONCRAB, 2004.p,5.

FRANCHETI, A.; ZAMBERLAM, J. Agricultura ecológica: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente- 3.ed.- Petrópolis, RJ: vozes, 2007.

GODOI, C. K.; MELO, R. B., SILVA, A. B. (organizadores), Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos – São Paulo : Saraiva. CONCRAB, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados - São Paulo: Atlas, 2001.p,6.

PINHO, D. B. (1982) O pensamento cooperativo e o cooperativismo brasileiro. São Paulo: BRASCOOP Fundação Brasileira de Cooperativismo, 1982.

SCHNEIDER, J. E. O cooperativismo agrícola na dinâmica social do desenvolvimento periférico dependente: O caso brasileiro. In M. R.

Loureiro (Ed.), Cooperativas agrícolas e capitalismo no Brasil. São Paulo: Cortez, 1981.p,31.

b) Trabalhos em anais de congresso:

CERIOLO, P.; MARTINS, A. Sistema Cooperativista dos Assentados. São Paulo: CONCRAB (caderno de cooperação agrícola nº 5). 1997. p,31.

SCOPINHO, R. A. Sobre cooperação e cooperativas em assentamentos rurais. Revista de Psicologia & Sociedade. vol.19 Nº Especial. Porto Alegre, 2007.p,2.

d) Internet:

<<http://www.mst.org.br/taxonomy/term/334/80>> . Acesso em 10 de maio de 2012

CHEMICAL AND ENERGETIC CHARACTERISTICS OF AFRICAN SWEET SORGHUM AS A SOURCE OF BIOENERGY

José Cláudio
Caraschi
UNESP

Ronaldo da S. Viana
UNESP

Bruno R. de A.
Moreira
UNESP

Lesley Carina do
Lago Attadia Galli
UNESP

Glaucia Aparecida
Prates
UNESP

RESUMO

The aim of this study was to evaluate the energetic potential achieved by the application of phyto-regulators to sweet sorghum cultivars. A randomized complete block design was used. Experiments were conducted using two sweet sorghum cultivars (BRS 508 and BRS 509), four phyto-regulators (ethephon, ethyl-trinexapac, glyphosate, and sulfometuron-methyl), and a control; four replicates were performed 70 days after sowing, at the beginning of the flowering phase of the plants, with the aid of a CO₂-pressurized coastal sprayer. The plants were harvested after 40 days, with the stems being cleared at the height of the apical bud, and were subjected to grinding for the extraction of broth. The following analyses were carried out: chemical (total extractives, lignin, and holocellulose contents), proximate (volatile matter, fixed carbon, and ash contents), and energetic (higher heating value). Multiple comparison (Tukey) and linear correlation (Pearson) analyses were carried out at a 5% significance level. The phyto-regulators positively and significantly influenced the chemical attributes and contents of lignin and fixed carbon. It was concluded that glyphosate, sulfometuron-methyl, and ethephon enhanced the biomass/bioenergy potential of sweet sorghum cultivars.

KEYWORDS: Green Energy, Bioenergy, Biofuel, Renewable energy.

1. INTRODUCTION

Originating from the African continent, the genus *Sorghum* spp. (sorghum) tolerates water deficit and is extremely adaptable to tropical climatic conditions. In addition, the genus is rustic and exhibits high photosynthetic rate and mechanization performance in all its agricultural processes. According to data from Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, Brasil, 2017), the production area of sorghum was 43 million ha worldwide in 2015/2016 and North America was the largest producer globally. The production of sorghum in Brazil reached 2 million tons during the 2016/2017 harvest year. Sorghum, grain, forage, grazing, biomass, and saccharin are fundamental to Brazil's agroeconomic scenario (May et al., 2016). However, rice straw, elephant grass, coffee, corn, coconut fibers, banana, and sisal rachis present high bioenergetic potential (García et al., 2015; Silva et al., 2015).

Sweet sugar broth is commonly used in the production of first-generation ethanol in the sugar energy and micro-distillery industries. Bagasse, straw, and sweet sorghum are partially used in the cellulosic ethanol industry and, occasionally, in the cogeneration of energy in the form of heat or bioelectricity. Therefore, in the absence of any immediate or pre-determined application of biomass in the agricultural and/or industrial sectors, its physical volume must be strategically managed for subsequent use with increasingly sustainable technologies, thereby mitigating the negative impacts of the final disposal of waste on the environment (Paula et al., 2011; Faria et al., 2016).

Sorghum bagasse can be reused by means of briquetting, which is a densification technique that adds commercial, ecological, and social value to agroindustrial waste. Compared with wood, briquettes considerably reduce the need for expensive transportation, do not require direct mobilization of forest areas for the extraction of raw material, emit less amounts of greenhouse gases that are harmful to human and animal health, and are approximately five times denser (Amorim et al., 2015).

During their production cycles, agricultural crops undergo numerous quantitative and qualitative changes in their morphophysiological characteristics owing to the contiguous actions of biotic and abiotic factors, such as pests, diseases, weed competition, photoperiod, frost, and temperature and water regime including the timing and duration of cultural practices, such as the application of phyto-regulators, which can either improve or compromise the raw material quality, thereby directly influencing the energy potential of solid biofuels (May et al. 2016; Viana et al., 2016). Phyto-regulators are synthetic compounds

that perform functions analogous to those of plant hormones; despite their benefits, phyto-regulators damage plant physiology and cause reductions in sucrose, lignin, and cellulose contents (Meschede et al. 2011; Viana et al., 2015; Muhwiridzwa et al., 2016).

In Brazil, phyto-regulators classified as inhibitors (glyphosate and sulfometuron-methyl) and retarders (ethephon and ethyl-trinexapac) have been used and tested mainly in sugarcane and sweet sorghum cultivations, and hence there is limited scientific information on the impact of these products on other crops of agronomic interest (Cesarin et al., 2016, Moreira et al., 2018).

The aim of the present study was to evaluate the energetic potential achieved by the application of phyto-regulators to sweet sorghum cultivars in terms of their influence on the chemical and energetic properties of the latter.

2. MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out at the Paulista Agency of Agribusiness Technology (APTA), Andradina, located in the northwest region of the state of São Paulo, Brazil, at the following geographical coordinates: latitude of 20°55'23"S, and longitude of 51°23'37"W. The characteristic climate of the region is Aw, according to the Köppen-Geiger classification, and the soil in the area is dystrophic red-yellow latosol. The seeds of the sweet sorghum cultivars, BRS 508 and BRS 509, were donated by Embrapa-Brazilian Agricultural Research Corporation, Ministry of Agriculture, Livestock, and Food Supply, Corn and Sorghum, located in the municipality of Sete Lagoas, state of Minas Gerais, Brazil.

A randomized complete block design was used: two sweet sorghum cultivars (BRS 508 and BRS 509), four phyto-regulators (ethephon, ethyl-trinexapac, glyphosate, and sulfometuron-methyl) and a control were employed, with four replicates being performed.

After the 70-day interval, at the beginning of the flowering phase of the sorghum cultivars BRS 508 and BRS 509, the phyto-regulators ethephon, ethyl-trinexapac, glyphosate, and sulfometuron-methyl were applied in dosages of 0.07 L ha⁻¹, 0.05 L ha⁻¹, 0.08 L ha⁻¹, and 0.02 kg ha⁻¹, respectively. The phyto-regulators were not applied to the control.

The applications were performed in the morning, from 8:00 a.m. to 11:00 a.m., at a temperature of 25°C ± 2.5°C and relative humidity of 70% ± 5%. The phyto-regulators were sprayed using a CO₂-pressurized sprayer with six flat nozzles (AXI-11002) spaced at intervals of 0.5 m along the spray boom (Via-

na et al., 2016). There was no subsequent rainfall.

Forty days after spraying, the cultivars were harvested from three central rows of the experimental plots. After the leaves were removed, the stems were cleared at the height of the apical bud and transported to the Caeté Plant, located in the municipality of Paulicéia, state of São Paulo, for the extraction of broth. The specimens were individually ground in a mechanical hydraulic press, and the bagasse was collected and stored in bags of low-density polyethylene for subsequent laboratory analysis.

Prior to the chemical analysis, the bagasse was defibrated and processed in a Wiley mill. The sawdust obtained was classified in overlapping sieves (40/60 mesh), according to TAPPI T 257 sp 14 (TAPPI, 2014).

The biomass specimens of the sweet sorghum cultivars, BRS 508 and BRS 509, treated with phyto-regulators, were characterized according to the following analyses: chemical analysis for total extractive content in accordance with TAPPI T 264 cm-87 (TAPPI, 2007), holocellulose content (sodium chlorite method), and lignin content according to TAPPI T 222 om-02 (TAPPI, 2011); proximate analysis for volatile matter content according to the ASTM E872 - 82 standard (ASTM, 2013), ash content according to the ASTM D1102 - 84 standard (ASTM, 2013), and fixed carbon content (determined as the difference between 100 and the sum of percentage moisture, ash, and volatile matter); and energetic analysis for higher heating value (HHV) according to the ASTM D5865 - 04 standard (ASTM, 2013).

The data set was submitted to inferential analysis: normality (Jarque-Bera), analysis of variance (Fisher), multiple comparisons (Tukey), and linear correlation (Pearson), each at the 5% significance level. In addition, the dispersion measures, such as mean and standard deviation, were determined. To interpret the magnitude of the correlation coefficient, Figueiredo Filho & Silva Junior (2010) suggested the following scores: $0.1 \leq r < 0.3$ (weak); $0.3 \leq r < 0.7$ (moderate); and $0.7 \leq r < 1.0$ (strong), in which “r” is the correlation coefficient. We adapted this methodology for more careful deductions, and employed the following stratified scores in the case of Pearson’s correlation coefficient: $0.1 \leq r < 0.3$ (negligible); $0.3 \leq r < 0.5$ (weak); $0.5 \leq r < 0.7$ (median); $0.7 \leq r < 0.9$ (strong); and $0.9 \leq r < 1.0$ (very strong). The statistical software used was Software R version 3.3.1. (R Core Team, 2017).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained in the chemical-energetic characterization of the biomass specimens of the sweet sorghum cultivars, BRS 508 and BRS 509,

with and without the application of phyto-regulators are presented in Table 1.

Table 1. Chemical-energetic characterization of sweet sorghum biomass cultivars, BRS 508 and BRS 509, with and without application of phyto-regulators.

Analysis	Chemical ¹ (%)			Proximate ² (%)			Energetic (MJ kg ⁻¹)
	Lig	Hol	Ex	Ash	FC	VM	
Cultivar	BRS 508						
Control	9.78	62.72	27.50	2.65	18.25	79.10	18.42
Glyphosate	14.95	68.12	16.93	2.96	19.60	77.44	18.62
Sulf.-methyl	15.71	57.03	27.26	3.35	19,04	77.61	18.61
Ethephon	10.12	52.62	37.26	2.60	18,29	79.11	18.57
Ethyl- trinexapac	11.20	59.80	29.00	2.65	18.27	79.08	18.50
Mean	12.35	60.06	27.59	2.84	18.69	78.47	18.54
Standard deviation	5.84	2.78	7.23	0.32	0.61	0.86	0.08
Cultivar	BRS 509						
Control	8.82	53.04	38.14	2.68	18.21	79.11	18.53
Glyphosate	12.83	59.64	27.53	2.81	20.26	76.93	18.70
Sulf.-methyl	13.57	57.20	29.23	2.84	19.76	77.40	18.54
Ethephon	10.67	52.94	36.39	2.74	19.49	77.77	18.56
Ethyl- trinexapac	12.14	58.25	29.61	2.87	18.22	78.91	18.51
Mean	11.61	56.21	32.18	2.79	19.19	78.02	18.57
Standard deviation	3.07	1.89	4.75	0.08	0.93	0.95	0.08

(1) Chemical composition: lignin content (Lig), holocellulose content (Hol), total extractive content (Ex); (2) Proximate analysis: ash content (Ash), fixed carbon content (FC), volatile matter content (VM); and (3) Energetic analysis: higher heating value (HHV).

The analysis of variance and multiple comparisons of the ash contents are presented in Table 2.

Table 2. Residual ash content (%) of sweet sorghum biomass cultivars, BRS 508 and BRS 509, managed with phyto-regulators.

Cultivar	Phyto-regulator					Mean	F Test
	C	G	S-m	E	E-t		
BRS 508	2.65 BC	2.96 B	3.35 aA	2.60 C	2.65 BC	2.84	12.38*
BRS 509	2.68	2.81	2.84 b	2.74	2.87	2.79	0.76ns
Mean	2.66	2.90	3.10	2.67	2.76		
F test	0.02ns	1.44ns	16.25*	1.17ns	2.99ns		
F test phyto-regulator = 7.94*							
F test cultivar = 1.02ns							
F test phyto-regulator x cultivar = 5.21*							
Variation coefficient = 6.38							

Mean values followed by the same letter in upper case in the row and in lower case in the column, do not differ, based on the Tukey test ($p < 0.05$); p-value = 0.24; *significant based on Fisher’s test ($p < 0.05$); control (C), glyphosate (G), sulfometuron-methyl (S-m), ethephon (E), and ethyl-trinexapac (E-t).

At the cultivar level, the BRS 508 biomass treated with sulfometuron-methyl showed significantly higher ash content than that of BRS 509. There was no significant difference between the two cultivars in

terms of other treatments.

As revealed by the analysis of variance, at the BRS 509 cultivar level, there was no rejection of the null hypothesis among the specimens treated with the phyto-regulators. However, the plants sprayed with ethyl-trinexapac, sulfometuron-methyl, glyphosate, and ethephon had, on average, 8%, 6%, 5%, and 3%, respectively, more residual ash compared to that of the control. Among the BRS 508 cultivar specimens, the use of sulfometuron-methyl increased the ash content of the raw material by 20% in comparison to that of the control, and this increase was statistically significant.

Excessive presence of ash in agroindustrial waste can promote corrosion and mechanical wear in equipment by abrasion as well as compromise the heat transfer zones of carbon steel metal sheets, especially in high-temperature furnaces, and this is even more critical when solid biofuels are derived from biomass with ash content exceeding 4% (Shenglei et al., 2014).

The applications of sulfometuron-methyl and glyphosate to BRS 508 and of ethyl-trinexapac to BRS 509 partially limited the energy generation potential of these raw materials, as these treatments were associated with the highest ash percentages of 3.35%, 2.96%, and 2.87%, respectively. The situation became even more restrictive in the case of the BRS 508 bagasse treated with sulfometuron-methyl, because, according to Gravalos et al. (2016), plant

biomasses are considered suitable for the production of solid biofuels when their ash contents are less than 3% (Carvalho et al., 2015). The BRS 508 biomass treated with ethephon exhibited a lower percentage of ash mass, which legitimized the synergic effect of this phyto-regulator in terms of ash content.

The analysis of variance and multiple comparisons of the volatile matter contents of the specimens are presented in Table 3.

Table 3. Volatile matter content (%) of sweet sorghum biomass cultivars, BRS 508 and BRS 509, treated with phyto-regulators.

Cultivar	Phyto-regulator					Mean	F Test
	C	G	S-m	E	E-t		
BRS 508	79.10 A	77.44 aB	77.60 B	79.11 aA	79.08 A	79.47	94.79*
BRS 509	79.11 A	76.93 bC	77.40 B	77.77 bB	78.91 A	78.02	114.73*
Mean	79.10	77.18	77.50	78.44	79.00		
F test	0.01ns	16.56*	2.54ns	114.30*	1.78ns		
F test phyto-regulator = 191.23*							
F test cultivar = 62.04*							
F test phyto-regulator x cultivar = 18.29*							
Variation coefficient = 0.23							

Mean values followed by the same letter, in upper case in the row and in lower case in the column, do not differ, based on the Tukey test ($p <$

0.05); p -value = 0.21; *significant or nsnot significant based on Fisher's test ($p < 0.05$); control (C), glyphosate (G), sulfometuron-methyl (S-m), ethephon (E), and ethyl-trinexapac (E-t).

Among the BRS 508 cultivar specimens, those treated with ethephon and ethyl-trinexapac, as well as the control, exhibited the highest volatile matter content with no significant difference between them. By contrast, the biomass of the plants treated with sulfometuron-methyl and glyphosate were associated with lower volatile matter contents. All phyto-regulators barring ethephon reduced the volatile matter content of the feedstock; the reductions achieved by using ethyl-trinexapac, sulfometuron-methyl, and glyphosate were approximately 0.03%, 1.9%, and 2.1%, respectively, compared to the control.

Among the BRS 509 cultivar specimens, the plants treated with ethyl-trinexapac exhibited significantly higher volatile matter than those treated with ethephon, sulfometuron-methyl, and glyphosate. The applications of ethyl-trinexapac, ethephon, sulfometuron-methyl, and glyphosate promoted reductions of 0.25%, 2.16%, 1.70%, and 2.76%, respectively, in the volatile matter content of the bagasse compared to that of the control.

In evaluating the performance of the cultivars treated with the same phyto-regulators, no significant difference was found between the volatile matter contents of the control groups of the two cultivars. However, the BRS 508 plants treated with glyphosate and ethephon presented significantly higher volatile matter contents than those of the BRS 509 plants with identical treatments.

According to Brand (2010), the volatile matter contents of the main agricultural and forestry residues with the potential to generate renewable energy vary in the range 75–85%, and this authenticates the results obtained in the present study. According to Shenglei et al. (2014), the higher the volatile matter content, the lower the reactivity and ignition of the raw material. Therefore, the BRS 508 and BRS 509 plants submitted to glyphosate, sulfometuron-methyl, and ethephon applications showed the highest values of volatile matter content among all the specimens.

The analysis of variance and multiple comparisons of the fixed carbon contents of the specimens are presented in Table 4.

Table 4. Fixed carbon content (%) of sweet sorghum biomass cultivars, BRS 508 and BRS 509, managed with phyto-regulators

Cultivar	Phyto-regulator					Mean	F Test
	C	G	S-m	E	E-t		
BRS 508	18.25 B	19.60 bA	19.04 bA	18.29 bB	18.27 B	18.27	23.98*
BRS 509	18.21 C	20.26 aA	19.76 aB	19.49 aA	18.22 C	19.19	64.34*
Mean	18.23	19.93	19.40	18.89	18.24		
F test	0.03ns	22.40*	18.94*	53.94*	0.10ns		
F test phyto-regulator = 77.14*							
F test cultivar = 50.72*							
F test phyto-regulator x cultivar = 11.17*							
Variation coefficient = 1.22							

Mean values followed by the same letter, in upper case in the row and in lower case in the column, do not differ, based on the Tukey test ($p < 0.05$); p-value = 0.28; *significant or nsnot significant based on Fisher's test ($p < 0.05$); control (C), glyphosate (G), sulfometuron-methyl (S-m), ethephon (E), and ethyl-trinexapac (E-t).

In the case of the BRS 508 cultivar, the bagasse from the plants submitted to sprays of glyphosate and sulfometuron-methyl showed significantly higher fixed carbon contents than those of the plants subjected to the other treatments, and the latter did not exhibit statistically significant differences. Compared to the control, the applications of glyphosate, sulfometuron-methyl, ethephon, and ethyl-trinexapac provided increases of 7.4%, 4.4%, 0.2%, and 0.2%, respectively, in the fixed carbon content of the biomass.

A similar trend was observed in the specimens of the BRS 509 cultivar, in which the fixed carbon content of the bagasse from the plants treated with glyphosate was significantly higher than those from the plants treated with sulfometuron-methyl, ethyl-trinexapac, and ethephon as well as the control. Compared to the control, the fixed carbon contents of the biomass of the BRS 509 cultivar specimens increased by 11.26%, 8.51%, 7.03%, and 0.05%, with the application of glyphosate, sulfometuron-methyl, ethephon, and ethyl-trinexapac, respectively.

In evaluating the performance of the cultivars treated with the same phyto-regulators, it was observed that the fixed carbon content of the BRS 509 bagasse was significantly higher than that of BRS 508 bagasse in the cases of applications of glyphosate, sulfometuron-methyl, and ethephon. The results obtained agree with the data presented by Brand (2010), Williams et al. (2012), Protásio et al. (2013), and Chen et al. (2015) who mention in their respective researches that the fixed carbon indices of agricultural and forest lignocellulosic residues are in the range 14–30%.

Given that biomass with higher fixed carbon content and lower concentration of volatile matter has a greater propensity to generate briquettes and pellets with higher heating value, the potential of glyphosa-

te-treated BRS 509 sweet sorghum biomass, which is associated with higher fixed carbon content and lower volatile matter content, is validated.

The analysis of variance and multiple comparisons of the HHVs of the two cultivars are presented in Table 5.

Table 5. Higher heating value (MJ kg^{-1}) of sweet sorghum biomass cultivars, BRS 508 and BRS 509, managed with phyto-regulators.

Cultivar	Phyto-regulator					Mean	F Test
	C	G	S-m	E	E-t		
BRS 508	18.42	18.62	18.61	18.57	18.50	18,55 b	23.98*
BRS 509	18.53	18.70	18.54	18.56	18.51	18,65 a	64.34*
Mean	18.49 B	18.68 A	18.66 A	18.64 A	18.52 B		
F test	0.03ns	22.40*	18.94*	53.94*	0.10ns		
F test phyto-regulator = 77.14*							
F test cultivar = 39.48*							
F test phyto-regulator x cultivar = 1.38ns							
Variation coefficient = 0.26							

Mean values followed by the same letter, in upper case in the row and in lower case in the column, do not differ based on the Tukey test ($p < 0.05$); p-value = 0.66; *significant or nsnot significant based on Fisher's test ($p < 0.05$); control (C), glyphosate (G), sulfometuron-methyl (S-m), ethephon (E), and ethyl-trinexapac (E-t).

As indicated by the analysis of variance, there was no rejection of the null hypothesis at the level of interaction between the factors, with significant differences appearing only at the level of simple effects. The applications of the phyto-regulators, glyphosate, sulfometuron-methyl and ethephon, endowed the biomass of the cultivars with the highest values of HHV, and differed significantly from the treatments involving ethyl-trinexapac and the control, which were statistically indifferent. At the cultivar level, the HHV of the bagasse of BRS 509 was significantly higher than that of BRS 508.

To evaluate the energy potential of agricultural lignocellulosic residues for the production of briquettes and pellets, it is noteworthy that, on average, the biomass specimens presented HHVs in the range 17–18 MJ kg^{-1} .

Although there was no interaction between the factors, the phyto-regulators positively and significantly influenced the HHV of sweet sorghum bagasse, maintaining it above the international quality standard corresponding to 16.50 MJ kg^{-1} , as recommended by the ISO 17225-1 standard (ISO, 2014) for the production of briquettes and pellets from agricultural and forest residues. The results of the Pearson correlation matrix are presented in Table 6.

Table 6. Coefficients of linear associations between the chemical-energetic attributes of sweet sorghum biomass of BRS 508 and BRS 509 cultivars managed with phyto-regulators, aiming at energy production.

Parameter (1)	Hol	Ext	ASH	VM	FC	HHV
Lig	0.44*	- 0.72*	0.69*	- 0.70*	0.54*	0.42*
Hol		- 0.94*	0.18ns	- 0.23ns	0.17ns	- 0.14ns
Ext			- 0.39*	0.44*	- 0.33*	- 0.04ns
Ash				- 0.45*	0.18ns	0.32ns
VM					- 0.96*	- 0.82*
FC						0.82*

*Significant and ns not significant, based on the Pearson test ($p < 0.05$); lignin (Lig), holocellulose (Hol), total extractives (Ex), ash (Ash), volatile matter (VM), fixed carbon (FC), higher heating value (HHV).

Among the most important associations was that of volatile matter content and HHV, which correlated negatively with a strong degree of linear association, indicating that the presence of volatile matter proportionally reduced the calorific values of the biomass of the BRS 508 and BRS 509 sorghum cultivars.

According to ISO 17225-1 (ISO, 2014), the biological basis of the inverse correlation between volatile material content and HHV is the fact that volatile materials are inert compounds, i.e., unlike fixed carbon, they do not actively participate in the combustion of plant biomass. These results, besides confirming the reports of Vinutha et al. (2014), justified the lower HHV values presented by the BRS 508 and BRS 509 controls, and the specimens treated with ethyl-trinexapac (BRS 508), ethephon (BRS 508), and ethyl-trinexapac (BRS 509), since these were associated with the highest volatile matter contents (Table 3).

The attributes, fixed carbon and HHV, exhibited a positive correlation with a strong degree of linear association, suggesting that the higher the mass percentage of organic carbon, the greater the energy potential of sorghum bagasse; this explains the significant energy yield of the bagasse of the BRS 509 cultivar submitted to the applications of glyphosate and ethephon when evaluated at the level of isolated effects.

Among the elemental components of biomass, i.e., lignin, holocellulose, and total extractives, only lignin showed a significant correlation with HHV, indicating that value of the raw materials of the cultivars increases with lignin content. It is believed that in comparison with cellulose and hemi-cellulose, lignin content increases the HHV of biomass (Demirbas, 2001; Jung et al., 2015) owing to the high contents of carbon and hydrogen atoms present in its molecular composition, since these are the main chemical elements responsible for the generation of energy. The nature of this correlation justified the highest values of HHV exhibited by the plants treated with

applications of glyphosate (BRS 508), glyphosate (BRS 509), and sulfometuron-methyl (BRS 509), as these specimens were associated with the highest percentages of total lignin, as described in Table 7.

Table 7. Linear correlation of chemical-energetic biomass parameters for the production of solid biofuels.

Parameter	Ash	Fixed Carbon	HHV
Volatile matter	- 0.57	0.26	0.24
Ash		- 0.94	- 0.89
Fixed Carbon			0.96

Understanding the degrees of linear associations between the physical, chemical, and energetic attributes of the raw materials is fundamental to the development of technologies for the production of solid biofuels, such as briquettes and pellets, because this information enables the definition of agronomic strategies pertaining to plant physiology, genetics, and mineral nutrition of energy crops to improve the technical, economic, environmental, industrial, commercial, and social aspects of the raw materials and, above all, enhance their sustainability.

4. CONCLUSÃO

The main conclusions that may be drawn from the present study on the heating calorific values of different sweet sorghum biomass for combustion are listed below:

- The energy yield of BRS 509 sorghum cultivar was higher than that of BRS 508.
- The phyto-regulators, glyphosate, sulfometuron-methyl, and ethephon, significantly increased the HHVs of the cultivars BRS 509 and BRS 508.
- The fixed carbon and lignin contents of the sweet sorghum biomass showed positive correlations with HHV.

REFERÊNCIAS

- ASTM - American Society For Testing And Materials (2013) ASTM D1102 - 84: standard test method for ash in wood. ASTM International, West Conshohocken.
- ASTM - American Society For Testing And Materials (2013) ASTM D5865 - 04: standard test method for gross calorific value of coal and coke. ASTM International, West Conshohocken.

ASTM - American Society For Testing And Materials (2013) ASTM E872 - 82: standard test method for volatile matter in the analysis of particulate wood fuels. ASTM International, West Conshohocken.

Amorim FS, Ribeiro MX, Protásio TP, Borges CHA, Costa RMC (2015) Production of briquettes from forest species. *Green Magazine on Agroecology and Sustainable Development* 10(4):34-41.

Brand MA (2010) *Energia de Biomassa Florestal*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 131p.

Cesarin E, Carrega WCE, Martins PFRB, Amaral CAL, Nepumuceno MP, Alves PLD-CA (2016) Consequence of different ripeners on germination and initial growth of morning glory. *African Journal of Agricultural Research* 11(42):4214-4221.

Brasil (2017) Ministério da Agricultura. Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB. Conjuntura Mensal. Accessed: April 03, 2019.

Carvalho DM, Sevastyanova O, Penna LS, Silva BP, Lindström ME, Colodette JL (2015) Assessment of chemical transformations in eucalyptus, sugarcane bagasse and straw during hydrothermal, dilute acid, and alkaline pretreatments. *Industrial Crops and Products* 73:118-126.

Chen W-H, Peng J, Bi XT (2015) A state-of-the-art review of biomass torrefaction, densification and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 44:847-866.

Demirbas A (2001) Relationships between lignin contents and heating values of biomass. *Energy Conversion & Management* 42:183-188.

Faria WS, Protásio TP, Trugilho PF, Pereira BLC, Carneiro ACO, Carlos Rogério Andrade CR, Guimarães Junior JB (2016) Transformation of lignocellulosic waste of coffee into pellets for thermal power generation. *Coffee Science* 11(1):137-147.

Figueiredo Filho DB, Silva Junior JA (2010) Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje* 18(1):115-146.

García R, Pizarro C, Álvarez A, Lavín AG, Bue-

no JL (2015) Study of biomass combustion wastes. *Fuel* 148(12):152-159.

Gravalos I, Xyradakis P, Kateris D, Gialamas T, Bartzialis D, Giannou K (2016) An experimental determination of gross calorific value of different agroforestry species and bio-based industry residues. *Natural Resources* 7(1):57-68.

ISO – International Organization Standardization (2014) ISO 17225-1: Solid biofuels - Part 1 - General requirements. Brussels, ISO.

Jung SJ, Kim S-H, Chung I-H (2015) Comparison of lignin, cellulose, and hemicellulose contents for biofuels utilization among 4 types of lignocellulosic crops. *Biomass and Bioenergy* 83:322-327

May A, Souza VF, Gravina GA, Fernandes PG (2016) Plant population and row spacing on biomass sorghum yield performance. *Ciência Rural* 46(3):434-39. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141133>

Meschede DK, Velini ED, Carbonari, CA, Silva JRM (2011) Physiological alteration in sugarcane influenced by glyphosate and sulfo-meturon-methyl application. *Planta Daninha* 29(2):413-419.

Moreira BRA, Cunha MO, Mateus GP, Viana RS (2018) Technological profile of sweet sorghum cv. cmsxs-646 juice submitted to chemical ripeners application and sampling periods. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 17(3):420-430. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n3p420-430>

Muhwiridzwa M. Manenji BT, Madanzi T, Mahohoma W (2016) Evaluating the effects of chemical ripening with fluazifop-p-butyl on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) yield and sugar content. *International Journal of Plant & Soil Science* 9(6):1-8.

Paula LER, Trugilho PF, Rezende RN, Assis OC, Baliza AER (2011) Production and evaluation of lignocellulosic waste briquettes. *Brazilian Forest Research* 31(66):103-112.

Protásio TP, Alves ICN, Trugilho PF, Silva VO, Baliza AER (2011) Comparison of vegetal biomass for the production of solid biofuels. *Brazilian Forest Research* 31(66):113-122.

Protásio TP, Bufalino L, Tonoli GHD, Guimarães Junior M, Trugilho PF, Mendes LM (2013) Brazilian lignocellulosic wastes for bioenergy production: characterization and comparison with fossil fuels. *BioResources* 8(1):1166-1185.

R Core Team (2017) R: a language and environment for statistical computing. Available: <https://www.R-project.org/>

Shenglei Du S, Yang H, Qian K, Wang X, Chen H (2014) Fusion and transformation properties of the inorganic components in biomass ash. *Fuel* 117:1281-1287. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2013.07.085>

Silva DA, Nakashima GT, Barros JL, Roz AL, Yamaji FM (2015) Caracterização de biomassa para a briquetagem. *Floresta* 45(4):713-722.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry (2011) TAPPI T 222 om-02: Acid - insoluble lignin in wood and pulp. Atlanta, TAPPI Press.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry (2014) TAPPI T 257 sp 14: Sampling and preparing wood for analysis. Atlanta, TAPPI Press.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry (2007) TAPPI T 264 cm-97: preparation of wood for chemical analysis. Georgia, TAPPI Press.

Viana RS, Figueiredo PAM, Lisboa LAM, Assumpção ACND, Sá ME, May A (2015) Application of chemical growth regulators on the technological quality of sweet sorghum cv. Biomatrix 535. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 14(3):326-34.

Viana RS, Figueiredo PAM, Lisboa LAM, Magalhães AC (2016) Morphoanatomical aspects and technological quality of saccharine sorghum submitted to plant regulators. *Revista Brasileira de Herbicidas* 15(2):184-194.

Vinutha KS, Rayaprolu L, Yadagiri K, Umakanth AV, Patil, JV, Rao PS (2014) Sweet sorghum research and development in Índia: Status and prospects. *Sugar Tech* 16(2):133-143.

Williams A, Jones JM, Pourkashanian M (2012) Pollutants from the combustion of solid bio-

mass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science* 38(2):113-137.

COMPOSIÇÃO MINERAL E MICROBIOLÓGICA DE DEJETOS SUÍNOS SOB DECOMPOSIÇÃO ANAERÓBICA INFLUENCIADA PELA PRESENÇA DE CASCA DE ARROZ

Carlos Alexandre
Oelke
UNIPAMPA

Nelson Cristiano
Weber
UFRGS

Dionas Freitas Bock
UNIPAMPA

Bruno Neutzling
Fraga
UNIPAMPA

Patricia Rossi
UTFPR

RESUMO

Durante a produção alimentos, as atividades agropecuárias acabam gerando resíduos que possuem elevado efeito contaminante para a saúde humana e ambiental, o que torna fundamental a sua correta destinação ou ainda o seu aproveitamento como subprodutos. Tanto a suinocultura industrial como a orizicultura, são atividades com elevada geração de dejetos líquidos e de casca de arroz, respectivamente, que atualmente são considerados apenas resíduos da atividade principal. A decomposição anaeróbica é um processo chave na transformação destes resíduos em subprodutos que possam ser aplicáveis na agricultura de forma ambientalmente correta e segura. Assim, este trabalho apresenta resultados compilados de produções bibliográficas desenvolvidas pelos autores, as quais objetivaram avaliar o processo de fermentação de dejetos suínos sob influência da adição de casca de arroz, e o efeito desse processo na composição microbiológica, de marco e micronutrientes, bem como o seu potencial uso como adubo orgânico.

Palavras-chave: Abubo; Coliformes; Compostagem; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

As atividades agropecuárias em escala industrial são responsáveis pela geração de grande quantidade de resíduos, com destaque para a produção de dejetos líquidos oriundos da suinocultura e a produção de casca de arroz da orizicultura, que muitas vezes se acumulam sem uma correta destinação (DAI PRÁ et al., 2009; LHAMBY et al., 2010). A partir de processo de decomposição, torna-se viável o desenvolvimento de estratégias para o aproveitamento destes resíduos nas mais variadas atividades, em especial, na agricultura.

Dejetos suínos apresentam potencial de utilização como adubo orgânico por conterem elevadas concentrações de nutrientes que podem ser disponibilizados às plantas, desde que estejam apropriadamente estabilizados e livres de contaminação ambiental (CIANCIO, 2010; VIELMO et al., 2011). Somados a isso, a incorporação de casca de arroz, gerada em grandes quantidades em regiões produtoras do cereal (DELLA, 2001) pode se tornar benéfica por apresentar vantagens no processo de decomposição e proporcionar o aproveitamento de resíduos de duas importantes atividades agropecuárias, tornando ambos sistemas mais sustentáveis.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das características dos dejetos líquidos, é alta variabilidade na composição mineralógica, pois segundo Segnfredo (2007) variações na dieta ofertada aos animais pode acarretar em alterações na sua composição, uma vez que quanto mais rica a dieta, maior a quantidade de minerais presente. Adicionalmente, Santos (2014) indica que até 95% dos minerais utilizados em formulações podem ser excretados pelos animais.

Sem o devido tratamento e estabilização, a utilização dos resíduos como fertilizantes pode comprometer o crescimento de raízes e o desenvolvimento das plantas, bem como modificar a disponibilidade de nutrientes, além de elevar os níveis de metais tóxicos do solo e água, contaminando o ambiente (DARTORA et al., 1998; SEDIYAMA et al., 2008), assim, é recomendada a utilização de compostos apenas após 120 de armazenamento, antes de ser aplicado ao solo (FATMA, 2003).

Após o adequado processo de decomposição, a fermentação anaeróbica é responsável por degradar a matéria orgânica e reduzir a carga microbiológica patogênica (OLSON & NANSEN, 1987). Tais alterações tornam o composto estabilizado e proporcionam a mineralização dos nutrientes, deixando-os disponíveis para absorção das plantas (TAM &

TIQUIA, 1994). A correta utilização do composto é associada a melhora das condições física, química e biológica dos solos (GONÇALVES et al., 2015). Arruda et al. (2010) ao avaliarem a utilização dos dejetos suínos em cultivos sucessivos de milho e aveia preta, constataram que a aplicação de dejetos foi responsável por manter a qualidade física do solo após os cultivos. Da mesma forma, Vielmo et al. (2011) observaram uma influência positiva dos dejetos suínos sobre a produção de pastagem, modificando inclusive os teores de macronutrientes das plantas estudadas.

Por outra via, Oliver et al. (2008) indicam vantagens da utilização do composto estabilizado sobre a composição química do solo, devido ao elevado pH, que promoveria uma maior disponibilidade de fósforo ao solo bem como diminuiria os teores de alumínio e ferro, além de dificultar o desenvolvimento de fungos patogênicos.

No entanto, pouco se conhece sobre a utilização e aproveitamento da casca de arroz. Uma das dificuldades ao uso, está associada ao material apresentar em sua composição quantidades elevadas de sílica (>90%), seguida de potássio ($\pm 2,5\%$) e cálcio (0,7%), o que torna sua decomposição mais lenta (QINGGE et al., 2004). Uma das possíveis vantagens da utilização deste resíduo é a incorporação junto ao dejetos líquido e incremento das características físicas ao longo do processo de decomposição, associado ainda ao fato de proporcionar uma correta destinação e emprego do resíduo que atualmente é descartado no processo de beneficiamento do arroz.

Assim, este trabalho apresenta resultados compilados de produções bibliográficas desenvolvidas pelos autores, as quais objetivaram avaliar o processo de fermentação de dejetos suínos sob influência da adição de casca de arroz, e o efeito desse processo na composição microbiológica, de macro e micronutrientes, bem como o seu potencial uso como adubo orgânico.

3. METODOLOGIA

O experimento foi iniciado em janeiro de 2012, na granja I da empresa Yargo Suinocultura, localizada na cidade de Itaqui-RS. Deste experimento, reuniu-se informações as quais deram origem a artigos científicos (WEBER et al., 2017; OELKE et al., 2014) e trabalhos de conclusão de curso de graduação em Agronomia (BOCK, 2013), que foram utilizados de base para confecção deste material.

O experimento foi executado em instalação construída em alvenaria, dotada de proteção plástica transparente (Figura 1), similar ao utilizado em estufas de produção de hortaliças, com o objetivo de evitar contato da precipitação com o material.

Figura 1. Estrutura experimental



Os dejetos líquidos foram depositados em tanques de alvenaria (Figura 2), denominados de composteiras. Construiu-se 10 composteiras com dimensões de 1,0 m (altura) x 2,0 m (comprimento) x 1,0 m (largura).

Figura 2. Detalhe dos tanques de alvenaria, onde os dejetos e a casca foram acomodados



Foram utilizados dois tratamentos, o tratamento 1 (T1) onde as composteiras receberam somente dejetos suínos líquidos, totalizando 1,56 m³ (Figura 3) e o tratamento 2 (T2) (Figura 4), onde foi adicionada casca de arroz aos dejetos suínos, totalizando 70% de dejetos e 30% de casca de arroz (v/v) com altura final de 78 cm para ambos tratamentos. Após a adição dos dejetos e da casca de arroz, procedeu-se a homogeneização manual do composto.

Figura 3. Tanque contendo somente o dejetos suíno (100%)



Figura 4. Tanque contendo o dejetos suíno (70%) e casca de arroz (30%)



Foram realizadas amostragens do material nos dias 0, 125 e ≥ 267 . Para as coletas os compostos foram homogeneizados com auxílio de pás e inchadas, posteriormente coletaram-se cinco subamostras em pontos diferentes com auxílio de um copo plástico fixado em uma haste de madeira de 1 m de comprimento, as quais formaram uma amostra por composteira. Foram realizadas análises microbiológicas nos períodos 0 e 125 dias após a instalação do experimento, e adicionado o período considerado ≥ 267 dias para as análises físico-químicas e mineralógicas.

O experimento teve a duração de 393 dias, sendo que, a partir dos 267 dias houve a secagem espontânea de algumas composteiras, e nestes casos as amostras foram enviadas ao laboratório. Aos 393 dias o experimento foi dado como encerado, sendo coletadas amostras das composteiras restantes, independente do material estar seco ou líquido.

As amostras foram enviadas para laboratórios terceirizados para análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e salmonela. Os coliformes totais e termotolerantes foram analisados conforme a metodologia descrita por Clesceri et al. (2005). A salmonela foi determinada utilizando-se a metodologia do plaqueamento seletivo. Igualmente, foram enviadas a laboratório terceirizado amostras para determinação da umidade, carbono orgânico, nitrogênio, relação carbono nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, manganês, cobre, sódio e boro. A umidade foi determinada por gravimetria e o pH com auxílio de potenciômetro. O carbono orgânico foi determinado por combustão úmida pelo método de Walkey & Black (1934) e o nitrogênio pelo método de Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). Com exceção do boro, que sofreu uma digestão seca, os demais nutrientes sofreram digestão úmida nítrico-perclórica, sendo os valores determinados como auxílio da espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).

Do início do experimento até os 161 dias, diariamente às 15:00 horas foram verificadas as variáveis de pH (com o auxílio do pHmetro digital modelo PH-TEK), evaporação (medida com o auxílio de uma régua graduada), e temperatura do composto e do ambiente (medida com o auxílio de termômetro digital da ICEL Manaus, modelo TD-880). Inicialmente essas observações diárias iriam ser conduzidas até que todas as repetições de ambos os tratamentos secassem. Como essa secagem não ocorreu até os 161 dias optou-se em encerrar essas observações, pois esse valor já havia superado em 41 dias o estabelecido pela Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (2003), que preconiza, segundo a Portaria nº 02/03, que para ser aplicado no solo, o dejetos de suíno deve permanecer armazenado por um período de no mínimo 120 dias.

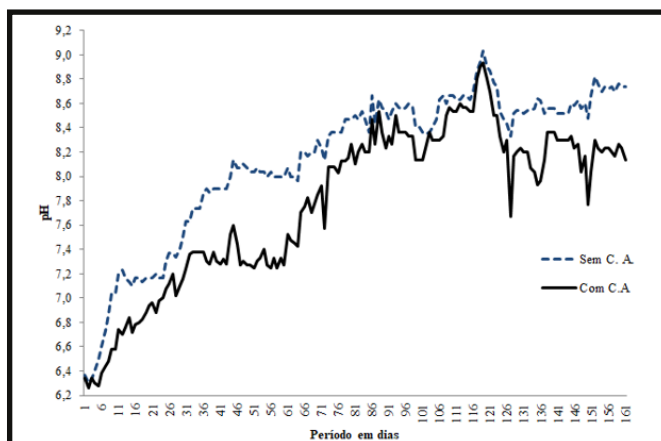
Aos 181 dias, observou-se que no tratamento que continha casca de arroz, a parte líquida estava se depositando na área mais profunda da composteira, e a parte mais superficial estava seca. Nesse momento iniciou-se o revolvimento do material de ambos os tratamentos, com o intuito de homogeneizar o material, e favorecer a evaporação da umidade. O revolvimento foi realizado de forma manual, utilizando-se pá e enxada.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com dois fatores, a casca de arroz (presença ou ausência) e tempo em dias de fermentação (0, 125 e >267). Cada tratamento contou com cinco repetições, trabalhando-se assim com 10 tanques de armazenamento e cada tanque foi considerado uma unidade experimental. Com auxílio de um software estatístico os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models), e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, todos os testes foram realizados com probabilidade de erro de 5%. Para as variáveis microbiológicas, as médias dos tratamentos foram comparadas através do uso de contrastes ortogonais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de fermentação (0 aos 161 dias), notou-se uma elevação gradativa do pH em ambos os tratamentos (Figura 5). Inicialmente as amostras apresentavam valores de pH entre 6,4 e 6,3 nos tratamentos sem (T1) e com (T2) a adição de casca de arroz, respectivamente, e ao final, os valores foram aumentados em média para 8,7 e 8,1, respectivamente para os tratamentos 1 e 2. O menor valor para o pH no início do processo de fermentação pode estar associado à presença de ácidos orgânicos existentes no dejetos que, por ação da atividade microbiana, são degradados e ocasionam aumento da quantidade de hidrogênio disponível (SEDIYAMA et al., 2008; DAI PRÁ et al., 2009).

Figura 5. Variação de pH para o tratamento sem casca de arroz (C. A.) (T1) e com casca de arroz (T2) entre os meses de janeiro a junho de 2012 (BOCK, 2013)



Conforme Oliveira (1993), o crescimento das bactérias metanogênicas é ótimo entre pH 6,5 a 7,5. Estas bactérias formam um grupo importante no tratamento biológico, pois são microrganismos estritamente anaeróbios e tem a capacidade de estabilizar a matéria orgânica transformando-a em gás metano (PEREIRA et al., 2009). Durante o processo de fermentação os teores do pH não sofreram grandes variações, o que caracteriza um processo eficiente. As bactérias metanogênicas são sensíveis a estas variações (CHERNICHARO, 1997).

Em trabalhos com lagoas de estabilização, Pearson et al. (1987) mostraram que os valores mais elevados de pH, temperatura, oxigênio dissolvido e a concentração de algas influenciam na redução de coliformes fecais. E ainda, segundo Medri (1997) valores de pH inferiores a 7,8 dificultam a presença de amônia livre (NH_3), sendo este precursor do nitrato, forma mineral em que a maioria das plantas absorvem nitrogênio

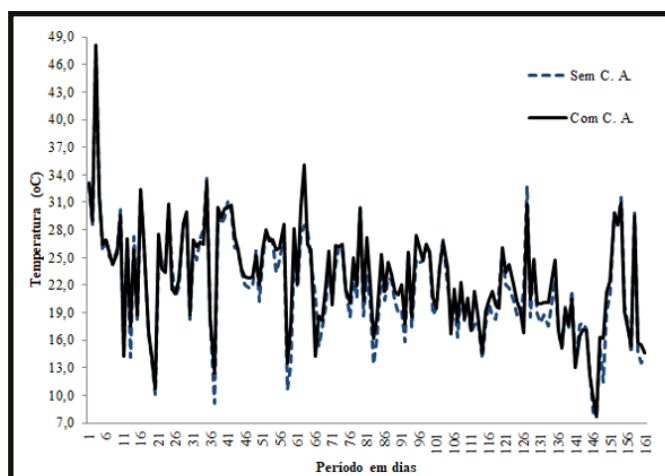
Picot et al. (1993) analisaram em lagoas de estabilização a remoção de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, e consideraram que durante o dia, o efeito da radiação solar sobre a lagoa promove o rápido desenvolvimento da biomassa de algas, o que ocasiona maior produção de oxigênio dissolvido e aumento de pH alcalino. Como consequência, a atividade dos microrganismos é maior o que favorece uma maior taxa de remoção de nutrientes.

Foi observado comportamento de estabilidade da curva de pH ao final do processo de decomposição. Valores estáveis superiores a 7,5 favorecem o processo de nitrificação, segundo Santos et al. (2007) os valores de pH entre 7,0 a 9,0 encontram-se dentro de uma faixa considerada ideal para que ocorra o processo anaeróbio de nitrificação. Aos 161 dias de experimento os valores foram de 8,7 e 8,1, respectivamente para os tratamentos 1 e 2, sendo que, estes valores são considerados ideais para que ocorra a precipitação química do fosfato, pois Sperling (1996) aponta que valores inferiores a 8,0 não favorece a remoção por precipitação. Após a digestão dos dejetos, o valor de pH em torno de 7,5 (OLIVER et al, 2008) funciona como um potencial corretivo da acidez do solo, agindo na liberação do fósforo e diminuindo os teores de alumínio e ferro, além de dificultar o desenvolvimento de fungos patogênicos.

Assim como o pH, a temperatura do material é outro fator que influencia diretamente na velocidade das reações bioquímicas e no processo de fermentação. As temperaturas dos compostos mostraram uma oscilação entre 47,4 e 48,1 °C a 7,9 e 7,7 °C, respectivamente nos tratamentos só com dejetos e para o tratamento com a adição de casca (Figura 6). A tem-

peratura média do composto registrada no período experimental em ambos os tratamentos foram de 22 e 22,7 oC, respectivamente nos tratamentos 1 e 2.

Figura 6. Variação da temperatura (°C) do composto para o tratamento sem casca de arroz (C. A.) (T1) e com a adição de casca de arroz (T2) entre os meses de janeiro a junho de 2012 (BOCK, 2013)



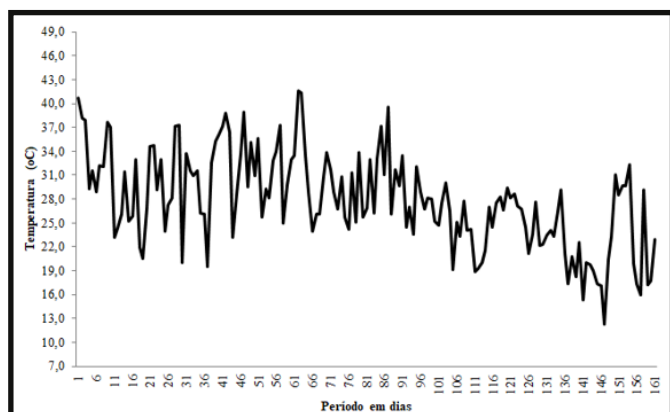
Durante o processo de fermentação pode-se ter três diferentes ambientes térmicos favoráveis a sobrevivência dos microrganismos. Os psicrófilos vivem a uma faixa de temperatura inferior a 30°C, os mesófilos vivem a uma temperatura de 30°C a 50°C e os termófilos resistem a temperaturas entre 50°C a 75°C (DAI PRÁ et al., 2009).

A temperatura é um fator que determina a atividade biológica durante a fermentação em sistemas de lagoas. Observou-se uma ampla oscilação térmica no período do estudo, assim, com base na Figura 6, observa-se que a temperatura do composto favoreceu o desenvolvimento dos microrganismos psicrófilos e mesófilos. Segundo Oleszkiewicz e Koziarski (1986) a temperatura ótima para o desenvolvimento das bactérias mesófilas é de 35°C, sendo que, essas bactérias são responsáveis por uma redução de aproximadamente 90% de algumas bactérias patogênicas em sistemas de digestão anaeróbia (OLSON & NANSEN, 1987).

Ainda observou-se que o comportamento se manteve semelhante para os dois tratamentos, o que indica baixa influência da casca de arroz sobre a temperatura do composto. Observando conjuntamente as Figuras 6 e 7, nota-se que as oscilações durante o processo de decomposição na temperatura tendem a ser influenciadas diretamente pela temperatura ambiental. Tal modificação está associada as condições climáticas ao longo do ano, representado pelas diferentes estações que influenciam o processo de digestão anaeróbia. Conforme Santos et al. (2007), durante o período de inverno a atividade microbiana é reduzida, afetando assim na decomposição da matéria orgânica. Segundo Côte et al. (2006), quanto maior for a temperatura e o tempo de retenção dos

efluentes, maior vai ser a eficiência da remoção de microrganismos patogênicos.

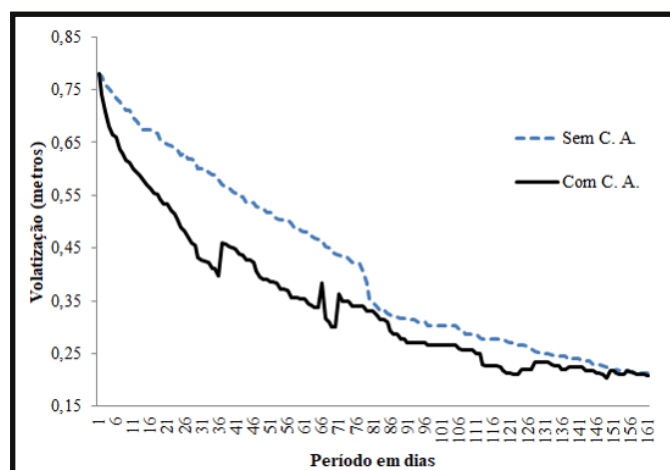
Figura 7. Variação da temperatura (°C) ambiental entre os meses de janeiro a junho de 2012 (BOCK, 2013)



Ao analisar a Figura 8 observa-se que houve uma redução nos teores de umidade ao longo dos 161 dias, e embora tenha ocorrido uma perda maior até os 81 dias para o tratamento com casca de arroz, ao final ambos os tratamentos apresentavam uma altura de lâmina de 0,21 metros, o que proporcionou uma redução por evaporação de 0,57 metros de lâmina, isto é, 0,35 cm diários de evaporação. Após os 81 dias o ritmo de evaporação em ambos os tratamentos caiu, e um dos motivos dessa redução pode ser em virtude da diminuição da temperatura ambiental (Figura 7).

Ao término do experimento (393 dias), em ambos tratamentos foi observado repetições contendo elevado teor de umidade, demonstrando que o processo de evaporação, da forma como esse experimento foi conduzido não se mostrou eficiente. Na prática, esse sistema não seria interessante aos produtores, uma vez que se demoraria muito tempo para obtenção de um produto seco. Acabaria sendo necessário um número maior de instalações para armazenar esses dejetos por um período prolongado de tempo.

Figura 8. Evaporação (metros) para o tratamento sem casca de arroz (C. A.) (T1) e para o tratamento com casca de arroz (T2) entre os meses de janeiro a junho de 2012 (BOCK, 2013)



Na tabela 1, observa-se que houve interação entre o tratamento e o dia para os coliformes termotolerantes (NMP/100 mL), havendo uma redução ($P=0,08$) na quantidade dos mesmos nos tratamentos sem e com casca de arroz, comparando o dia zero ao dia 125. Em relação aos coliformes totais (NMP/100 mL) não se observou interação entre o tratamento versus dia, havendo apenas diferença ($P=0,07$) em relação ao dia, ou seja, indiferente do tratamento utilizado, a contagem para essa variável foi menor aos 125 dias, quando comparada ao dia zero.

Tabela 1. Valores médios encontrados de coliformes termotolerantes e totais

		Coliformes Termotolerantes ¹	Coliformes Totais ¹
Tratamentos			
Sem C. A. ²		1.063.075,00	2.596.000,00
Com C. A.		3.459.700,00	3.851.587,50
Dia			
Dia 0		4.000.450,00	4.873.000,00
Dia 125		522.325,00	1.574.587,50
Interação			
Tratamento	Dia		
Sem C. A.	0	1.172.900,00	2.732.000,00
Sem C. A.	125	953.250,00	2.460.000,00
Com C. A.	0	6.828.000,00	7.014.000,00
Com C. A.	125	91.400,00	689.175,00
Probabilidades			
Tratamentos		0,57	0,26
Dia		0,14	0,07
Tratamento*dia		0,08	0,4
C. V. (%)³		19,72	17,05

¹ Número mais provável (NMP/100 mL). ² C. A., casca de arroz. ³ C. V., Coeficiente de variação (%). Adaptado de Oelke et al. (2014).

FATMA (2003), na Portaria nº 02/03, define que para ser aplicado no solo, o dejetos de suíno deve permanecer armazenado por um período de no mínimo 120 dias. Este armazenamento é importante ao garantir, por anaerobiose, a decomposição do material carbonáceo, a transformação de compostos nitrogenados, a adsorção do fósforo e a redução dos microrganismos patogênicos. No entanto, observou-se que embora os dejetos em ambos os tratamentos tenham ficado 125 dias armazenados, ou seja, acima dos 120 dias recomendados pela FATMA (2003), não houve uma redução eficiente na contagem final de microrganismos, exceto para a salmonela, que não foi encontrada nos dejetos.

Os números de referência para os limites máximos permitidos para coliformes termotolerantes e salmonela são estipulados pela instrução normativa SDA nº27, de 05 de junho de 2006, onde o número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS) é de 1×10^3 para coliformes termotolerantes e de ausência em 10g de MS para salmonela. Segundo a Conama (2006), o lodo de esgoto que apresenta concentração de coliformes termotolerantes $> 10^3$ NMP g⁻¹ de substrato, não pode ser usado como adubo orgânico para a produção de hortaliças, pastagens, tubérculos e raízes, nem as demais culturas

cuja parte comestível entre em contato com o solo.

Sediyama et al. (2008) observaram que ao final de 84 dias de fermentação dos dejetos suínos, houve uma redução na carga microbiológica acima de 99%, sendo que, as populações iniciais de bactérias do grupo coliformes totais e fecais no esterco sólido, foram da ordem de 10^6 e 10^5 UFC g⁻¹, respectivamente, já aos 84 dias os valores, em ambos os tratamentos ficaram inferiores a 10^3 NMP g⁻¹ de esterco.

Com base nos valores obtidos para a interação tratamento x dia (Tabela 1), observou-se uma redução na contagem dos coliformes termotolerantes de aproximadamente 19% (tratamento sem casca de arroz) e 99% (tratamento com casca de arroz). Mesmo havendo expressiva redução tratamento 2, o valor manteve-se acima de 10^3 NMP g⁻¹, ficando em 10^4 NMP g⁻¹.

Segundo Belli Filho et al. (2001), com a utilização de quatro lagoas para o tratamento dos dejetos, a carga inicial de coliformes fecais é em média de 6×10^9 NMP (100 mL⁻¹), já na saída da última lagoa, ficando este dejetos por um período de 120 dias em tratamento, o líquido residual possuía $2,7 \times 10^3$ (100 mL⁻¹). Manter o dejetos em um único local, objetivando a secagem e a consequente redução da contagem de coliformes mostrou ser um processo ineficiente, pois aos 125 dias independente da presença de casca de arroz ambos tratamentos estavam na forma líquida, e com acentuada carga de coliformes totais e termotolerantes. É bem provável que a alta umidade do composto pode ter favorecido a manutenção de uma carga elevada de microrganismos. Além disso, o alto nível de diluição inicial, ou seja, no dia zero (99,42% e 97,61% de umidade nos tratamentos sem a adição de casca e com adição de casca, respectivamente) pode ter contribuído para uma menor fermentação, pois o crescimento dos microrganismos fermentadores está atrelado à quantidade de substrato presente no meio.

A umidade é um dos componentes mais variáveis do dejetos suíno, assim, conforme demonstrado na Tabela 2, este parâmetro não apresentou interação significativa entre a utilização da casca de arroz e o tempo de fermentação. O teor de umidade não foi influenciado pela adição da casca de arroz, entretanto, houve diferença ($P < 0,05$) em relação ao tempo de fermentação.

Tabela 2. Valores médios de umidade, carbono orgânico, nitrogênio e relação carbono: nitrogênio nos tratamentos com e sem casca de arroz nos diferentes períodos de amostragem

Variável	Umidade (%)			Carbono orgânico (g/kg)		
Tratamento/Dia	Sem C. A. ¹	Com C. A.	Média±EP	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
0	99,4	97,6	98,5±0,38A	357,4	263,9	310,7±41,3A
125	99,5	93,7	96,6±1,15A	106,0	54,7	80,4±20,7B
≥ 267	23,3	14,3	18,8±3,33B	2,7	3,9	3,3±0,29C
	74,1±9,6	68,5±11,5		155,4±46,2	107,5±45,2	
	Probabilidades ³					
Tratamentos	0,42			0,11		
Dia	0,05			0,006		
Tratamento*dia	0,76			0,38		
Variável	Nitrogênio (g/kg)			Relação C:N		
Tratamento/Dia	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
0	86,4	16,0	51,2±12,0	4,2bA	16,1aA	10,2±2,8
125	27,7	155,1	91,4±26,4	4,1aA	0,36bB	2,2±0,8
≥267	32,5	7,4	20±5,73	0,09bB	0,52aB	0,31±0,09
Média±EP	48,9±8,2	59,5±21,7		2,79±0,57	5,66±3,0	
	Probabilidades ³					
Tratamentos	0,33			0,004		
Dia	0,15			0,26		
Tratamento*dia	0,25			0,02		

¹ C.A, Casca de arroz; ² EP, Erro padrão; ³ Probabilidade do erro obtido pela análise de variância. Médias seguidas pelas letras maiúsculas diferentes na coluna, e minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Adaptado de Weber et al. (2017).

A umidade do composto foi reduzida ao decorrer do período, chegando a uma média de 18,8% no final das observações (≥267 dias). Pelas recomendações da FATMA (2003), os tratamentos 1 e 2 já poderiam ser aplicados no solo aos 125 dias, porém, os níveis de umidade se encontravam elevados neste período. A vantagem da utilização de ambos tratamentos no período superior a 267 dias é a menor umidade (18,8%), o que diminuiria os custos de transportes (OLIVEIRA, 2004).

Os teores de carbono orgânico (Tabela 2) não foram influenciados pelos tratamentos, somente pelo tempo de fermentação ($P < 0,05$), com redução próxima a 99% entre o começo e o término das observações. Isso se deve principalmente à mineralização da matéria orgânica pelos microrganismos e volatilização do carbono na forma de gás metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), o que proporciona maior concentração de nutrientes na forma mineral (GIACOMINI & AITA, 2008; SARDA et al., 2010). No caso do nitrogênio, os valores não demonstraram diferenças significativas quando analisado o efeito da adição de casca de arroz e também o período de fermentação.

Em função da baixa relação C:N dos dejetos, há perdas inevitáveis de N por volatilização do amônio. Kiehl (1985) relata que para uma rápida decomposição, os valores da relação C:N devem ficar em torno de 26:1 a 35:1, e ressalta que o esterco suíno, assim como o dejetos líquido, apresentam relação C:N muito inferior. Adicionalmente, a redução da relação C:N é intensa no início da fermentação porque há predominância de produtos de fácil decomposição, como proteínas, celulose e hemicelulose, que servem de fonte de C e N para os microrganismos, ocorrendo maior liberação de calor e volatilização do carbono

(CHEFETZ et al., 1998; JAHNEL et al., 1999).

Apesar da perda de N ao final do processo fermentativo, os teores se mantiveram acima do limite exigido pela legislação, que conforme a Instrução Normativa n. 25 (MAPA, 2009), adubos orgânicos devem conter no mínimo 1% de nitrogênio. Tais resultados corroboram os apresentados por Miyazawa & Barbosa (2015), que indicam teores médios de nitrogênio de 3% para dejetos líquidos de suínos.

Para os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (Tabela 3), tais resultados não foram suficientes para apresentar diferenças significativas entre os tratamentos e entre o tempo de fermentação. Os teores dos macronutrientes fósforo e potássio se elevaram no período de 125 dias. De acordo com Sediyaama et al. (2008), estudando a maturação de esterco suíno, apontaram ocorrer à maturação química e estabilização do esterco, apresentando os teores máximos destes nutrientes aos 60 e 84 dias, com 14,19 e 5,2 g/kg, respectivamente, sendo estes, inferiores aos expostos na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre encontrados nos tratamentos com e sem casca de arroz em diferentes períodos de fermentação

Variável	Fósforo (g/kg)			Potássio (g/kg)		
	Sem C. A.	Com C. A. ¹	Média±EP ²	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
Tratamento/Dia						
0	44,1	18,0	31,1±4,6	89,1	29,8	59,5±10,5
125	20,6	271,4	146,0±54,6	221,9	281,3	251,6±32,4
≥ 267	100,7	12,6	56,7±19,6	60,3	4,0	32,2±16,0
Média±EP	55,1±9,9	100,7±41,7		123,8±22,1	105,0±41,6	
Probabilidades ³						
Tratamentos	0,43			0,41		
Dia	0,54			0,79		
Tratamento*dia	0,71			0,84		

Variável	Cálcio (g/kg)			Magnésio (g/kg)		
	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
Tratamento/Dia						
0	19,3	10,1	14,7±2,0	23,3	9,5	16,4±2,5
125	10,9	222,5	116,7± 45,6	7,7	117,8	62,7±23,9
≥ 267	76,8	11,4	44,1±14,8	42,2	7,0	24,6±8,0
Média±EP	35,7±8,5	81,3±34,4		24,4±4,3	44,8±17,9	
Probabilidades ³						
Tratamentos	0,31			0,49		
Dia	0,46			0,67		
Tratamento*dia	0,66			0,81		

Variável	Enxofre (g/kg)		
	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
Tratamento/Dia			
0	5,5	2,4	4,0±0,6
125	5,2	48,1	26,7±9,1
≥ 267	10,1	2,5	6,3±1,6
Média±EP	6,9±0,66	17,7±7,2	
Probabilidades ³			
Tratamentos	0,45		
Dia	0,85		
Tratamento*dia	0,99		

¹ Casca de Arroz; ² Erro padrão da média; ³ Probabilidade do erro obtido pela análise de variância. Adaptado de Weber et al. (2017).

Ao final das observações, no período superior aos 267 dias, os níveis de fósforo e potássio foram reduzidos em cerca de 75%, possivelmente devido a total mineralização neste período, no entanto, os valores foram superiores ao exigido na legislação para adubos orgânicos, com 5,7% de P e 3,2% de K, onde o mínimo para estes nutrientes é de 1% para pentóxido de fósforo (P₂O₅) e óxido de potássio

(K₂O) (MAPA, 2009).

Conforme observado na Tabela 3, os teores de cálcio, magnésio e enxofre não foram influenciados pelos tratamentos e entre os diferentes períodos de observação. Em valores absolutos, a adição de casca de arroz foi responsável por promover maiores teores destes minerais, principalmente aos 125 dias. O que pode ser justificado pelo fato da casca de arroz apresentar em sua composição mineral altos teores de sílica (92,4%), potássio (2,54%) e cálcio (0,7%) (QINGGE et al., 2004).

Aos 125 dias, os teores de cálcio, magnésio e enxofre foram superiores ao limite mínimo exigido pela legislação (MAPA, 2009), em contrapartida, o período de armazenamento elevado (≥267 dias) acarreta em perdas de nutrientes. No tratamento com casca de arroz os teores de enxofre foram inferiores ao mínimo exigido, enquanto que, para os demais minerais, apesar da redução, os mesmos mantiveram-se acima do limite recomendado (>0,5%) (MAPA, 2009).

Na Tabela 4, é possível observar que os teores de zinco, ferro, manganês e cobre não foram influenciados pelos tratamentos e tempo de fermentação, no entanto, a adição de casca de arroz foi responsável por incrementar, em média, três vezes os teores destes minerais em relação ao tratamento controle. Aos 125 dias de fermentação, foram verificados os maiores teores destes minerais, em comparação ao período superior a 267 dias, indicando a maior disponibilidade destes nutrientes nos primeiros 125 dias de fermentação.

Tabela 4. Valores de micronutrientes encontrados em dejetos suínos durante processo de decomposição anaeróbica

Variável	Zinco (mg/kg)			Ferro (mg/kg)		
	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP ²	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
Tratamento/Dia						
0	2037	964	1500±226	1188	823	1006±120
125	1778	24555	13166±4944	920	17279	9099±3457
≥ 267	7052	1050	4051±1238	6249	1189	3719±1048
Média±EP	3622±703	8856±3810		2785±689	6430±2598	
Probabilidades ³						
Tratamentos	0,35			0,27		
Dia	0,57			0,39		
Tratamento*dia	0,77			0,61		

Variável	Manganês (mg/kg)			Sódio (mg/kg)		
	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
Tratamento/Dia						
0	1275	1188	1232±348	22570	6115	14342±2931
125	221	14884	7552±2970	55742	63329	59535±7885
≥ 267	1727	735	1231±254	17266	721	8993±4980
Média±EP	1074±305	5602±2148		31859±5505	23388±9703	
Probabilidades ³						
Tratamentos	0,25			0,30		
Dia	0,98			0,84		
Tratamento*dia	0,94			0,86		

Variável	Boro (mg/kg)			Cobre (mg/kg)		
	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP	Sem C. A.	Com C. A.	Média±EP
Tratamento/Dia						
0	42,7	4,7	23,7±7,0	346,5	193,6	270,1±39,5
125	113,2	190,0	151,6±23,9	336,0	4685	2510±967
≥ 267	67,4	8,18	37,79±14,5	1482,4	192,1	837±268
Média±EP	74,4±10,8	67,6±28,6		721,6±152,6	1690±742,9	
Probabilidades ³						
Tratamentos	0,63			0,33		
Dia	0,77			0,5		
Tratamento*dia	0,94			0,69		

¹ Casca de Arroz; ² Erro padrão da média; ³ Probabilidade do erro obtido pela análise de variância. Adaptado de Weber et al. (2017).

Segundo Lopes et al. (2014), zinco e cobre podem ser tóxicos para plantas quando adicionados em grandes quantidades ao solo. Passarin et al. (2016), verificaram toxicidade por este mineral em soja cultivada em latossolo vermelho distroférrico. Em latossolo vermelho, a capacidade máxima de adsorção de Cu é de 3021 mg/kg (Lopes, et al., 2014), valor superior ao encontrado aos 125 dias (2510,5 mg/kg) e ≥ 267 dias (837,3 mg/kg), o que indica que a utilização do composto como fertilizante não eleva à níveis tóxicos as quantidades destes minerais no solo.

Os teores de ferro observados (9099,5 e 3719,4 mg/kg aos 125 e ≥ 267 dias, respectivamente), foram cerca de 3,4 vezes inferiores aos obtidos por Sediyama et al. (2008), aos 84 dias de fermentação. Tal fato pode ser atribuído à menor concentração de sólidos totais dos dejetos suínos (<2%) quando comparado com o esterco (>60%).

Os teores de sódio e boro não foram influenciados pelos dois fatores estudados ($P>0,05$), apresentando comportamento diferente dos demais minerais. Para estes, os teores foram, em média, 1,2 vezes maiores no tratamento em que não foi utilizada a casca de arroz. Tal fato pode ser devido a casca de arroz possuir baixas quantidades destes minerais, a exemplo do sódio. Adicionalmente, Santos (2014) aponta que até 95% dos minerais adicionados às rações podem ser excretados pelos animais, o que justifica, para este estudo, os altos teores encontrados nos dejetos e consequentemente no tratamento sem adição de casca de arroz.

Neste sentido, Cavalcante et al. (2010) apontam que elevadas concentrações de sódio aplicados ao solo podem promover elevação do pH, condutividade elétrica do extrato de saturação e comprometer as relações de Na/Ca, Na/Mg e Na/Ca+Mg, diminuindo a absorção pela planta.

Em trabalho com dejetos líquidos de suínos e serapagem de eucalipto, Cavaletti (2014) apontou valores de Na de 2700 mg/kg e de Bo de 35 mg/kg, valores inferiores aos obtidos no presente trabalho. Na maioria dos casos, aos 267 dias os valores dos nutrientes foram inferiores, quando comparado aos 125 dias, o que indica que períodos mais prolongados de fermentação podem diminuir a qualidade química do composto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à evaporação espontânea, o sistema mostrou-se ineficiente, uma vez que foi necessário um período muito longo de tempo para que toda a umidade seja perdida, além disso, embora havendo redução para os coliformes termotoleran-

tes do dia zero para o dia 125, em ambos os tratamentos, essa redução não foi eficaz, ficando esses valores acima do limite permitido na legislação, o que limita a utilização desse produto como adubo orgânico, principalmente em pastagens, produção de hortaliças, tubérculos e raízes.

E por fim, a adição de casca de arroz durante o processo de fermentação anaeróbica não influencia os teores dos minerais, e o período de armazenamento de 125 dias é suficiente para promover a estabilização química do composto e disponibilizar maiores quantidades de N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes ao solo.

Para viabilizar o processo, uma alternativa seria a utilização da compostagem, com a utilização de equipamento para fazer a incorporação do dejetos líquido, no entanto, é preciso ressaltar que a casca de arroz tem como limitante sua baixa capacidade de absorção.

Agradecimentos

À Yargo Suinocultura de Itaquí, pela construção de toda estrutura necessária para realização do experimento, e pelos demais auxílios prestados.

A todos os alunos de graduação em Agronomia e do Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia (BICT) da Unipampa, campus Itaquí, que auxiliarem na condução desse experimento.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, C. A. O.; ALVES, M. V.; MAFRA, Á. L.; CASSOL, P. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; SANTOS, J. C. P. Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um latossolo vermelho sob semeadura direta. *Ciência Agrotec.*, Lavras, v. 34, n. 4, p. 804-809, jul./ago., 2010.
- BELLI FILHO, P.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; COSTA, R. H.R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, n. 1, p. 166-170, 2001.
- BOCK, D. F. Composição microbiológica de dejetos suínos com e sem a adição de casca de arroz submetida à secagem espontânea. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaquí. Outubro de 2013, 35f.
- BROCK, J.; NOGUEIRA, M.R.; ZAKRZEWSKI, C.; CORAZZA, F. de C.; CORAZZA, M. L.; OLI-

VEIRA, J. V. de. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p. 564-570, 2008.

CAVALCANTE, L.F.; VIEIRA, M.S.; SANTOS, A.F.; OLIVEIRA, W.M.; NASCIMENTO, J.A.M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.

CAVALETTI, L. B. Avaliação do sistema de compostagem mecanizada para dejetos suínos. Monografia. Curso de engenharia ambiental. Centro universitário Univates. Lageado, 2014. 84p.

CHEFETZ, B.; CHEN, Y.; HADAR, Y. Purification and characterization of laccase from *Chaetomium thermophilum* and its role in humification. *Applied and Environmental Microbiology*. v. 64, p. 3175-3179, 1998.

CHERNICHARO, C.A.L. Reatores anaeróbios. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Belo Horizonte: DESA, UFMG, v. 5. 1997, 247p.

CIANCIO, N. H. R.; CERETTA, C. A. Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. 2010.

CLESCERI, L. S.; EATON, A. D.; GREENBERG, A. E.; RICE, E. W. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association: APHA, 1600p, 2005.

CÔTE, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. *Bioresource Technology*, v. 97, p. 686-691, 2006.

DAI PRÁ, M. A. D.; CORRÊA É. K.; CORRÊA, L. B.; LOBO, M. S. da; SPEROTTO, L.; MORAES, E. Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos. Porto Alegre. Ed. Evangraf Ltda., p. 144, 2009.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. Manejo dos dejetos de suínos. Boletim Informativo de Pesquisa, EMBRAPA, ano 7, n. 11, março, 1998, 41p.

DELLA, V. P. Processamento e caracterização

de sílica ativa obtida a partir da cinza de casca de arroz. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de Solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. Portaria nº02 de 09 de janeiro de 2003 que disciplina o ordenamento e a tramitação dos processos de licenciamento ambiental e dá outras providências. Portaria nº 002/03. Florianópolis, Diário Oficial de Santa Catarina, p. 75-80, 2003.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Emissão de dióxido de carbono após aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 43, n. 1, p. 107-114, 2008.

GONÇALVES, A.F.; YOSHIHARA, M.M.; CARVALHO, E.A.; STREY, L. MORAES, A.J. Teores de nutrientes e metais pesados em plantas de estragão submetidas a diferentes fertilizações. *Rev. Ciênc. Agrônômica*, v. 46, n. 2, p. 233-240, 2015.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. *Scientia Agrícola*, v. 56, n. 2, p. 301-304, 1999.

KIEHL, J. E. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 1985. 492p.

LHAMBY, A. R.; SENNA, A. J. T.; CANES, S. E. A prática da gestão ambiental agroindustrial: um estudo de caso em uma agroindústria que produz energia elétrica a partir da casca do Arroz. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Bauru, São Paula, 2010, 5p.

LOPES, C.; CAMPOS, M.L.; SILVEIRA, C.B.; GATIBONI, L.C.; MIQUELUTTI, D. J.; CASSOL, P.C.; MEDEIROS, I.F. Adsorção de Cu e Zn num latossolo vermelho tratado com dejetos suínos. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 61, n. 6, p. 997-1005, 2014.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 - Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União,

julho, 2009.

MEDRI, W. Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos. Tese doutorado, universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G.M.C. Dejeito líquido de suíno como fertilizante orgânico. Boletim técnico n.84. Instituto Agrônômico do Paraná- IAPAR, Londrina, 2015. 32 p.

OELKE, C. A.; RIBEIR, A. M. L.; MORAIS, D. L. C.; BOCK, D. F.; KROLOW, R. H.; MISSIO, E.; BERWANGER, L. Fermentação dos dejetos suínos com e sem adição de casca de arroz: efeito na composição microbiológica. Rev. Cient. Rural-Urcamp, Bagé-RS, vol. 16, 2014.

OLESZKIEWICZ, J. A., KOZIARSKI, S. Kinetics of piggery wastes treatment in anaerobic lagoons. Agricultural Wastes. v. 16, n. 1, p. 13-25, 1986.

OLIVEIRA, P. A. V. Tecnologias para o Manejo de Resíduos na Produção de Suínos. Manual de Boas Práticas. Embrapa Aves e Suínos. Concórdia. 2004. 109 p.

OLIVEIRA, P.A.V. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Documentos 27. Concórdia. EMBRAPA - CNPSA. p.188, 1993.

OLIVER, A. de P. M.; NETO, A. de ANDRADE, S.; QUADROS, D. G. de. VALLADARES, R. E. Manual de treinamento em biodigestão. 2008. Disponível em: <http://www.ieham.org/html/docs/Manual_Biodigestao.pdf> Acesso em: 15 de setembro de 2013.

OLSON, JE; NANSEN, P. Inativação de alguns parasitas por digestão anaeróbia de gado pasta. Resíduos biológicos, v. 22, n. 2, p. 107-114, 1987.

PARK, K.J.; ALONSO, L. F. T.; NUNES, A. S. Determinação experimental da condutividade e difusividade térmica de grãos em regime permanente. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas. vol. 19, n. 2, 1999.

PASSARIN, O.M.; SAMPAIO, S.C.; ROSA, D.M.; REIS, R.R.; CORREA, M.M. Soybean nutritional status and seed physiological quality with swine wastewater. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental. v. 20, n. 1, p. 16-21, 2016.

PEARSON, H.W.; MARA, D. D.; MILLS, S. W.;

SMALLMAN, D.J. Physico-chemical parameters influencing faecal bacterial survival in waste stabilization ponds. Water Science Technology, Oxford, v. 19, p. 45-52, 1987.

PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MOTERANI, F. Efeito do pH, acidez e alcalinidade na microbiota de um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) tratando efluentes de suinocultura. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 157-168, 2009.

PICOT, B.; MOERSDIK, S.; CASELLAS, C.; BONTOUX, J. Using diurnal variations in the highrate algal pond for management pattern. Water Science Technology, v. 28, n. 10, p. 169-175, 1993.

QUINGGE F.; YAMAMICHI, H; SHOYA, M.; SUGITA, S. Study on the pozzolanic properties of rice husk ash by hydrochloric acid pretreatment. Cement and concrete research. v. 34, p. 521-526, 2004.

SANTOS, M. A. A. dos; SCHMIDT, V.; BITENCOURT V. C.; MAROSO, M. T. D. Esterqueiras: avaliação físico-química e microbiológica do dejeito suíno armazenado. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 537-543, 2007.

SANTOS, R.C. Cobre, zinco, manganês e sódio em rações, dejetos líquidos de suínos e solos de áreas de uso agrícola. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2014, 146p.

SARDÁ, L. G.; HIGARASHI, M.M.; MULLHER, S.; OLIVEIRA, P.A.; COMIN, J.J. Redução da emissão de CO₂, CH₄ e H₂S através da compostagem de dejetos suínos. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental. v. 14, n. 9, p. 1008-1013, 2010.

SDA – Secretária de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa SDA Nº 27, 05 de junho de 2006. Publicada no D.O.U do dia 09/06/2006, nº 110, seção 1, p. 15-16.

SEDIYAMA, M.N.; VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W.; PINTO, C. O.; SALGADOL.T. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n.6, p. 638-644, 2008.

SEGANFREDO, M. A.; Indicadores de pressão ambiental no uso de dejetos suínos como fertilizante do solo e análise de sua aplicabilidade. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 13, 2007, Florianópolis. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007.

SPERLING, M. V. Lagoas de estabilização: Princípios e Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, p. 134, 1996.

TAM, N. F. Y.; TIQUIA, S. Assessing toxicity of spent pig litter using a seed Germination technique. Resources, Conservation and Recycling, v. 11, p. 261-274, 1994.

VIELMO, H.; BONA FILHO, A.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S.; ADAMI, P. F. Effect of fertilization with fluid swine slurry on production and nutritive value of Tifton 85. R. Bras. Zootec., v. 40, n. 1, p. 60-68, 2011.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of De-gtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, v. 37, p. 29-38, 1934.

WEBER, N. C.; OELKE, C. A.; AZEVEDO, E. B. A.; RAMOS, A. A. B.; FRESINGHELLI, J. C.; WINKLER, J. C. P. Efeito da adição de casca de arroz na decomposição Anaeróbica de dejetos suínos sobre os teores de macro e Micronutrientes. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v. 7, n. 1, p. 51-58, Março, 2017.

CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A EROSÃO DO SOLO CAUSADA PELO EFEITO *SPLASH*

Nathaly Eduarda
Rocha
CAAR

Gislaine Gabardo
CAAR

Lana Evilyn Barboza
CAAR

Alexandre S. de
Agustinho
CAAR

Flávia Maruim Soares
CAAR

Jackson Gaudeda
Inglês De Lara
CAAR

Camila Morais
Cadena
CAAR

RESUMO

Erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento sendo um grande desafio para a agricultura. O efeito da gota no solo, exerce sua ação erosiva pelo impacto, ao cair com velocidade e energia variáveis. O efeito *splash* resulta na ruptura dos agregados do solo quando golpeados pela gota d'água da chuva, este efeito é um grande potencializador das etapas posteriores do processo erosivo. O objetivo deste projeto foi conscientizar crianças sobre a ocorrência da erosão pluvial, especificamente o efeito *splash*, e como este pode ser evitado. Para uma melhor compreensão das crianças sobre tal efeito foi realizada uma dinâmica com bandejas. Estas bandejas serviam para simular o que ocorrer no campo (plantio convencional e direto), como também na cidade. A chuva foi simulada com um irrigador, neste momento as crianças colocavam as mãos perto da bandeja e observaram os respingos nas mãos, e na quantidade de solo que a chuva "levou". Essa dinâmica foi realizada nas três situações, permitindo a discussão sobre a importância da cobertura do solo, tanto no meio rural quanto urbano. As crianças perceberam que não é preciso muito para conservar e cuidar do solo, podendo o mesmo ser executado através de práticas simples. Afinal a eles serão a próxima geração que cuidar do nosso planeta Terra.

Palavras-chave: Degradação; Efeito "*splash*"; Futuro; Crianças.

1. INTRODUÇÃO

Durante anos as rochas vêm sofrendo intemperismo, fenômeno no qual ocorre a formação do solo. O solo é um elemento de extrema importância para os seres vivos, uma vez que este é a base para construções civis, para a alimentação e até mesmo para o vestuário. Por estes e outros motivos deve-se haver um cuidado especial com ele. Um dos principais fatores que vem causando dano a este elemento é a erosão, sendo um dos processos responsáveis pela deterioração do solo, provocado por fontes naturais e também antrópicas (GUIMARÃES et al., 2019; DA SILVA et al., 2019).

Por conta da adaptação do homem em todos esses anos na Terra, o solo foi um dos elementos mais explorado e modificado, e teve como consequência sua degradação. A realização da agricultura de forma inadequada acarreta na degradação do solo além dos recursos hídricos. Para reparar este dano, hoje boas práticas agrícolas para estimular a conservação do solo são debatidas, elaborando ações para seu manejo adequado. O emprego de tecnologias, aplicações exorbitantes de defensivos químicos (agrotóxicos), a erosão e desmatamento são os principais fatores que estão afetando de forma negativa o solo e também a água (De RESENDE et al., 2016).

A erosão ocorre no meio urbano e rural. A erosão de solos agrícolas é um dos problemas que assolam as propriedades rurais, causando sérios prejuízos, como a diminuição da produtividade, aumento do uso de fertilizantes, diminuição da capacidade de retenção da água no solo. Outro fator agravante é que o manejo inadequado do solo que favorece a sua sedimentação, prejudicando as camadas mais férteis, assim resultando em perda de produtividade (CAMARGO et al., 2004).

Em muitos casos a erosão toma dimensões mais acentuadas tornando-se irreversíveis principalmente quando se refere a pequenas propriedades, que geralmente ocupam áreas impróprias para a agricultura. A erosão pode ter origem a partir de agentes naturais, sendo classificada como: erosão pluvial (água da chuva), eólica (ação do vento), fluvial (água dos rios), marinha, glacial e gravitacional (DA SILVA, FELIZMINO, & DE OLIVEIRA, 2015; De ALMEIDA et al., 2016).

Entretanto a maior influenciadora nas áreas agrícolas é a erosão pluvial, causada pelas chuvas e pode manifestar-se de diferentes maneiras: erosão laminar, erosão em sulcos e efeito *splash*. O efeito *splash* é provocado a partir das gotas de água da chuva, estas irão cair e com impacto sobre o solo, descoberto (ou desprotegido) acaba ocorrendo o espalhamento das partículas de terra (BERTONI et al., 1990).

A quantidade de material desagregado vai depender da quantidade de energia cinética contida nas gotas. Gotas maiores e que caem com maior velocidade tem maior potencial para desagregar o solo. Diferentes solos poderão resistir de maneira diferente ao impacto das gotas devido as suas propriedades. O fator cobertura vegetal vai influenciar diretamente a quantidade de solo desagregado pelo impacto das gotas. Esta erosão apesar de ser lenta e pequena, pode acabar sendo ignorada, e assim irá desenvolver-se para outra erosão maior e cada vez se agravando (RUBIRA, 2016).

Os sistemas de manejo conservacionistas de solo têm sido reconhecidos com grande importância na sustentabilidade e manutenção dos agroecossistemas brasileiros por ter função de maior manutenção das estruturas e agregados do solo, maior disponibilidade na relação água- planta e controle da erosão (MORAES et al., 2013).

É importante a conscientização, por parte dos proprietários sobre a conservação do solo. Algumas áreas agricultáveis adotam práticas conservacionistas, como o plantio direto, forragem com uma adubação verde no período de entre safra, para recompor a matéria orgânica do solo, utilização de curvas de nível para diminuir o processo de escoamento superficial, dentre outras práticas adotadas que ajudam a controlar os processos erosivos aumentando assim a fertilidade do solo através da camada de matéria orgânica que implicará no aumento de umidade, e a retenção de água no solo (DERPSCH et al., 1991; DREW 1994).

O sistema plantio direto, tem como princípio o não revolvimento do solo, a manutenção da cobertura e uma adequada rotação de culturas (SILVA; ROSOLEM, 2001). Os fatores ligados à cobertura vegetal podem interferir de diversas formas na problemática erosiva, contribuindo entres outros fatores, para a redução da energia cinética da chuva, para a formação de húmus e seu efeito direto na manutenção da estabilidade dos agregados (GUERRA, 1995).

Em resumo, a vegetação atua como a defesa natural do solo contra a erosão, protege o solo interceptando as gotas de chuva, sua decomposição agrega matéria orgânica, reduz o escoamento superficial, eleva os índices de infiltração, mantém constante a umidade do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990; DIAS JUNIOR, 2000).

Com base nisto, o projeto teve por finalidade conscientizar as crianças sobre a importância da cobertura vegetal e a sua influência no efeito *splash*, além de conscientizar e provocar interesse na geração futura, sobre a importância da conservação do solo, pois é importante que desde menores entendam que o manejo incorreto e a falta de consciência com o

meio ambiente afetam o mundo em que vivemos.

2. METODOLOGIA

O evento ocorreu no Colégio Agrícola Estadual Augusto Ribas, nos dias 31 de julho e 1º de agosto de 2019, mostrando para as crianças das escolas municipais de Ponta Grossa métodos de conservação do solo. Como é um assunto abrangente, o nosso grupo teve como temática a conservação do solo através dos cuidados contra a erosão pluvial e contaminação da água.

Após uma apresentação simples sobre a erosão pluvial, especificamos o efeito *splash*, e para uma melhor compreensão das crianças sobre tal efeito foi realizada uma dinâmica com bandejas. Estas bandejas serviam para simular o que ocorre no campo em diferentes situações como o plantio convencional e o plantio direto, bem como na cidade (Figura 01).

Figura 01 – Dinâmica realizada com os alunos com o solo descoberto e coberto, demonstrando o efeito “*splash*”.



Fonte: Gislaine Gabardo

Para falar da importância da cobertura do solo, foi dado um exemplo mais simples para as crianças compreenderem, pois quando sentimos frio nos cobrimos com uma coberta, assim ela irá nos proteger, para as plantinhas, a palhada é o cobertor do solo, ela irá protegê-lo da chuva.

No início da apresentação de uma forma simples e lúdica, foi relatado que a erosão é um processo de

desagregação e arrasto das partículas superficiais do solo, podendo ser causada pela ação antrópica, pelo vento e pela água. Relatando em especial sobre a erosão pluvial causada pela água da chuva. Detalhamos o efeito *splash*, que ocorre do seguinte modo: quando chove, as gotas de água caem sobre o solo com um forte impacto, caso este estiver sem proteção vegetal irá espalhar as partículas de solo, muito das as vezes este caso passa despercebido, e apesar de parecer inofensivo com o tempo pode causar uma erosão mais grave.

Quanto mais intensa for a erosão por *splash*, maior deverá ser a susceptibilidade da superfície aos processos de selamento, a erosão por salpicos tem, portanto, estreita relação com a estabilidade dos agregados. Quando o solo começa a apresentar sinais de empobrecimento, o efeito *splash* atua com mais intensidade devido à ausência de matéria orgânica na camada superficial, com isso os grumos do solo se tornam mais susceptíveis ao impacto das gotas. Quando ocorre o saturamento do solo e junto com ele as primeiras incisões de escoamento superficial, inicia-se assim, à remoção dos desagregados em direção as partes mais baixas (DERPSCH et al., 1991; DREW 1994).

Para que as crianças entendessem melhor o que é o efeito *splash* foi realizada uma dinâmica com três bandejas (Figura 01), simulando a ação das gotas da chuva com um regador, e ocorreu da seguinte maneira: As crianças aproximavam-se das bandejas e faziam “conchinha” com a mão envolta de cada amostra, depois da simulação da chuva pedimos para cada criança mostrar para seus colegas suas mãozinhas, os quais tinham que descrever como a mão estava e o porquê deste resultado.

Na primeira bandeja com uma amostra sem qualquer proteção vegetal (plantio convencional), após chover os pequenos notaram que a mão estava suja de terra. Na segunda amostra a bandeja continha solo coberto por grama, aqui as crianças notaram que após a chuva sua mão estava com menos terra que a anterior. E por fim a terceira amostra possuía um solo coberto com palhada (plantio direto), nesta as crianças observaram que as mãozinhas estavam com gotinhas de água limpa, sem quaisquer vestígios de partículas de solo. No final as crianças discutiram sobre a importância do solo estar protegido, tanto no campo quanto na cidade. Concluindo que o impacto da gota da chuva desagrega o solo nu, muito mais do que o solo com vegetação.

Segundo Guerra (2004), a destruição da vegetação pode se dar através da remoção direta pelo homem, remoção pela pecuária intensiva (muitos animais para pouco pasto), remoção pelo fogo, onde os animais de grande porte, além de removerem a

vegetação criam com suas patas, sulcos no terreno, que aceleram o processo erosivo onde a pastagem intensiva não permite que o solo recupere sua cobertura vegetal, empobrecendo-o em matéria orgânica e nutriente minerais.

O processo erosivo desencadeado pelas águas da chuva, alcança quase toda a superfície terrestre, com especial destaque para as áreas localizadas nos trópicos, onde os índices pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta e a erosão, a partir dos efeitos das águas na superfície dos terrenos, depende muito da chuva, da infiltração da água, da topografia (declive mais acentuado ou não), do tipo de solo e da quantidade de vegetação existente (GUERRA, 1998).

Durante a dinâmica, uma menina chegou a comentar sobre o quintal da sua casa, onde não havia cobertura do solo, e que havia erosão também na cidade. As crianças também compreenderam a importância das plantas, que evitam a erosão, pois as raízes mantêm o solo úmido. As raízes das plantas ligam o solo e se entrelaçam com outras raízes, dão mais resistência à estrutura do solo, evitando assim os deslizamentos de terra. Finalizando a apresentação e a dinâmica, foi discutido sobre a importância de um solo conter uma proteção vegetal e plantas, conscientizando as crianças desde pequenas sobre a conservação do solo.

Ao final, as crianças perceberam que o homem modifica o meio ambiente, por exemplo, com o uso e o manejo da terra que na maioria das vezes, tende a acelerar os processos erosivos (Guerra e Mendonça 2004), devido ao mau uso e a ocupação, com a intensa atividade agropecuária, desmatamento das matas ciliares de mananciais, consequentemente levando a diminuição e a perda da cobertura vegetal e nutrientes do solo, compactação da terra e assoreamento dos cursos hídricos.

Ressaltamos ainda os processos de desenvolvimento da sociedade e da economia no âmbito industrial e agrícola, o homem passa a interferir intensamente sobre o meio ambiente, provocando mudanças nas formas de relevo, tanto rural quanto urbano, levando a uma antropogenização elevada no meio ambiente.

Os problemas ambientais a cada dia assumem novas proporções, passando de locais e regionais, para escalas planetárias, onde o impacto do homem sobre o meio natural reflete consequentemente em constantes desequilíbrios, que estão colocando em ameaça a própria continuidade da raça humana no planeta (SANTOS, CHANG E CELLIGOI, 2003; DA SILVA et al., 2019).

3. RESULTADOS ESPERADOS

Propiciar para as crianças a oportunidade de entenderem e compreenderem melhor sobre a importância de conservar e cuidar do solo. E que este tipo de erosão causada pelo efeito *splash* seja olhada de uma forma mais delicada, pois apesar de ser um processo mais lento, pode ter como consequência uma erosão laminar, seguida de em sulcos, e cada vez tornando-se mais grave.

As crianças perceberem que a falta de cobertura vegetal, pode influenciar muito no efeito *splash*, tanto no meio rural quanto urbano. Além de mostrar aos alunos que a vegetação protege o solo do impacto da gota da chuva e o protege da erosão.

Outro fator extremamente importante, é que as crianças serão disseminadoras do conhecimento, contribuindo para o controle da erosão tanto no ambiente rural, quanto urbano.

4. CONCLUSÃO

A experiência através da dinâmica com as bandejas para as crianças mostrou-se muito eficiente, pois conseguiram descrever o que houve e quais os motivos dos resultados de cada situação prática.

Após o término do trabalho realizado com as crianças, fica claro a importância de participar deste projeto como técnico agrícola, pois ele proporciona muita experiência e aprendizado nas etapas finais da nossa formação, além do objetivo principal, cujo é conscientizar os pequenos sobre a conservação do solo e a erosão.

Não há dúvida de que uso, ocupação e as formas de trabalho empregadas pelo homem no solo são os grandes responsáveis pela instalação focos degradantes e, logicamente por suas consequências, que atrapalham o equilíbrio natural e suas relações sociais.

Hoje, fazer apenas a nossa parte ainda é pouco, temos que lutar para que todos façam, a partir de uma ampla difusão dos ideais conservacionistas, investimento em pesquisas, aproximar a comunidade acadêmica dos demais segmentos da sociedade, para que esta venha discutir, indagar, cobrar e apontar alternativas, enfim, buscar alternativas para ampliar e difundir as discussões e atuações a serem feitas para reverter tais situações.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1990. p.11- 93; 320-343.

CAMARGO, G.; CAMARGO FILHO, M.; MASCARELLO, L. V. Processo de erosão em ravinas e voçorocas na Bacia do Rio das Pedras-Guarapuava-PR. In: BATTISTELLI, M.; CAMARGO FILHO, M.; HEERDT, B. (org) Proteção e manejo da Bacia do Rio das Pedras: relato de experiências. Guarapuava-PR: Ed. Gráfica b & D, 2004. p.51-59.

DA SILVA, D. D. E.; FELIZMINO, F. T. A.; DE OLIVEIRA, M. G. Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares-PB. *Holos*, v. 8, p. 148-165, 2015.

DA SILVA, L. F.; DE SOUZA, B. I.; BACANI, V. M. INTENSIDADE DA AÇÃO ANTRÓPICA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CARIRI PARAIBANO. *Caminhos de Geografia*, v. 20, n. 71, p. 364-383, 2019.

DE ALMEIDA, W. S., DE CARVALHO, D. F., PANACHUKI, E., VALIM, W. C., RODRIGUES, S. A., VARELLA, C. A. A., 2016. Erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo e níveis de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.9 n.51, p.1110- 1119, 2016.

DE RESENDE, A. V., FONTOURA, S. M. V., BORGHI, E., DOS SANTOS, F. C., KAPPES, C., MOREIRA, S. G., OLIVEIRA JUNIOR, A. D., BORIN, A. L. D. C. Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.2016.

DERPSCH, R., ROTH, C. H. SIDIRAS, N. e KÖPKE, U. Controle da erosão no estado do Paraná. Sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo Eschborn, Alemanha. 1991. DIAS JUNIOR, M. Compactação do solo. In: *Tópicos de ciência do solo/ publicação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, volume 01, 2000. p. 55-94.

DREW, D. Processos interativos homem-meio ambiente. - 3. ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 149-209.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas

encostas. In: Guerra, Antonio José Teixeira; Cunha, Sandra Baptista da. (Orgs.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.149-209.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org). *Reflexões sobre a geografia física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 225-256.

GUIMARÃES, C. C. B., DEMATTÊ, J. A. M., AZEVEDO, A. C., SILVA, R. C. Intemperismo em perfis de solos pouco intemperizados originários de rochas magmáticas. *Clécia Cristina Barbosa Guimarães*, p.19, 2019.

MORAES, M. T. Qualidade física do solo sob diferentes tempos de adoção e de escarificação do sistema plantio direto e sua relação com a rotação de culturas. 2013. 205 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

RUBIRA, F. G., DE MELO, G. D. V., DE OLIVEIRA, F. K. S. Proposta de padronização dos conceitos de erosão em ambientes úmidos de encosta. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 33, n. 1, 2016. SANTOS, M. M. dos; CHANG, K. C.; CELLIGO, I. Avaliação da vulnerabilidade de aquíferos da formação serra geral: uma proposta metodológica. In: CARVALHO, M. S. de (org). *Geografia, meio-ambiente e desenvolvimento*. Londrina-PR: a Autora, 2003.

SILVA, R. H.; ROSELEM, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.25, p.253-260, 2001.



DESEMPENHO AGRONÔMICO TARO CULTIVAR “SÃO BENTO” A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Guilherme Peterle
UENF

Gabriel Peterle
UFV

Gustavo Haddad
Souza Vieira
IFES

Andre Dalla
Bernardina Garcia
UENF

Dandara Lyone Silva
de Oliveira
UENF

Paola Alfonsa Vieira
Lo Monaco
IFES

João Nacir Colombo
IFES

Jéssica Broseghini
Loss
UENF

RESUMO

O experimento foi conduzido no IFES *campus* Santa Teresa, a uma altitude de 130 metros, utilizando o delineamento de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos (L1 = 25%, L2 = 50%, L3 = 75%, L4 = 100% e L5 = 125% da ET_{pc}) e quatro repetições. Dados meteorológicos foram coletados diariamente na estação meteorológica da área experimental e a partir destes fez-se o manejo da irrigação utilizando o aplicativo IRRISIMPLES®, determinando-se a demanda hídrica da cultura e realizando-se o balanço hídrico diário. Avaliou-se a produtividade de rizomas totais e comerciais e a eficiência no uso da água pelo taro. Os resultados obtidos foram submetidos a ajustes de equações de regressão. Após colhidos, os rizomas foram separados em cinco classes de acordo com PUIATTI et al. (1990). A lâmina de irrigação de 125% da ET_{pc} proporcionou as maiores produtividades de rizomas total e comercial, seguida da lâmina de 100%. A lâmina que proporcionou a maior eficiência de uso pelo taro foi a de 75%, seguido pela lâmina de 100%.

Palavras-chave: Irrigação; *Colocasia Esculenta*; Produtividade.

1. INTRODUÇÃO

O taro (*Colocasia esculenta*) antigamente denominado Inhame, é a principal hortaliça do Estado do Espírito Santo em área plantada, com aproximadamente 3.200 ha e 90.000 toneladas de produção em 2017 correspondendo a cerca de 14% da área e 9,8% do total da produção de olerícolas do Estado (GALEANO, 2017). O taro é cultivado em 36 municípios do Espírito Santo, sendo que em Alfredo Chaves (maior produtor do Estado) e Conceição do Castelo a importância da cultura se traduz em festas populares que se realizam anualmente nas comunidades de São Bento de Urânia e da Mata Fria, respectivamente.

Até mesmo a necessidade de água para a cultura não está consolidada, sendo que na maioria das vezes não está ligada a critérios técnicos, o que acarreta no dispêndio desnecessário com energia para a irrigação e desperdício de água ou ainda, a subutilização do sistema de irrigação.

No caso do taro, há uma escassez de informações técnicas sobre as condições edafoclimáticas brasileiras, sendo que a maioria dos trabalhos citados na literatura é proveniente de pesquisas em outros países (Godin et al., 2005). No que se refere a necessidade hídrica dessa cultura a falta de informação é nítida, não sendo conhecido os requerimentos de água nas suas fases fenológicas para as condições dos agroecossistemas brasileiros.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no setor de Olericultura do Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus* Santa Teresa. A área está localizada sob as coordenadas 19°48'36" de latitude Sul e 40°40'48" de longitude Oeste, apresenta altitude média de 130 m.

O solo é predominante do tipo Latossolo Amarelo Eutrófico, textura argilosa, contendo 63 % de argila em sua composição. De acordo com NÓBREGA et al. (2008), o clima da região é considerado do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1 408 mm, sendo novembro o mês mais chuvoso e junho o único mês do ano com uma precipitação média inferior a 60 mm. A temperatura média anual é de 19,9°C, sendo as médias das máximas e das mínimas iguais a 26,2°C e 14,3°C, respectivamente.

Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais com área igual à 12 m². Cada parcela continha quatro linhas de cultivo, das quais foram

avaliadas oito plantas nas duas fileiras centrais, denominadas plantas úteis da parcela. O espaçamento utilizado para a cultura foi de 1 x 0,3 metros. Os tratamentos consistiram na aplicação de lâminas de irrigação referentes a 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da Evapotranspiração Potencial da Cultura (ET_{pc}), (MANTOVANI et al. 2009).

A definição das lâminas de irrigação de cada um dos tratamentos foi obtida a partir da determinação da evapotranspiração potencial da cultura para o tratamento de 100%. Para aplicar as diferentes lâminas de irrigação diferentes tratamentos foi necessário, instalar números diferentes de emissores (de mesma vazão) por metro linear de tubulação.

O manejo da irrigação foi auxiliado pelo aplicativo IRRISIMPLES®, que possibilitou o cálculo do balanço hídrico por meio de medidas climáticas e de ajustes de campo, por meio da determinação esporádica do teor de água do solo (MANTOVANI, 2007). A metodologia de cálculo da evapotranspiração adotada no aplicativo IRRISIMPLES® é descrita na Equação 1. O coeficiente da cultura (K_c) utilizado para o taro nesse trabalho foi o proposto por FARES (2008) e sugere os seguintes valores: K_{c inicial}: 1,05, nos dois primeiros meses após o plantio; K_{c médio}: 1,15, do segundo ao sexto mês após o plantio e K_{c final}: 1,1, do sexto mês até a colheita.

$$ET_c = ET_0 k_c k_s k_L \quad (1)$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹);

ET₀ = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);

K_c = coeficiente da cultura (adimensional);

k_s - coeficiente devido à umidade do solo;

K_L = fator de correção devido a localização, em função da fase de desenvolvimento da cultura, do espaçamento, da área molhada e da área sombreada.

A determinação da ET₀ foi realizada empregando-se o modelo de HARGREAVES e SAMANI apresentado por RODRIGUES et al. (2005), podendo ser observado na Equação 2.

$$ET_0 = (0,0023 R_a (T_{\max} - T_{\min})^{\frac{1}{2}} (T_{\text{méd}} + 17,8) \quad (2)$$

Em que:

ET₀ = Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹)

R_a = Radiação no topo da atmosfera, (mm dia⁻¹);

T_{máx} = temperatura máxima do ar (°C);

T_{mín} = temperatura mínima do ar (°C);

$T_{\text{méd}}$ = temperatura média do ar (°C).

Para a quantificação da uniformidade de distribuição de água pelo sistema foi determinado o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) de acordo com a Equação 3.

Para a determinação do CUC do sistema de irrigação, foi utilizada o método proposto por KELLER e KARMELI (1975), que sugerem a coleta da vazão em 4 pontos ao longo da linha lateral, ou seja, do primeiro gotejador, dos gotejadores situados a 1/3 e a 2/3 do comprimento da linha e o último gotejador. As linhas selecionadas dentro do setor devem ser: a primeira, as situadas a 1/3 e 2/3 do comprimento e a última linha lateral, sendo obtidos ao todo 16 valores.

$$CUC = \left(1 - \sum \frac{|x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right) \quad (3)$$

Em que:

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);

X_i = vazão de cada gotejador ($L h^{-1}$);

X = vazão média dos gotejadores ($L h^{-1}$);

n = número de gotejadores.

Antes da implantação da cultura, a área experimental foi gradeada com a finalidade de realizar o controle mecânico das plantas invasoras e nivelar o solo no local. Em seguida, foram abertos os sulcos de plantio distanciados em um metro entre linhas com 0,1 metros de profundidade.

Por meio da análise química do solo da área, concluiu-se que não haveria necessidade de se realizar nenhum tipo de adição de fertilizantes (orgânicos ou minerais) no plantio, resguardando sua aplicação em cobertura durante a amontoa. Foram utilizados rizomas filhos médios para a implantação do experimento, estes foram distribuídos nos sulcos de plantio de maneira que a gema ficasse voltada para cima. Em seguida, os rizomas foram cobertos com solo até, aproximadamente dois centímetros acima do ápice da gema.

Após a implantação da cultura, foi realizada uma capina com enxada para evitar a competição com plantas invasoras e aos 60 dias após o plantio (DAP) foi feita a amontoa. Uma semana antes da amontoa foi aplicado um litro de esterco bovino curtido por metro linear, em todos os tratamentos. Durante a realização da amontoa foram aplicados ainda 45 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de ureia e 45 kg ha^{-1} potássio na forma de cloreto de potássio.

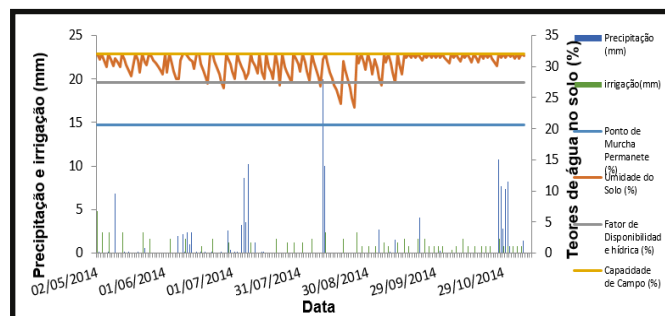
Os resultados obtidos foram submetidos à Análise

de Variância (ANOVA). Para a produtividade de rizomas totais, produtividade de rizomas comerciais e eficiência no uso da água foram ajustadas equações de regressão, com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS

Na Figura 1 estão apresentadas as precipitações, os eventos de irrigação e a variação da umidade do solo ao longo do período experimental. Após as lâminas serem impostas o volume total precipitado foi de 128 mm. Pode-se observar que as maiores precipitações se concentraram em três épocas, início de junho, início de agosto e final de outubro, no restante do período a irrigação foi a única entrada de água nas parcelas.

Figura 1 - Capacidade de campo, ponto de murcha permanente, teor de água no solo, umidade atual do solo, precipitação e eventos de irrigação no período de maio a novembro de 2014, para o tratamento com a lâmina igual a 100% da ET_o .



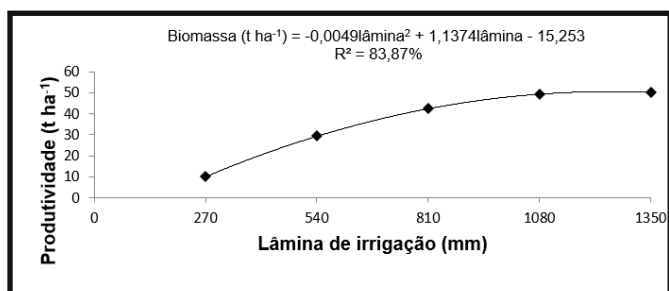
Fonte: Autor

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a produtividade de rizomas total para o clone de taro São Bento são apresentados no Gráfico 1. É possível observar que, com o aumento da lâmina de irrigação há um incremento na produtividade de rizomas total até um limite, a partir daí ocorre a inversão na tendência de crescimento. A maior produtividade obtida no experimento foi de 50,10 t ha^{-1} na lâmina de 1350mm (125% da ET_{pc}), entretanto a máxima produtividade é atingida com a lâmina de 116% da ET_{pc} , cerca de 1252, 8 mm.

Pela água ser um fator limitante ao desenvolvimento, o aumento da quantidade de água a cultura pode expressa seu potencial produtivo. Entretanto, a partir de um ponto máximo há a tendência da produtividade decrescer, devido ao excesso de água, baixa aeração das raízes e à perda de nutrientes por lixiviação.

Gráfico 1 - Produtividade total de rizomas de taro em função das cinco lâminas de irrigação.

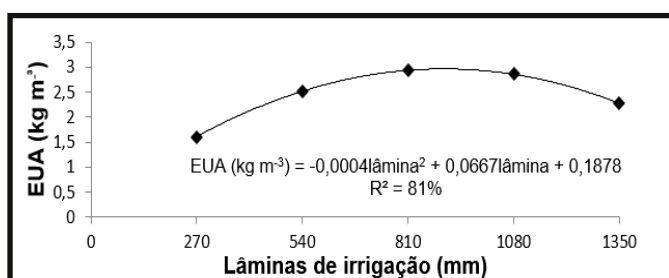


Fonte: Autor

Segundo INCAPER (2010) a produtividade média de rizomas comerciais do clone de taro São Bento no Estado do Espírito Santo atinge cerca de 20 t ha⁻¹. Para essa categoria foram obtidos valores de produtividade superiores, sendo que na lâmina de 1350 mm (125% da ETpc) atingiu 26,21 t ha⁻¹, com uma lâmina de 125%. Contudo, a produtividade rizomas comerciais, é atingida com a lâmina de 116% da ETpc.

O uso eficiente da água obtido pelo taro no experimento está descrito no Gráfico 2. Observa-se que com o aumento na lâmina de água aplicada resultou no aumento da eficiência do uso da água até atingir o valor máximo de 2,78 kg m⁻³ com a lâmina de 810 mm, seguido de um decréscimo nas lâminas posteriores.

Gráfico 2 - Eficiência do uso da água para a produção de rizomas de taro em função das cinco lâminas de irrigação.



Fonte: Autor

Os custos com a irrigação do taro para um hectare estão descritos na tabela 3 bem como a produtividade de rizomas comerciais. Observa-se que de acordo com o aumento na lâmina de irrigação aplicada na cultura, há um incremento considerável no custo com a prática. De maneira análoga, há também o incremento na produtividade de rizomas comerciais, como já foi dito antes a maior lâmina possibilita a maior produtividade, contudo essa lâmina também apresenta o maior custo.

Tabela 1 - Custo com a irrigação para um hectare de taro, cultivar São Bento.

Lâminas (mm)	Custo (R\$)	Produtividade de rizomas Comerciais (t ha ⁻¹)
270	143,76	4,08
540	287,53	14,64
810	431,59	21,85
1080	575,36	25,70
1350	695,65	26,21

Fonte: autor

5. CONCLUSÃO

A máxima eficiência no uso da água pelo taro é atingida com a lâmina de 75% da ETpc.

A máxima produtividade de rizomas totais e de rizomas comerciais da cultivar São Bento seria atingida com a lâmina de 116% da ETpc, 50,53 t ha⁻¹ e 26,4 t ha⁻¹, respectivamente.

Para as condições de estudo, a lâmina recomendada para o cultivar de taro São Bento é a de 75% da ETpc, equivalente a 810 mm para o ciclo da cultura

REFERÊNCIAS

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Statistics Division: Production Taro. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.

Fares, A. Water management software to estimate crop irrigation requirements for consumptive use permitting in Hawaii. Final Report, University of Hawai'i at Mānoa. Disponível em: <http://files.hawaii.gov/dlnr/cwrm/published-reports/PR200808.pdf>. Acesso: 15 de agosto de 2019.

Gondim A. R. O.; Puiatti M.; Cecon P. R.; Finger F. L. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. Horticultura Brasileira, v.25,n.3,p.418-428,2007.

Heredia Zárate, N. A. Produção de cinco clones de inhame cultivados no pantanal sul-matogrossense. Horticultura Brasileira, v.13,n.1,p.38-40,1995.

Mantovani, E. C.; Souza, J. A. R.; Souza, D. O. Irrigação do tomateiro. In: Silva, D. J. H.;

Vale, F. X. R. (Ed.). Tomate - tecnologia de produção. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2007. p. 117-157.

Mantovani, E.C.; Bernardo, S.; Palaretti, L.F. Irrigação: princípios e métodos. 3 ed. Viçosa: UFV. 2009. 355 p.

Nóbrega, N. E. F.; Silva, J. G. F.; Posse, S. C. P.; Ramos, H. E. A. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico para a Região Produtora de Uva do Município de Santa Teresa – ES. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura – Vitória/ES, 2008.

Puiatti, M. Manejo da cultura do taro. In: Carmo, C. A. S. de (Ed.). Inhame e taro: sistema de produção familiar. Vitória: Incaper, p. 203-252, 2002.

Puiatti, M.; Campos, J.P.; Casali, V.W.D.; Cardoso, A.A.; Cruz, R. Sistemas de colocação do bagaço de cana-de-açúcar e do capim gordura, na cultivar de inhame 'Chinês'. Horticultura Brasileira, Brasília, v.8, n.1, p.14-16, 1990.

Rodrigues, J. S. et al. Método de hargreaves-samani a partir da estimativa da temperatura do ar e a partir de normais climatológicas. 2005. Disponível em: < <http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicccien/eventos/sic2008/fronteira/flashsic/animacao/VISIC/arquivos/resumos/resumo40.pdf> >. Acesso em: 01 de abril de 2014.

GALENAO, E. A. V. Boletim da Conjuntura Agropecuária Capixaba. Vitória – ES: Incaper, ano 2, n. 12, dez. 2017. 14 p. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/Media/incaper/PDF/Boletim%20Conjuntura%20Agropecuaria_out_dez_2017.pdf. Acesso em: 21 jan. 2018.

DETERMINATION OF TOTAL ACCUMULATED RAINFALL, GLOBAL RADIATION, EVAPOTRANSPIRATION AND DEGREE-DAYS ORIGINATED FROM THE ECMWF MODEL TO SUGAR CANE CROP

Rafael Aldighieri
Moraes

UEMG/JOÃO MONLEVADE

Jansle Vieira Rocha
FEAGRI/UNICAMP

Rubens A. C.
Lamparelli
NIPE/UNICAMP

ABSTRACT

The climate variability between the growth and harvesting of sugar cane is very important because it directly affects yield. The MODIS sensor has characteristics like spatial and temporal resolution that can be applied to monitoring of vegetative vigor variability in the land surface and then, temporal profiles generation. Agro meteorological data from ECMWF model are free and easy to access and have a good representation of reality. In this study, we used the period between sugar cane growth and harvest in the state of Sao Paulo, Brazil, from temporal profiles selecting of NDVI behavior. For each period the precipitation, evapotranspiration, global radiation, length (days) and degree-days were accumulated. The periods were presented in a map format on MODIS spatial resolution of 250 meters. The results showed the spatial variability of climate variables and the relationship to the reality presented by official data.

Keywords: Agro meteorological variable, ECMWF, MODIS, sugar cane.

1. INTRODUCTION

Currently Brazil accounts for approximately 43% of the production of sugar cane in the world (FAOSTATS, 2012), being the state of São Paulo responsible by 59.5% of this total (IBGE, 2012). This culture is targeted to the production of sugar and ethanol, the latter being a sustainable alternative to fossil fuel (TRIANA, 2011).

The climatic conditions are primarily responsible for the variability of agricultural production. Among the climatic elements, temperature, solar radiation and rainfall are crucial to the development of sugar cane. (MARIN et al., 2008). Thus, knowledge of the variation of these variables during the cultivation of sugar cane, associated with agrometeorological yield models, allows prediction about their productivity (PEREIRA et al., 2002).

Generally agrometeorological data comes from conventional or automatic weather stations. However, frequently, these data may have errors or are difficult to access. Thus, agro- meteorological data from global models such as ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast) may turn out to be an alternative.

The ECMWF model assumes in its calculations the data from weather stations around the world, weather radars, satellites, among other sources. This information used in equations describing the characteristics of the atmosphere and produce as a result, meteorological and agro- meteorological parameters, worldwide. These parameters are processed and transferred via Meteo- Consult Company, for the Joint Research Centre (JRC), Research Centre of the European Commission, which makes available for free on the internet (PERSON & GRAZZIANI, 2007).

Besides the agro-meteorological monitoring, the identification of the dynamics of the agricultural cultivation process is of great importance. One of the ways to do so is the use of GIS techniques and remote sensing. *The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) is a sensor on board of Terra (EOS AM) and Aqua (EOS PM) satellites providing suitable images for monitoring of vegetation cover. XAVIER et al. (2006) and AGUIAR (2008) showed that it is possible the identification and monitoring of sugar cane from the MODIS sensor. MORAES (2012a), from the NDVI multi-temporal images analysis of this sensor, it was identified and classified sugar cane areas in their respective stages of cultivation.

Thus, in different time periods identified between growth and harvest sugar cane in the state of São

Paulo, and using data from the ECMWF and MODIS, the sums of precipitation, evapotranspiration, global radiation and degree-day were quantified. All these results were presented in map format providing a spatial view of the results obtained.

2. MATERIALS AND METHODS

The study was conducted for the whole area of the state of São Paulo, considering periods between 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010. Each period starts in May of the first year and ends in November of the following year, in order to cover the period with areas from planting and sprouting until the harvest of the following year, in the state of São Paulo.

Were used for this study, agro-meteorological database of global radiation ($\text{kJ d}^{-1} \text{m}^{-2}$), average air temperature ($^{\circ} \text{C}$), rainfall (mm) and reference evapotranspiration (mm) from the global model ECMWF (European Centre for Medium -Range Weather Forecast). This has a spatial resolution of 0.25° (degree) and temporal of 10 days and it is in point shape format. MORAES et al. (2012b) compared maximum and minimum air temperature data, and precipitation derived from surface stations with data from the ECMWF model for the state of São Paulo and found satisfactory results, with most results with the correlation coefficient (R^2) > 0.60 ; (Willmott index) $d > 0.7$; square root of the mean error (SRME) $< 5^{\circ} \text{C}$ and $< 50 \text{mm}$; Systematic Error (Se) $< 5^{\circ} \text{C}$ and $< 24 \text{mm}$, and therefore may be used directly.

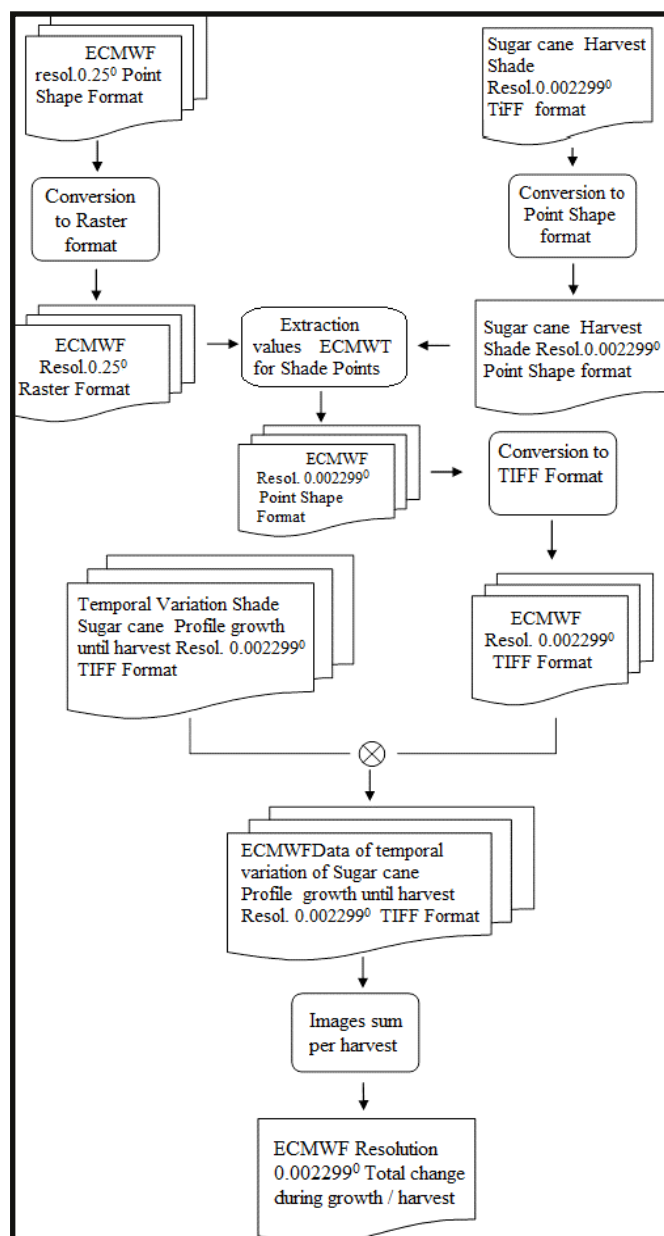
Besides the agro-meteorological data, four shades with the mapping of sugar cane for the years 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010 and shade mapping of the temporal variation of growth and harvest dates for each pixel from NDVI data of the MODIS sensor, MOD13Q1 product in TIFF format, spatial resolution of 0.002299° (degree) and temporal of 16 days, as described by MORAES (2012a). Thus, for each considered interval, we have 35 shades of temporal variation of growth dates until the sugar cane harvest, where each pixel has an image / start date and an image / end date, starting in the growth and ending in the harvest.

Knowing that the temporal resolution of agro-meteorological data is every 10 days and data shades are every 16 days, the adequacy of the data of the ECMWF model was made for this resolution. Thus the data, first available in decades, were transformed into daily, where the values of mean air temperature were repeated every day; the precipitation, global radiation and evapo-transpiration were divided by 10 and repeated at daily resolution. Thus, the average air temperature was recalculated by selecting

values every 16 days, for precipitation, global radiation and evapotranspiration the sum were made and in the end the data were exported to the point shape format.

All phases of the study were performed using spreadsheets in Microsoft Excel, the ENVI 4.5 (The Environment for Visualizing Images) software from the generation of routines in IDL (Interactive Data Language) version 7.0 and the ESRI Arc Map 9.3.1 to generate the maps. The stages of the study are presented in the following flowchart (Figure 1).

Figure 1. Study flowchart.



After transformation of the temporal resolution data of the ECMWF, the conversion of the spatial resolution of those for the shades resolution of 0.02299° in TIFF format was made. For this, initially the ECMWF data point shape was transformed to raster image in 0.25°.

The transformation of these values in the spatial re-

solution of 0.002299° was taken converting every shade of sugar cane, which has the spatial resolution required and TIFF format, for point shape format. From each location of these points, localized values of those points on each raster image for each agro-meteorological variable were extracted. After this procedure, with each point shape having the raster value of ECMWF, this was again converted into TIFF format.

The shades of the length variation of the temporal profile determine the dates of growth until the sugar cane harvest in the period considered. These present value 1 (one) when positive for sugar cane and 0 (zero) for absence. The initial shade representing the date of the first image of the MOD13Q1 product, in May, shows part of pixels where the sugar cane began the growth. In the follow image are presented new pixels where the sugar cane growth began on the date of this image, in addition to the same showed in the previous shade and so on in a cumulative manner. It is considered as sugar cane growth until the 14th image where the 15th shows all positive pixels to sugar cane, according to the classification of the shade.

From the 16th image starts the exclusion of pixels which represent the harvest and this will be zero until the last image. This exclusion follows cumulatively between January and November, that is, from the 16th to the 35th image.

With the full temporal profile from the growth to the sugar cane harvest represented by the value 1 in each pixel, these images were multiplied by previously ones obtained for each agro-meteorological variable, in the same dates. Thus, temporal profiles from agro-meteorological variables of ECMWF were obtained within the range of a sugar cane cycle, from the growth until harvest in the studied period, excluding the other pixels by the zero value of the shades.

In possession of the temporal profiles of each agro-meteorological variable, it was obtained the cumulative total rainfall, global radiation and reference evapotranspiration. Thus was made the sum of all the images obtained in the multiplication aforementioned. Furthermore, it was obtained the total cycle length in days, of each pixel from the growth to the harvest. For this was done the sum of the shades of the temporal profiles of growth / harvest (which have values 0 and 1) and after obtaining the sum image, each pixel was multiplied by 16, representing the total days each image showed.

To obtain the total degree- days for sugar cane in the range of growth and harvest of each pixel was considered the equation:

$$DD = (T_{\text{mean}} - T_{\text{base}}) \quad (1)$$

Where,

DD – degree- days

T_{mean} - average air temperature in the period of 16 days ($^{\circ}\text{C}$),

T_{base} - base temperature for development of sugar cane equal to 18°C (BACCHI & SOUZA, 1976).

For negative values of DD, they were considered equal to zero on the relevant date of the image in question. Thus, after obtaining the temporal profile of DD images, the sum was made from images in order to obtain the total DD for the cycle.

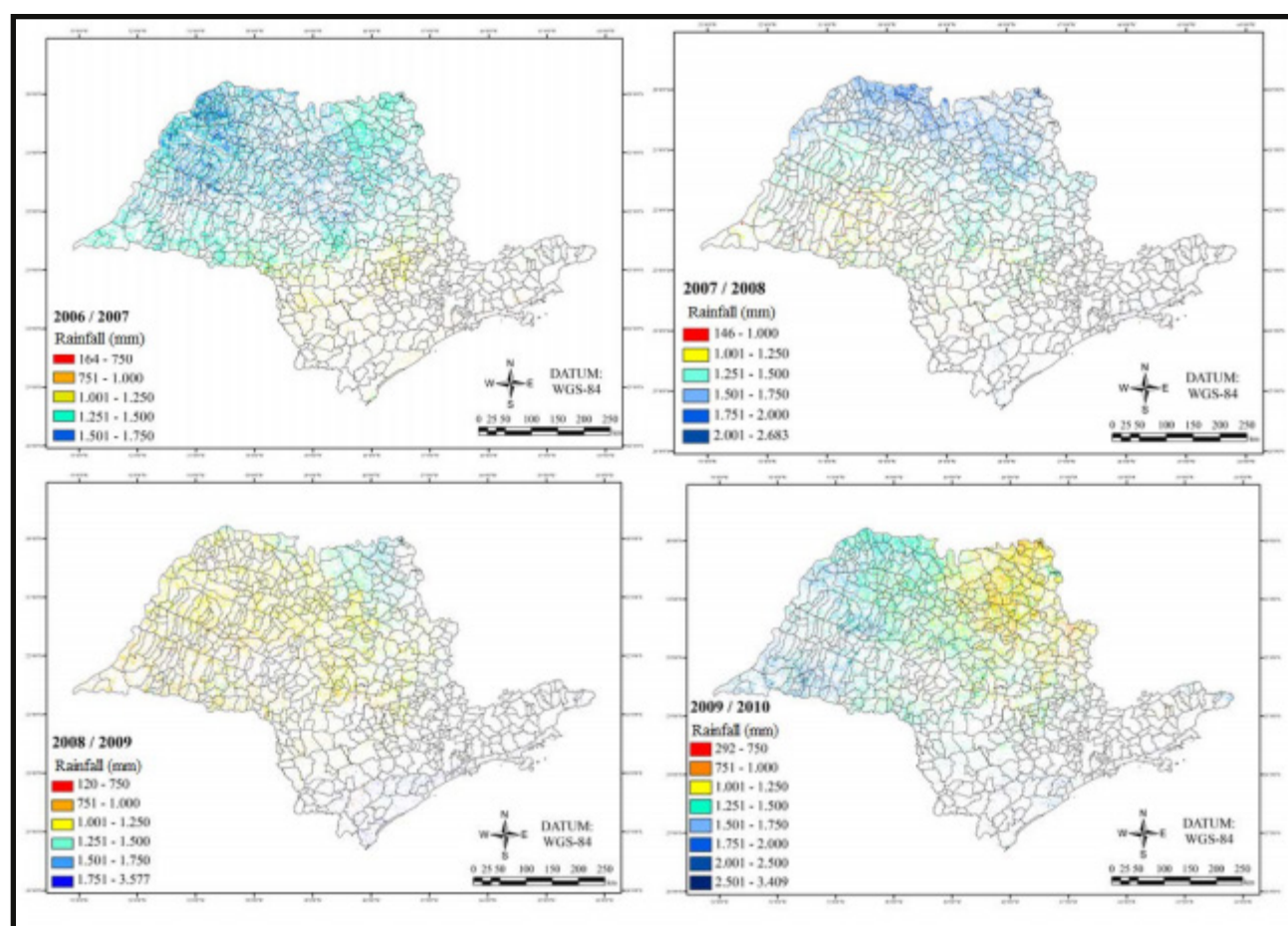
3. RESULTS AND DISCUSSION

Cumulative totals of precipitation, evapotranspiration and global radiation for the interval between the dates of sugar cane growing and harvesting are

shown in Figures 2, 3 and 4 respectively. In Figure 5, is shown the time interval between growth and harvest in the scale of the number of days and in Figure 6 the sum of degree-days for each period.

The sum of precipitation (Figure 2), is verified for sugar cane harvested in 2007 a predominance of values accumulated between 1500 and 1750 mm in most of the shade. For the interval between 2007 and 2008, despite a cumulative precipitation between 1500 and 2000 mm in the northern part of the state, a decrease in the central part and Midwest between 1000 and 1500 mm is verified. At harvest occurred in 2009, just in the northeast part of the state had accumulated between 1250 and 1500 and the remainder between 750 and 1250 mm. In the 2010 harvest the rain was lower in the northeastern of the state (750-1250 mm) and higher in the remaining (1250-1750 mm).

Figure 2. Accumulated value of rainfall in ranges of sugar cane growth and harvest for the years 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 and 2009/2010.



The accumulated reference evapotranspiration (Figure 3), derived from the ECMWF model, presents for the years studied values close to or below the precipitation. But for the year 2006/2007 the northwest part of the state had accumulated reference evapotranspiration greater than the rainfall in some points, reaching 2000 mm. In this region the accumulated global radiation (Figure 4) reached the highest values between 5,000,000 and 10,000,000 kJ m^{-2} . However, this radiant energy generally, varied with accumulated between 2,500,000 and 7,500,000 kJ m^{-2} .

Figure 3. Accumulated value of reference evapotranspiration in ranges of sugar cane growth and harvest in 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 and 2009/2010.

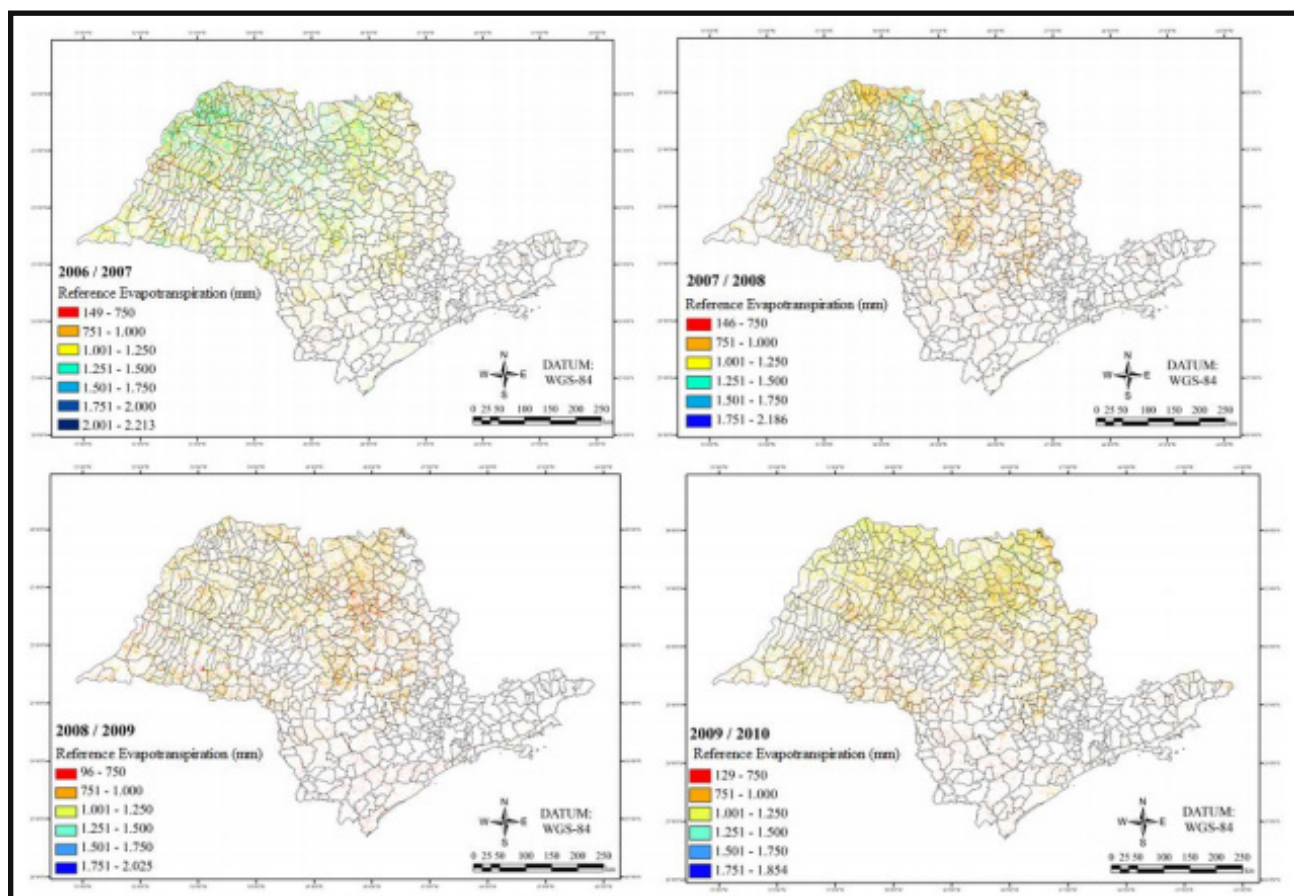
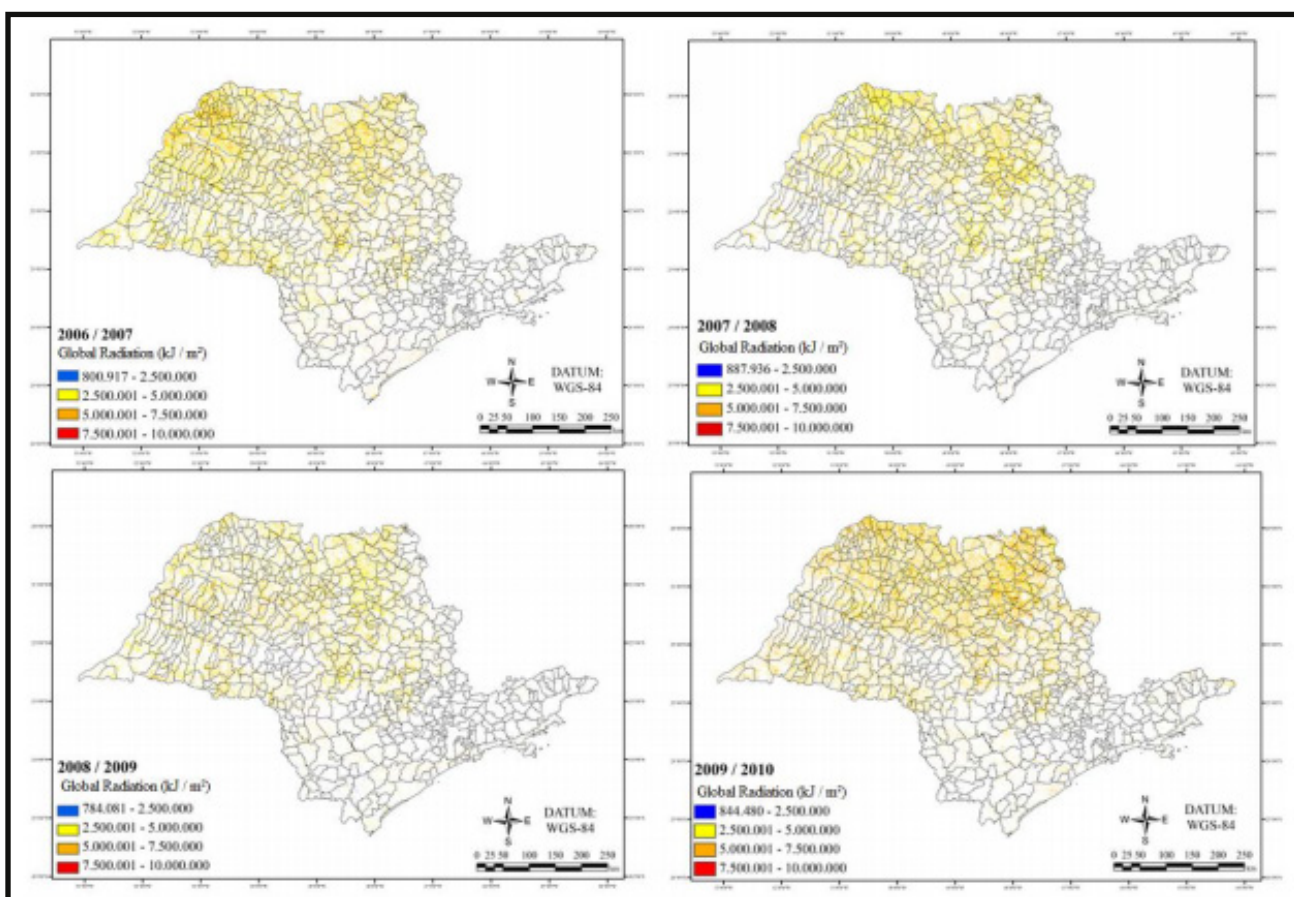


Figure 4. Accumulated value of global radiation in ranges of sugar cane growth and harvest in 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 and 2009/2010 obtained from the methodology applied.



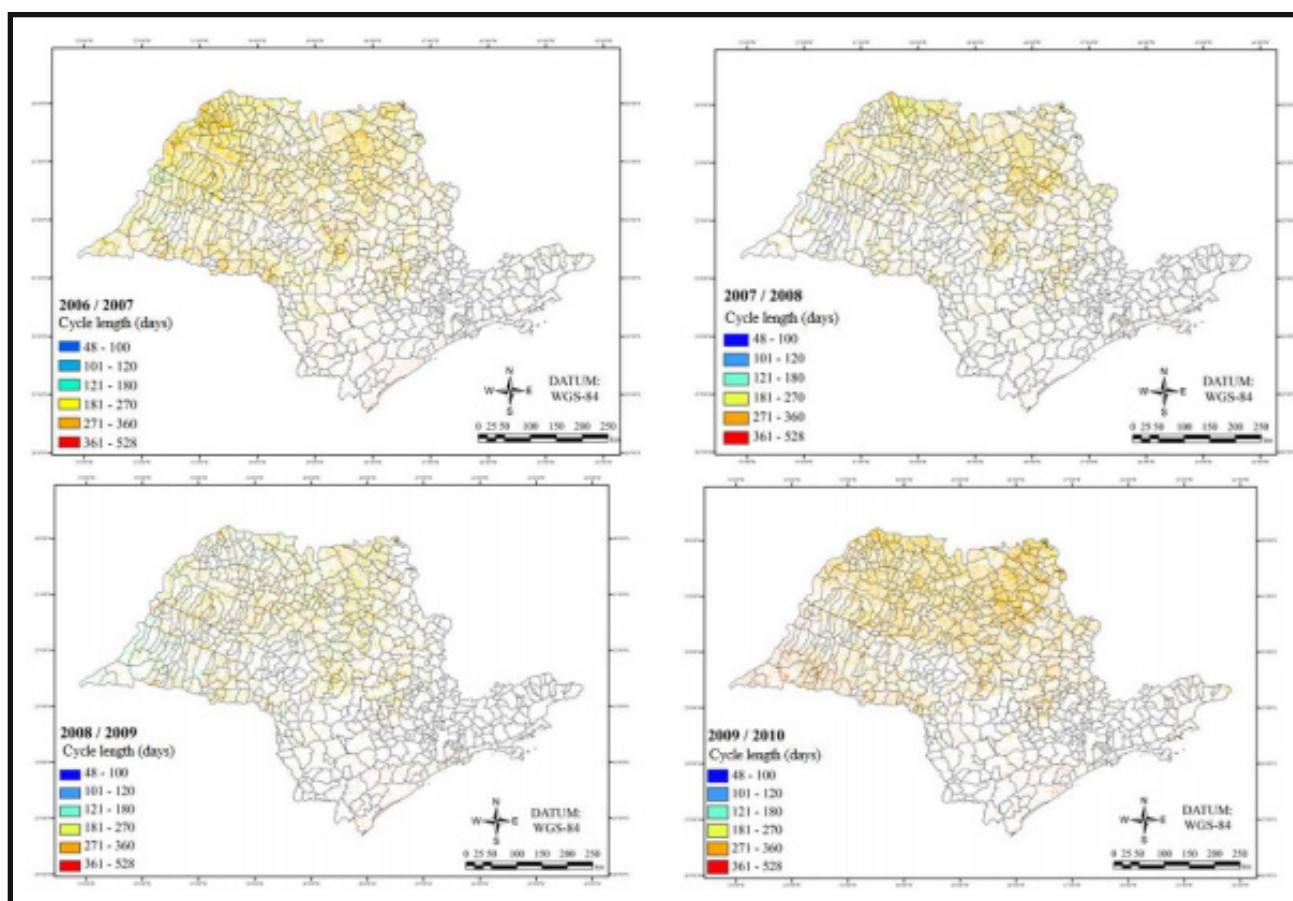
According to DOORENBOS & KASSAM (1979), the sugar cane has water requirement between 1500 and 2500 mm, evenly distributed during the crop cycle. Changes below this range may affect their productivity. Moreover, according to RODRIGUES (1995), being a C4 plant, is considered highly efficient in converting radiant energy into chemical energy, and the air temperature is extremely important because it exerts great influence on the stems growth, with an optimum temperature range between 25 ° and 35 ° C. Thus, the cumulative global radiation showed no major changes since the energy requirements within each cycle and period were reached.

In relation to water requirements, rainfall decreases from the 2007/2008 period to the 2009/2010 period. The critical period was the 2008/2009 year, where most of the time the total rainfall was about 250 mm below the minimum recommended. This result confirms the justification given by MORAES (2012a) where the mapped area in 2008/2009 was smaller, because according to the author, mapping was done by analyzing the way of the NDVI temporal profiles, being selected the ones that presented the behavior of sugar cane crop. This profile mischaracterized in

its way, either by reducing the vegetative vigor or by the harvested areas in an incomplete way, damaged the mapping.

CONAB (2009a, 2009b) confirms that in the harvest of 2009, there was an amount of rainfall above-normal in the months of July, August, September and October, during which the time of grinding is more intense and the sugar cane has higher concentration of saccharose. This affected the milling process with interruptions in harvesting and reduction in the concentration of TRS (Total Recoverable Sugars). In addition, there was about 20 million tons of sugar cane that were not harvested, staying to the next period (bisada cane). As UDOP (2012), the productivity for the studied years for the center-south region of Brazil, showed values of 75.4 ton / ha (2006/2007), 84.9 ton / ha (2007/2008) and 81.2 ton / ha (2009/2010). The delay in 2008 and the problems at harvest in 2009 also influenced the cycle length of the growing and the harvest period. According to Figure 5, the crop in 2007 was normal, with periods longer than 360 days. However, in 2008, there is a shortening of that cycle, worsening in 2009 and only increasing the harvest again in 2010.

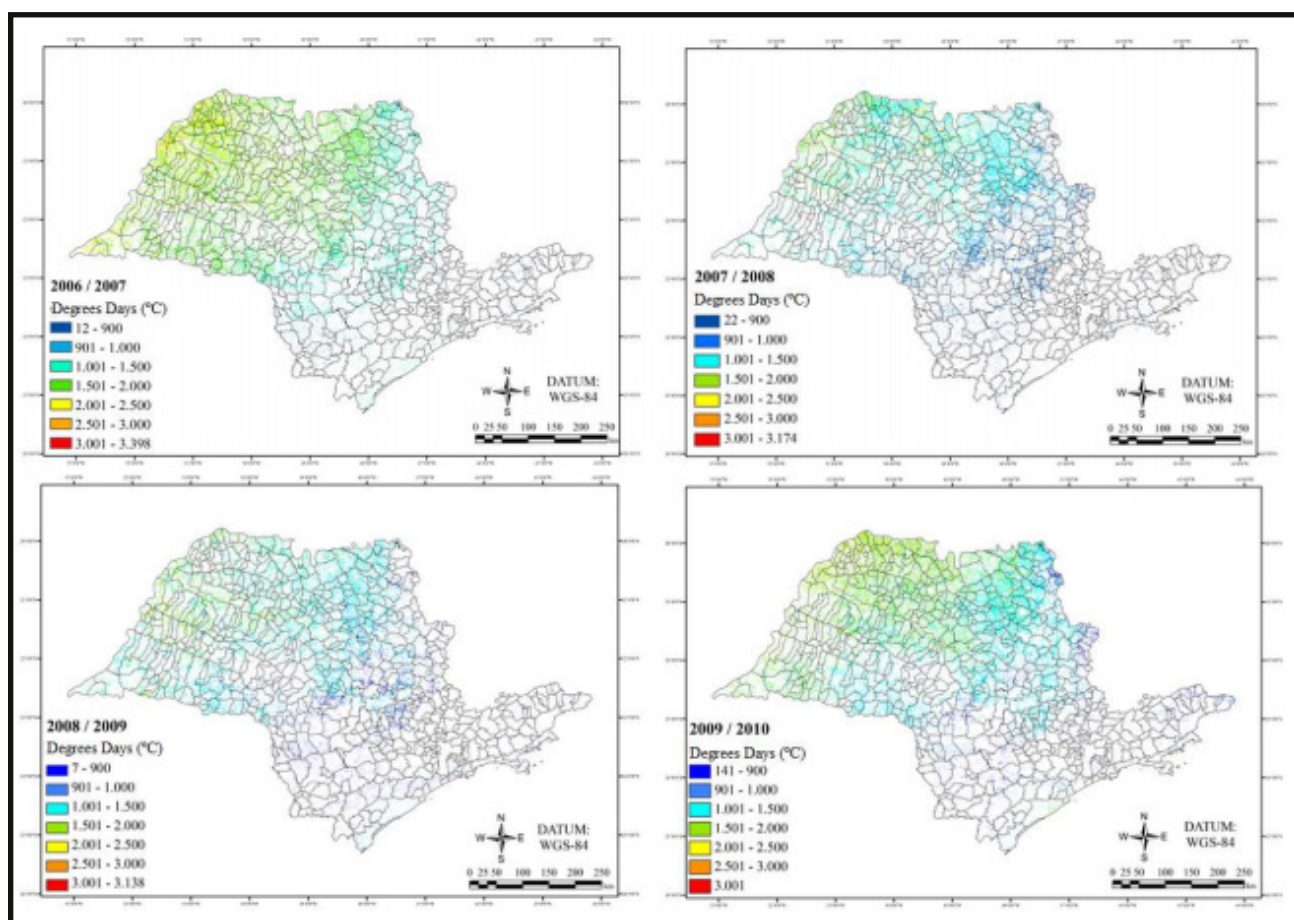
Figure 5. Accumulated value of days in ranges of sugar cane growth and harvest in 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 and 2009/2010.



In the period 2006/2007, according to CONAB (2007) there were no problems on the production of sugar cane intended for the ethanol industry. As for the 2008 harvest, high levels of rainfall in the initial period caused delay in the schedule of sugar cane grinding and eventually lower harvested volume (CONAB 2008). In the 2010 harvest (CONAB, 2010), the weather did not affect the culture, favoring both the harvesting operations as the concentration of TRS. However, the lack of rainfall during the growing period harmed the sprouting and the development of sugar cane for the harvest in 2011, shortening the crop period (CONAB, 2011).

Figure 6 shows the sum of degree-days for sugar cane considering a basal temperature of 18°C. ALMEIDA et al. (2008) analyzed the vegetative growth of sugar cane in relation to water availability and thermal units for Alagoas, it was found values between 1500 and 2015 DD in plant- cane and 950 and 180 DD in ratoon- cane. These values were found in this research, highlighting that these were followed by the problems presented from the 2008 harvest where high values of DD (2000-2500) in the period of 2006/2007 were declining in the harvests of 2008 and 2009, increasing again only in the period of 2009/2010.

Figure 6. Accumulated values of degrees days in ranges of sugar cane growth and harvest in 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 and 2009/2010 obtained from the methodology applied.



MARIN et al. (2008) analyzing the spatial and temporal variability of productive efficiency of sugar cane in São Paulo, concluded that climatic factors explained 43% of this variability while soil factors only 15%. Thus, there is a high dependency of sugar cane culture in relation to climate variability.

Considering the maps generated in this study, the spatial view, in the state scale, the variability of rainfall, evapotranspiration and global radiation allowed to do analyzes befitting with reality, using only MODIS sensor images and agro-meteorological data derived from the ECMWF model. From the cycle length, it was possible to realize the impact of their

reduction, along with the precipitation in the subsequent crop. The knowledge of degree-days for sugar cane in a georeferenced form provides means of viewing the thermal energy consumption of the sugar cane in each region of the state. Thus, from these results, it is suggested for future study, the relationship of these with the productivity of sugar cane, generating estimate models.

4. CONCLUSIONS

The information from the MODIS sensor and the ECMWF model allowed knowing the spatial va-

riability of climatic elements and their impacts on the cultivation of sugar cane in São Paulo, consistent with the observed results.

ACKNOWLEDGMENT

To CAPES for the doctoral scholarship granted to the Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) and the Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) for the opportunity to search.

REFERENCES

ALMEIDA, A.C.S.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G.V.S.; MOURA FILHO, G.;

FERREIRA JÚNIOR, R.A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de- açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.5, p.1441-1448, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n5/13.pdf>>. Acesso em 14 maio 2012.

AGUIAR, D.A.; RUDORFF, B.F.T.; RIZZI, R.; SHIMABUKURO, Y. E. Monitoramento da colheita da cana-de-açúcar por meio de imagens MODIS. *Revista Brasileira de Cartografia*, Presidente Prudente, v.60, p.375-383, 2008.

BACCHI, O.O.S.; SOUZA, A.G.C. Minimum threshold temperature for sugarcane growth. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 17^o, 1976, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo, v. 2, p.1733-1741, 1976.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de- Açúcar - Safra 2007/2008 - segundo levantamento. Brasília. 2007. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/91224c2f99a2af36a9fa3601a0098090..pdf>> Acesso em: 24 maio 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de- Açúcar - Safra 2008 - segundo levantamento. Brasília, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7d8871309d6409c9ba38739d4f59d434.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de- Açúcar - Safra 2009 - segundo levantamento. Brasília, set. 2009a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/9579d4162da214d30b9e86a7881b447c..pdf>>. Acesso em: 24 maio 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-Açúcar - Safra 2009/2010 - segundo levantamento. Brasília, dez. 2009b. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3_levantamento2009_dez2009.pdf> Acesso em: 25 maio 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de- Açúcar - Safra 2010/2011 - segundo levantamento. Brasília, ago. 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/ecf76fd96889c63b1368be8085214377..pdf>>. Acesso em: 24 maio 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de- Açúcar - Safra 2011/2012 - segundo levantamento. Brasília, ago. 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_08_30_13_41_19_bolelim_cana_portugues_-_agosto_2011_2o_lev..pdf>. Acesso em: 25 maio 2012.

DOOREMBOS, J.; KASSAN, A. H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 212p. (Irrigation and drainage paper, 33).

FAOSTATS. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division of the FAO. Disponível em <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 25 maio 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE De Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 25 maio 2012.

MARIN, F.R.; LOPES-ASSAD, M.L.; ASSAD, E.D.; VIAN, A.E.; SANTOS, M.C. Sugarcane crop efficiency in two growing seasons in São Paulo State, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (PAB), Brasília, v. 43, n. 11, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2008001100002&script=sci_

arttext>. Acesso em: mar. 2012.

MORAES, R. A. Monitoramento e estimativa da produção da cultura de cana-de-açúcar no estado de São Paulo por meio de dados espectrais e agrometeorológicos. Campinas: UNICAMP, 2012a, 115p. Tese Doutorado.

MORAES, R.A.; ROCHA, J.V.; ROLIM, G.; LAMPARELLI, R.A.C.; MARTINS, M. Avaliação dos dados decendiais de precipitação e temperatura máxima e mínima do ar simulados pelo modelo ECMWF para o Estado de São Paulo. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage, IRRIGA, Botucatu, v.3, n.17, p.397-407, 2012b.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PERSON, A.; GRAZZIANI, F. User guide to ECMWF forecast products. Meteorological Bulletin M3.2, version 4, March, 2007. Disponível em <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/geofag/GEF4220/v09/undervisningsmateriale/Persson_us_er_guide.pdf> Acesso em março 2012.

RODRIGUES, J.D. Fisiologia da cana-de-açúcar. Botucatu: Instituto de Biociências, UNESP, 1995.

TRIANA, C.A.R. Energetics of Brazilian ethanol: Comparison between assessment approaches, Energy Policy, v. 39, n. 8, p. 4605-4613, 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03_01421511003545>. Acesso em: 26 maio 2012.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia. Estatísticas. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/area_cultivada/01mar12_evolucao_produtividade.pdf>. Acesso em: 24 maio 2012.

XAVIER A.C.; RUDORFF, B.F.T.; SHIMABUKURO, Y.E.; BERKA L.M.S.; MOREIRA M.A. Multi-temporal analysis of MODIS data to classify sugarcane crop. International Journal of Remote Sensing, Basingstoke, v. 27, n.3-4, p.755-768, 2006.

DIAGNOSTICO DO USO DE AGROTÓXICO NA AGRICULTURA FAMILIAR NO POVOADO DE CAMPESTRE

Jean Herlligton de
Araújo Monteiro
IFPI

Otávio Pereira Araújo
IFPI

Lilian Maria de
Miranda
IFPI

RESUMO

A utilização indiscriminada dos defensivos agrícolas tem trazido uma série de problemas, tanto para os agroecossistemas, quanto para os consumidores e os trabalhadores rurais. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo analisar o perfil socioeconômico e uso de defensivos agrícola no povoado Campestre, município de Cocal-PI. O trabalho iniciou com a coleta de dados através da aplicação de questionário semiestruturado desenvolvido com perguntas fechadas e abertas, relativas ao perfil da agricultura familiar, caracterização socioeconômica e utilização de defensivos agrícolas na produção agrícola no povoado de Campestre. Os resultados obtidos mostraram o uso de 23 tipos de produtos químicos para o controle de insetos, plantas invasoras, doenças da parte aérea das plantas e patógenos radiculares. A análise dos dados referentes aos procedimentos adotados pelos agricultores, face ao contexto em que estão inseridos, contribui para que adotem uma postura que ignora os riscos ao manipularem os agrotóxicos, ou seja, não tem a precaução necessárias que a situação exige, evidenciando a necessidade de melhoria do nível de informação entre os agricultores e treinamento no uso dos defensivos agrícolas.

Palavra-Chave: Intoxicação, segurança, ambiente.

1. INTRODUÇÃO

Os defensivos agrícolas, também denominados de agrotóxicos, praguicidas, pesticidas ou produtos fitossanitários, são produtos químicos, físicos ou biológicos utilizados no controle de agentes nocivos ao homem, sua criação e suas plantações (IPAM, 2012).

No entanto, sua utilização indiscriminada tem trazido uma série de problemas, tanto para os agroecossistemas, quanto para os consumidores e os trabalhadores rurais. Isto porque, podem provocar a contaminação do solo e lençóis freáticos, e expor à contaminação aqueles que se alimentam de produtos contaminados ou trabalham junto a esses produtos químicos durante os processos agrícolas sem a proteção adequada (GARCIA et al., 2015). Nesse caso, admite-se que a ausência de proteção possa se dar pela falta de informação ou pelo descaso acerca dos problemas que o uso de agrotóxicos pode causar. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OPAS/ OMS, 1996), estima-se que no mundo ocorram aproximadamente três milhões de intoxicações agudas por agrotóxicos, com 220 mil de mortes por ano, sendo os agricultores os mais prejudicados pelos agrotóxicos.

Dentre os agrotóxicos mais utilizados pelos agricultores familiares os inseticidas merecem destaque, devido serem usados para o controle dos insetos e em especial os vetores de doenças das plantas (ARAÚJO et al., 2015). Além deste defensivo, outros defensivos agrícolas são bastante usados no controle de doenças das plantas e manejo de plantas espontâneas.

Estes defensivos fitossanitários são bastante usados no Brasil e em especial no estado do Piauí. No município de Cocal também conhecido como Cocal da Estação é um município brasileiro do estado do Piauí. Dentre os povoados do município, Campestre merece destaque devido, ele produzir hortaliças, frutas e produtos pecuários (IBGE, 2010).

Contudo, neste povoado, o uso de defensivos agrícolas ocorre em larga escala, devido haver a produção de hortaliças que é comercializada em outros estados (Ceará e Maranhão) e uma pequena parte é comercializada nas feiras livres de Cocal-PI.

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo analisar o perfil socioeconômico e uso de defensivos agrícola no povoado Campestre, município de Cocal-PI.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no período de março

de 2016 a março de 2017. Os dados apresentados no presente trabalho foram obtidos a partir de um levantamento realizado no povoado de Campestre, 3°29'25" sul 41°20'21" oeste (IBGE, 2010), município de Cocal-PI.

O itinerário metodológico partiu da coleta de dados através da aplicação de um questionário semiestruturado desenvolvido com perguntas fechadas e abertas, relativas ao perfil da agricultura familiar, caracterização socioeconômica e utilização de defensivos agrícolas na produção de hortaliça, com a finalidade de respostas simples porém que também possibilite retratar a real situação da agricultura no povoado de Campestre.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no experimento foram oriundos da compilação de informações dos questionários semiestruturados realizados com 21 agricultores familiares do povoamento de Campestre, município de Cocal (PI). O povoado tem renda a partir da produção de alimento, na maioria dos casos, por meio de práticas produtivas convencionais e grande uso de insumos agrícolas.

Dos agricultores entrevistados, 90% são proprietários e 10% são posseiros. A principal renda familiar concentra-se na venda de produtos agrícolas: sendo 65% de produtos hortaliças, 30% de frutas e 5% de bovinocultura de corte.

Em relação a produção de hortaliças, foi observado que 100% dos agricultores produzem cheiro verde (cebolinha e coentro). Além dessas duas hortaliças, cerca de 28% dos agricultores produzem também pimentão, 19% tomate e 14% alface e gerando renda familiar. As informações obtidas neste experimento corroboram com o trabalho desenvolvido por Escher et al. (2014) onde os agricultores familiares analisados na sua pesquisa também empregam ações que diversificam a produção agrícola e geram renda.

Entretanto, foram constatadas muitas dificuldades na vida rural do povoado de Campestre, sendo cinco delas, as mais frequentes: falta de assistência técnica, problemas fitossanitários, ausência de apoio do governo ou representação política, pouco conhecimentos técnicos das práticas agrícolas e desvalorização da mulher no campo. Estas dificuldades também corroboram com vários trabalhos, evidenciando que estas dificuldades são comuns na maioria das regiões brasileiras produtoras de alimento (KARNOPP, 2017; LIMA e SIMÕES, 2010; PLEIN e FILIPPI, 2011)

No tocante ao tipo de manejo fitossanitário nas hortaliças produzidas no povoado de Campestre, 19 dos agricultores aderem ao manejo químico das

enfermidades e apenas dois empregam o manejo fitossanitário ecologicamente correto usando apenas produtos naturais. Para complementar foi catalogado o uso de 23 tipos de produtos químicos para o controle de insetos, plantas invasoras, doenças da parte aérea das plantas e patógenos radiculares (Tabela 1).

Tabela 1. Agrotóxicos utilizados no povoado de Campestre

Toxicidade ao ambiente	Grupo químico	Classe
CLASSE III	avermectinas	acaricida/inseticida
CLASSE III	neonicotinóide	inseticida
CLASSE II	azoxistrobina	fungicida
CLASSE II	isoflotionitrila	fungicida
CLASSE II	estrobilurinas	fungicida
CLASSE IV	piretróide	inseticida
CLASSE III	glicina substituída	herbicida
CLASSE II	bibiridílios	herbicida
CLASSE II	inorgânico	fungicida/bactericida
CLASSE II	metilcarbamato de oxima	inseticida
CLASSE II	alquilenobis (ditio-carbamato)	fungicida
CLASSE III	alquilenobis (ditio-carbamato)	fungicida
CLASSE II	neonicotinóide	inseticida
CLASSE II	antranilamida	inseticida
CLASSE III	inorgânico	fungicida/bactericida
CLASSE II	iridazinona	acaricida
CLASSE III	piretróide	acaricida/inseticida
CLASSE III	ácido piridinocarboxílico	herbicida
CLASSE II	avermectina	acaricida/inseticida/nematicida
CLASSE III	inorgânicos	fungicida
CLASSE II	triazóis	fungicida
CLASSE III	neonicotínicos	inseticida
CLASSE II	organofosforado	inseticida

Durante as entrevistas foi constatado o uso de diversos grupos de agrotóxicos, sendo que 30,5% são fungicidas, 30,5% inseticidas, 13,2% herbicidas, 8,6% fungicidas/bactericida, 8,6% acaricida/inseticida, 4,3% acaricida e 4,3% acaricida/inseticida/nematicida.

A respeito da classificação toxicológica dos defensivos utilizados em Campestre, constatou-se que 56,5 são da classe II, 39,1 da classe III e 4,4 da classe IV. Na pesquisa ficou claro que mais de 50% são produtos de classificados como altamente tóxicos e cerca de 40% medianamente tóxico e apenas um produto pouco tóxico. De acordo com DELLA VECHIA et al., (2016) o uso inadequado de agrotóxico classifica-

dos como altamente tóxicos, moderadamente tóxico com ausência de treinamento e assistência técnica dos agricultores familiares contaminam o solo e das águas. Segundo Butinof et al. (2015) na saúde humana os efeitos podem ser diversos, dependendo de vários fatores como: tempo de exposição, frequência e a quantidade do produto na pele podendo causar distúrbio neurológicos ou imunológicos, além de contaminarem os alimentos com grandes quantidades de resíduo químico.

Todos os entrevistados desconheciam o receituário agrônomo, não utilizavam o Equipamento de Proteção Individual (EPI), além de não realizarem a tripla lavagem nas embalagens, não furavam e nem fazem a destinação final correta das embalagens.

Os resultados mostram que, infelizmente, a maioria dos produtores não se preocupa com o uso de equipamento de proteção individual (EPI), para aplicação de defensivos agrícolas. Além do mais, o uso de agrotóxico por esses produtores não é recomendado por engenheiros agrônomos, fato que pode ser observado através da aplicação do questionário semiestruturado onde 100% dos produtores não adotam receituário agrônomo.

No que se refere a saúde dos entrevistados, a maioria já sofreu intoxicação por agrotóxicos, fato confirmado pelos relatos dos agricultores de campestre, sendo os mais comuns: deformações corporais nos dedos das mãos, interferência na imunidade, dificuldades de respiração, problemas cardiovasculares, dores de cabeça intensas e ânsias de vômitos. Faria et al. (2009) em seus estudos observaram que ocorrem muitos casos de subnotificação, prejudicando as ações que poderiam reduzir os efeitos dos agrotóxicos nos produtores e diminuir a contaminação do meio ambiente.

De acordo com Ueker (2016) e Regidos et al. (2014), a exposição prolongada à agrotóxicos podem ocasionar intoxicação graves como as subagudas e as crônicas com danos irreversíveis nas peles. Produtores de hortaliças e frutas fazem o emprego constante de agrotóxicos, porém são poucos os relatos de intoxicação (NETO et al., 2014).

Diante de tais discursos, o uso de defensivos agrícolas inadequadamente, no caso, para a cultura das hortaliças em Campestre, o conhecimento de padrões e conceitos dentro das propriedades ainda é bastante disperso, porquanto não possui uma relação direta com o dia-a-dia dos produtores rurais, uma vez que a maioria deles desconhece o seu significado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados referentes aos procedimentos adotados pelos agricultores, face ao contexto em que estão inseridos, contribui para que adotem uma postura que ignora os riscos ao manipularem os agrotóxicos, ou seja, não tem a precaução necessárias que a situação exige. Isso resulta do fato de que os agentes com os quais se relacionam, quando não ausentes, não os orientam sobre a gravidade da situação. Assim, os agricultores não adotam os cuidados necessários, em relação ao perigo a que eles e seus familiares estão expostos, o que denota uma situação de extrema gravidade, em termos de riscos à saúde, face ao comportamento identificado versus o perigo dos agrotóxicos.

Agradecimentos

Ao IFPI pela estrutura e laboratórios cedidos para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. L.; OLIVEIRA, A. G.; FERREIRA, A. P. N.; SOUSA, F. S.; ANDRADE, A. B. A. Manejo de pragas no controle de doenças no cultivo de hortícolas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. Pom-bal, v. 10, n. 5, p. 43- 50, 2015.

ESCHER, F.; SCHNEIDER, S.; SCARTON, L. M.; CONTERATO, Marcelo Antônio. Caracterização da pluriatividade e dos plurirrendimentos da agricultura brasileira a partir do Censo Agropecuário 2006. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 4, p. 643-668, 2014.

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Defensivos Agrícolas: Como evitar danos à Saúde e ao Ambiente. Disponível em: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4a761f00437b4db7b3afbb869243d457/IPAM_Del15+_Agrochemical+booklet.pdf?MOD=AJPERES>. Acessado em 27 de jun. de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília: 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acessado em 28 de jun. de 2017.

BUTINOF, M.; FERNANDEZ, R. A.; STIMO-

LO, M. I.; LANTIERI, M. J.; BLANCO, M.; et al. Pesticide exposure and health conditions of terrestrial pesticide applicators in Córdoba Province, Argentina. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 31, n. 3, p. 633-646, 2015.

DELLA VECHIA, J. F.; CRUZ, C.; SILVA, A. F.; CERVEIRAJR, W. R.; GARLICH, N. Macrophyte bioassay applications for monitoring pesticides in the aquatic environment. *Planta Daninha*, v. 34, n. 3, p. 587-603, 2016.

FARIA, E.T.; FARIA, N.M.X.; ROSA, J.A.R.; FACCINI, L.A. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. *Revista de Saúde Pública*, v. 43, n. 2, p.335-344, 2009.

GARCIA, E.G.; BUSSACOS, M.A.; FISHER, F.M. Impacto da legislação no registro de agrotóxicos de maior toxicidade no Brasil. *Revista e Saúde Pública*, v. 39, n. 5, p. 832-839, 2005.

LIMA, A. C. da C.; SIMÕES, R. F. Teorias clássicas do desenvolvimento regional e suas implicações de política econômica: o caso do Brasil. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 12, n. 21, 2010.

KARNOPP, É. Tendências de desenvolvimento da agricultura familiar: uma análise regional. *RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 14, n. 26, 2012.

NETO, E.N.; LACAZ, F.A.C.; PIGNATI, W.A. Vigilância em saúde e agronegócio: os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente. *Perigo à vista! Ciência e Saúde Coletiva*, v.19, n. 12, p. 4709-4718, 2014.

PLEIN, C.; FILIPPI, E. E. Capitalismo, agricultura familiar e mercados. *Revista Desenvolvimento Regional*, v. 16, n. 3, p. 98-121, 2011

REGIDOR, E.; RONDA, E.; GARCÍA, A.M.; DOMÍNGUEZ, V. Paternal exposure to agricultural pesticides and cause specific fetal death. *Occup Environ Med*, V. 6, n.4, p. 334-339, 2004.

SOARES, W.; ALMEIDA, R.M.V.R.; MORO, S. Trabalho rural e fatores de risco associados ao regime de uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 4, p. :1117-1127, 2003.

OPAS/OMS. Manual de vigilância da saúde de

populações expostas a agrotóxicos. Brasília: 1996. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/livro2.pdf>>. Acessado em 28 de jun. de 2017.

UEKER, M.E.; SILVA, V.M.; MOI, G.P.; PIGNATI, W.A.; MATTOS, I.E.; SILVA, A.M.C. Parenteral exposure to pesticides and occurrence of congenital malformations: hospital-based case-control study. BMC Pediatr, v.16, n.125, p.1-7, 2016.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y BIOFERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

Yaneth Rolón Alarcón

Edgar Alfonso
Rodríguez Araujo

María José Yañez
Medelo

Danilo Dos Reis
Cardoso Passos

Jonathan Dos Santos
Viana

Kleve Freddy Ferreira
Cantedral

Keyse Cristina
Mendes Lopes

Raimunda Eliane
do Nascimento
Nascimento

Francismery Barros
da Silva

José Clebson
Barbosa Lúcio

Mary Jane Nunes
Carvalho

Kássia Barros
Ferreira

RESUMEN

El presente trabajo investigativo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización química, orgánica y biofertilización en el cultivo de caña de azúcar variedad CR 74-250, estos fueron aplicados para promover al aporte de nutrientes a las plantas; para ello se utilizaron cuatro tratamientos como fuentes nutricionales, con tres repeticiones en bloques completamente al azar (BCAA): T1 químico (Urea y superfosfato triple) el cual fue utilizado como testigo; T2 M.O (Bovinaza); T3 Micorriza y T4 Químico + Micorrizas + Bovinaza. Durante 10 meses se evaluó número de macollas, altura, diámetro del tallo, número de entrenudos, producción Ton/Ha y rendimiento °Brix en plantas de caña de azúcar. En cuanto a los resultados quien obtuvo mayores rendimientos en las variables evaluadas fue el tratamiento 4 Químico+ Micorrizas + Bovinaza con un promedio de 13 macollas por planta, una altura de 120 cm, diámetro de 23 mm, un promedio de 5, 7 entrenudos, 126,45 Ton/Ha y 9,96 ° Brix en plantas de caña de azúcar.

Palabras-Clave: *Saccharum officinarum* L., micorrizas; Materia Orgánica.

1. INTRODUCCIÓN

El manejo orgánico y la biofertilización, están dando relevancia e importancia a una agricultura conservacionista, cultura que pretende ayudar significativamente a aquellas actividades agronómicas, que según su carácter pueden ser preventivas y mitigantes en el impacto ambiental generado al suelo como soporte principal del cultivo (Castilla, et al., 2002).

La agricultura orgánica y la biofertilización no son sustitutos de otras prácticas de manejo, son una herramienta adicional para optimizar las prácticas de mejoramiento de suelo y cultivos como: uso de enmiendas agrícolas, labranza de conservación, reciclaje de residuos de cosecha entre otros (Ferreira y Alarcón, 2001).

Por lo anterior, el manejo orgánico y la biofertilización contribuyen a una agricultura y un medio ambiente más sostenible, generando resultados positivos en cuanto a producción y conservación de los recursos naturales (Ruíz, et al., 2001), permitiendo disminuir la aplicación de fertilizantes químicos los cuales han creado muchas fuentes de contaminación que en cierta forma contribuyen a la degradación del medio ambiente, esto debido en gran parte a las malas actividades realizadas por los seres humanos como son: el uso inadecuado y excesivo de los químicos.

Debido a la problemática ambiental y al alto costo de los fertilizantes químicos ha surgido la necesidad de minimizar la dosis en la aplicación de estos, ya que el uso desmedido y continuo de dichos abonos sintéticos en la agricultura ha traído consigo la degradación y empobrecimiento a largo plazo de nutrientes como fósforo, nitrógeno y potasio, originando problemas de fertilidad en el suelo. Adicionalmente, se suma a la alta contaminación de los fertilizantes que generan contaminación de las aguas de riego con residuos, lo cual causa la improductividad y baja fertilidad en los suelos agrícolas (Subiros, 2000).

Utilizando materia orgánica y biofertilizantes, se busca disminuir la problemática ambiental utilizando productos que minimicen la aplicación de los fertilizantes químicos, beneficiando de esta forma a los pequeños agricultores que no disponen con los recursos suficientes para la compra de estos abonos sintéticos, a la vez que se disminuyen los costos de producción (Sánchez, 2008).

El sistema de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), requiere de una alta inversión en fertilizantes químicos, de ahí surge la necesidad de buscar alternativas complementarias que minimicen los costos para que el cultivo sea sostenible; por tal motivo se realizó, el siguiente trabajo

de investigación que tuvo como propósito comparar los tipos de fertilización (química, orgánica y biológica) en el cultivo de caña de azúcar variedad CR 74-250, mostrando las ventajas de uno y otro para el agricultor.

2. METODOLOGIA

Para la población, un cuarto de hectárea (con 4000 macollas ó 32000 plantas) de caña de azúcar Variedad CR 74-250. En las muestras, se establecieron 4 tratamientos (cada tratamiento contó con 1000 macollas ó 8000 plantas de caña de azúcar). Con 3 repeticiones, en los cuales se aplicó cada uno de los siguientes tratamientos: Tratamiento 1 (T_1) Químico (Testigo); Tratamiento 2 (T_2) bovinaza Tratamiento 3 (T_3) micorriza; Tratamiento 4 (T_4) bovinaza + micorriza+ químico.

2.1 TÉCNICAS DE ANALISIS Y PROCEDIMIENTO DE DATOS

El diseño realizado fue en Bloques completamente al azar (BCAA), en el programa estadístico SAS y comparación de medias por el teste de Duncan, se utilizaron cuatro tratamientos y tres repeticiones, la unidad experimental de cada tratamiento está conformado por 1000 macollas ó 8000 plantas de caña de azúcar para un total de 4000 macollas ó 32000 plantas en la investigación, donde se evaluaron las variables de macollamiento de la planta, altura de la planta, diámetro del tallo, número de entrenudos, producción t/ha, rendimiento en grados Brix.

2.2 METODOLOGÍA DE CAMPO

El estudio se llevó a cabo durante diez meses, y se utilizó un cuarto de hectárea el cual fue sembrado con caña de azúcar variedad CR 74-250, se establecieron cinco surcos por tratamiento, con tres repeticiones.

T_1 . Se utilizó como testigo 12 kilogramos de nitrógeno (urea $CO(NH_2)_2$) + 9 kilogramos de P_2O_5 (superfosfato triple $Ca(H_2PO_4)_2$) fertilizante químico comercial de la zona aplicándolo de manera manual, la cantidad de fósforo al momento de la siembra y la dosis de urea 45 días después de siembra.

T_2 . Se adicionó 1.000 kg de bovinaza previamente descompuesta dos días antes de la siembra, 500 kg 45 días después de la siembra esta materia orgánica estaba compuesta por (M.O (%): 6.40, Nitrógeno (%): 0.32, fosforo (%):0.21, potasio (%): 0.16, calcio (%) de 0,34)

T_3 : 5 kg micorriza se aplicaron al fondo de surco el

día de la siembra y los 2 kg restantes 45 días después de la siembra esta estaba compuesta por el género *Glomus* sp, *scutellospora* sp, *acaulospora* sp y *entrophospora* sp con una concentración de 240 esporas viables por gramo.

T₄. 6 kg micorriza + 1000 kg bovinaza + 4 kilogramos de nitrógeno (urea CO (NH₂)₂) + 3 kilogramos de P₂O₅ (superfosfato triple Ca (H₂PO₄)₂). La bovinaza fue suministrada previamente descompuesta dos días antes de la siembra de manera manual, la micorriza y la dosis de fósforo se adicionaron al momento de la siembra, la cantidad de urea 45 días después de la siembra.

Para la medición de las variables: se realizó tomando solo 10 plantas al azar por tratamiento. Las variables fueron medidas semanalmente empezando a partir de la cuarta semana después de la siembra para macollamiento, altura y diámetro de la planta. En cuanto al número de entrenudos se realizó la medición a partir del cuarto mes hasta llegar el momento de la cosecha.

Después del décimo mes se procedió a calcular la madurez esto con el fin de saber si la planta ya está lista para ser cosechada, fueron medidos con un refractómetro un día antes de la cosecha los Brix de los entrenudos superiores y de los inferiores de un mismo tallo y se obtuvo la relación entre ellos como indicativo del grado de maduración. Valor cercano o igual a 1 (0,90-1,00) la caña está adecuada para el corte o cosecha, los sólidos totales están bien distribuidos en el tallo (Hernández, et al., 2004).

Una vez detectada la maduración se midió la producción TCH, se llevó a cabo primero una quema controlada práctica no recomendada pero no se cuenta con otro sistema para facilitar el corte de la planta de caña de azúcar.

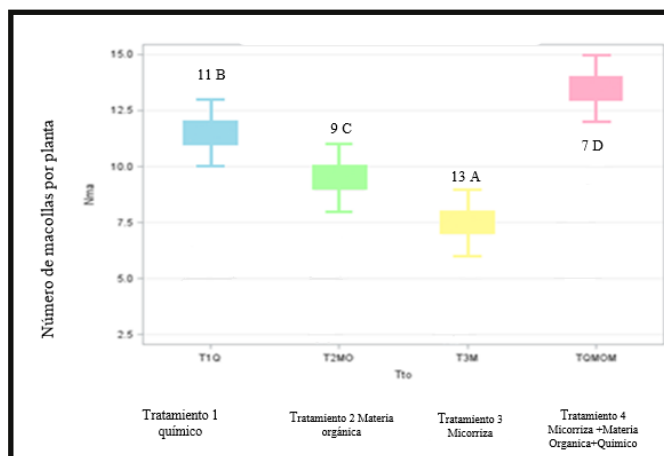
Seguido para obtener el rendimiento o porcentaje en grados brix: 1. Se procede a pesar 1.000 gramos de la muestra en la prensa hidráulica marca codistil, se extrae el jugo de la caña manteniendo una presión de 250 Kg/cm³ por 1 minuto, se toma una muestra de jugo y se coloca en la centrifuga para luego obtener los brix, 2. Se toma 200 ml de jugo de caña para la preparación de la polarización, para ello se utilizó subacetato básico de plomo (químico clarificante), 3. Con estos tres valores el programa Winter genera los valores de rendimiento, pureza y sacarosa, después de estos procesos se utiliza la siguiente formula: Rendimiento de azúcar o porcentaje (%) grados brix: $(E \times P \times W \times F) \div 10.000$.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 NÚMERO DE MACOLLAS POR PLANTA

Para la variable número de macollas por planta en el análisis estadístico se observó que si existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, el mejor tratamiento fue T4 presentó un promedio de 13 macollas por planta, seguido de T1 que contenía solo químico con 11 macollas por planta y T2 un promedio de 9 macollas planta (Gráfica 1) según Balloei et al. (2009) obtuvo mayor unidad germinativa con un total de 14 macollas por planta cuando aplico la mezcla de M.O+ micorrizas+ NPK datos que están por encima de lo obtenido en el tratamiento 4 para esta investigación, por su parte Páez y Guerreiro (2006) afirman que obtuvieron mayor número macollas por planta de caña de azúcar con un promedio de 12 macollas por planta cuando están fueron tratadas con cachaza +micorriza +químico que cuando fueron aplicados los tratamientos por separado datos que están por debajo de lo obtenido en el tratamiento 4 con un promedio de 13 macollas por planta de caña de azúcar. Heredia (2008), se obtuvo mayor unidad germinativa con un promedio de 13 macollas por planta de caña de azúcar cuando utilizaron la mezcla (compost +estiércol vacuno + humus y fertilizantes sintéticos) que cuando se aplicaban solo la mezcla de fertilizantes orgánicos o solo fertilizantes sintéticos datos que concuerdan con los resultados obtenidos para el tratamiento 4 de esta investigación. El tratamiento con los resultados más bajo fue T3 con un promedio de 7 macollas por planta según Olivares (2005) obtuvo menor número de plantas por macolla con un total de 6 cuando estas fueron tratadas solo con micorriza, esto se debe a que las micorrizas arbusculares realizan una exploración del suelo en busca de nutrientes para aportarle a la planta, por eso cuando la micorriza es suministrada con otra fuente de abono el proceso de germinación será más rápido y la unidad germinativa mucho mayor.

Gráfica 1. Número de macollas por planta de caña de azúcar.

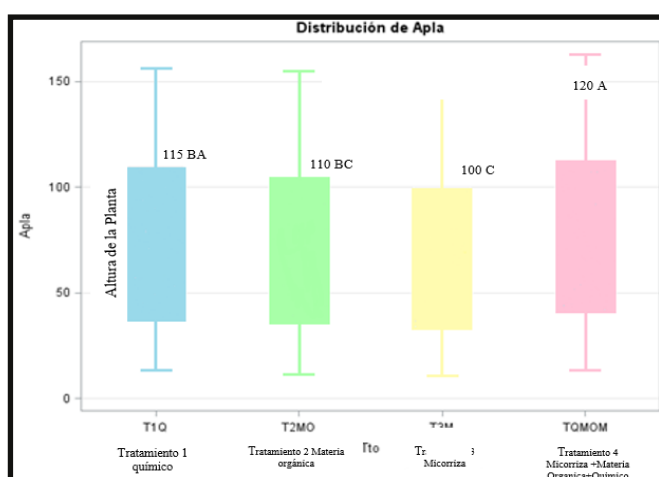


3.2 ALTURA DE LA PLANTA

La altura de la planta depende, en gran parte, de las condiciones agroecológicas de la zona donde crece, el manejo que se le brinde a la variedad es de vital importancia ya que es una característica que representa la calidad de la caña de azúcar. (Rengel et al., 2011).

Según la comparación de medias por el teste de Duncan se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, quien obtuvo mayores resultados fue T4 que contenía químico+ materia orgánica (bovinaza) + micorriza con promedio de 120 cm, y el mas bajo T3 al cual se le adiciono solo micorriza con 100 cm, para la variable altura de la planta (Gráfica 2). De igual manera, Siqueira et al., (2003) encontraron un incremento en la altura y en el diámetro del tallo en plantas de caña de azúcar, como consecuencia de la inoculación de las plantas con hongos micorrizicos arbusculares sobre el estiércol vacuno, llegando a la conclusión de que las micorizas arbusculares tienen mejor respuesta cuando son aplicadas con otra fuente portable de nutriente para la planta debido a que el proceso para la extracción de estos se hará en menor tiempo por tanto la asimilación de los nutrientes será mucho más rápido Asimismo, Pereira et al. (2001) reportan que la utilización de micorizas arbusculares y una baja cantidad de fertilizantes químicos provocan un aumento en absorción de agua y de nutrientes para la planta de caña de azúcar presentando así mayor altura con un porcentaje de 120 cm datos que concuerdan con los obtenidos en esta investigación para el Tratamiento 4, según Cortez (2008) se produce mayor altura en las plantas de caña panelera con 130 cm cuando se utiliza materia orgánica+ cachaza+ bagazo y bajas dosis de fertilizantes químicos esto debido a que los abonos orgánicos retienen las dosis de fertilizantes químicos en suelo disminuyendo que gran parte de estos sean perdidos por lixiviación, datos que están por encima del tratamiento 4 con un promedio de 120 cm respectivamente.

Gráfica 2. Altura de la planta.

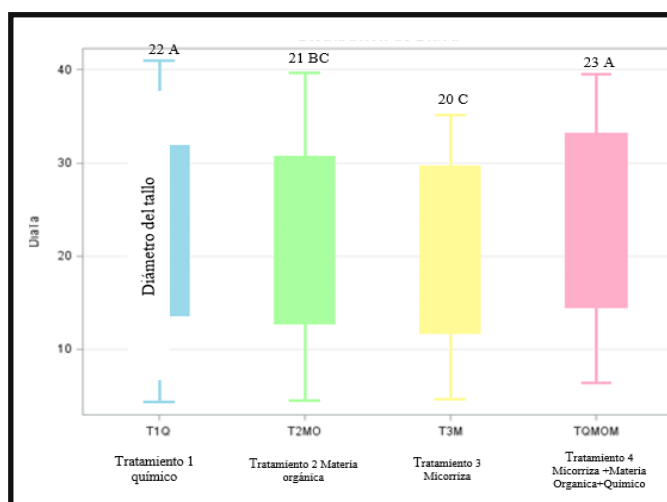


3.3 DIÁMETRO DEL TALLO

El tallo es el órgano más importante en la planta de caña ya que en él se almacenan los azúcares y por ende va relacionado con la producción y calidad del mismo (Acosta, et al., 2009)

En este parámetro al igual que en la variable altura de la planta el análisis estadístico presentó diferencias significativas entre los tratamientos T4 químico+ materia orgánica (bovinaza) + micorriza con un promedio de 23 mm para diámetro del tallo, T1 químico con 22 mm seguido de T2 materia orgánica con un promedio de 20 mm y T3 micorriza con 20 mm, (Gráfica 3). Siendo el mejor tratamiento T4, según Cruz (2013) el diámetro del tallo esta principalmente afectado por los factores nutricionales, temperatura y disponibilidad de agua de ahí que la mezcla de micorriza materia orgánica y fertilizantes químicos hayan dado los mejores resultados. Domínguez (2013) el mejor diámetro del tallo con un promedio de 25 mm en plantas de caña de azúcar fue el que dio la mezcla de cachaza + bagazo + estiércol de ganado + urea, fosfato diamonico y potasio debido a que el estiércol de ganado con el bagazo y la cachaza ayudan a retener humedad en el suelo, los fertilizantes químicos le dan los nutrientes necesarios a la planta para realizar sus procesos vitales obteniendo de esta manera tallos más gruesos estos datos están por encima de los obtenidos en el tratamiento 4 con un promedio de 23 mm respectivamente. López (2014) el mayor diámetro del tallo con un porcentaje de 21 mm fue el que le dio la aplicación de NPK+ humus en caña panelera estando por debajo de los datos obtenidos por el tratamiento 4 con promedio en diámetro de 23 mm.

Gráfica 3. Diámetro del tallo de la planta de caña de azúcar.

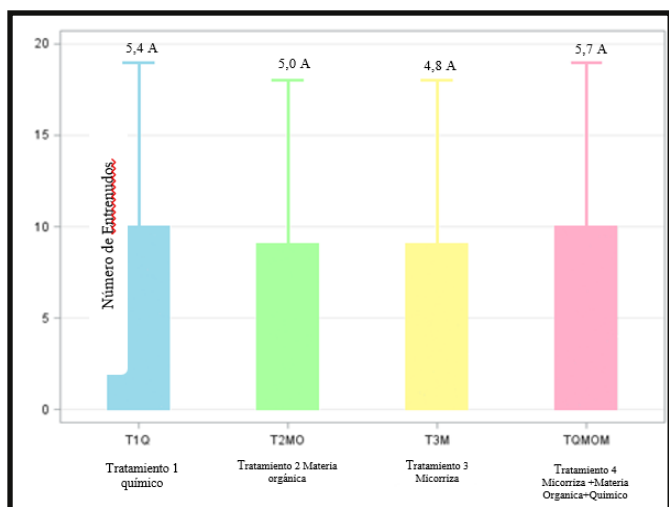


3.4 NÚMERO DE ENTRENUDOS

Según la comparación de medias por el teste de Duncan no existen diferencias significativas entre los tratamientos para la variable número de entrenudos

en plantas de caña de azúcar (Gráfica 4) datos que se pueden comparar con lo reportado por Pineda (2012), donde obtuvo mayor número de entrenudos por planta de caña de azúcar con 8 entrenudos al aplicar NPK+ Gallinaza.

Gráfica 4. Número de entrenudos en el tallo.

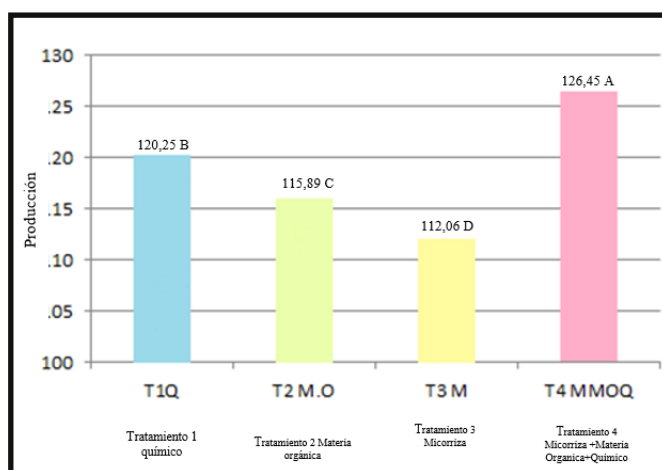


3.5 PRODUCCIÓN (TCH)

Según la comparación de medias por el teste de Duncan existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos Para la variable producción (TCH) siendo el mejor tratamiento T4 químico + materia orgánica (bovinaza) + micorriza con 126,45 toneladas por hectárea de caña de azúcar (THC), seguido de T1 químico con 120,25 TCH, T2 materia orgánica (bovinaza) con 115,89 TCH y por ultimo T3 micorriza con 112,06 TCH (Gráfica 5). Kiehl (2005). La combinación del fertilizante orgánico con el fertilizante mineral hace posible que este último sea retenido en el suelo, encontrándose disponible para la planta, cuando ella lo requiera de ahí que esta mezcla produzca mayor producción en las plantas tratadas. En reportes hechos por Bastidas et al. (2012) obtuvieron mejor rendimiento en cuanto a producción 125,12 TCH tratamientos con mezcla de fertilizantes químicos y orgánico a que cuando eran utilizados el uno u otro por separado en la misma variedad CR 74-250 datos que están por debajo de lo observado en el tratamiento 4 con un porcentaje de 126,45 TCH respectivamente. En resultados facilitados por Cazta (2015) el tratamiento T4 químico+ materia orgánica (bovinaza) + micorriza con 126,45 TCH, fue el que obtuvo mejor producción comparándolo con el tonelaje de 98,20 en promedio reportado por los demás cañicultores de la zona aplicando solo fertilización química, esto se debe a que la materia orgánica ayuda a retener humedad, incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), reflejándose en una mayor capacidad para

retener y aportar nutrientes a las plantas elevando su estado nutricional, aumenta la carga microbial que se encarga de la mineralización de los compuestos orgánicos y de la liberación de los nutrientes para las plantas, por su parte las micorrizas Arbusculares (MA) propician un mayor aprovechamiento de los fertilizantes y nutrientes del suelo, favorecen una mayor captación de agua, estimulan el crecimiento aéreo y radical de los cultivos, lo protegen de ciertos agentes patógenos y mejoran la estructura del suelo, las bajas dosis de fertilización proporcionan nutrientes de una forma rápida para que las plantas los asimilen (Brown y King., 2003).

Gráfica 5. Producción (TCH).



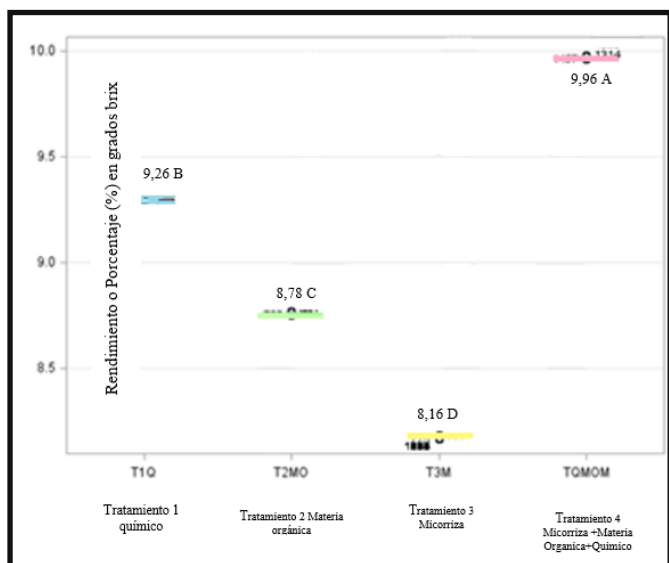
3.6 RENDIMIENTO EN GRADOS BRUX

Los grados Brix es una de las características más importante en la producción y calidad del azúcar, ya que a mayor concentración de sacarosa mejora la productividad y por lo cual incrementa las utilidades del productor (Larrahonda y Villegas ,2008).

Para la variable rendimiento en grados brix el análisis estadístico se observó que si existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, el mejor tratamiento fue T4 químico+ materia orgánica (bovinaza) + micorriza con 9,96 grados, seguido de T1 químico con 9,26 grados brix, T2 materia orgánica (bovinaza) con 8,78 grados y por ultimo T3 micorriza con 8,16 grados brix (Gráfica 6). Pérez y Rojas (2004) obtuvieron mejor rendimiento en grados brix cuando aplicaron micorrizas benéficas + materia orgánica + cachaza + NPK que cuando se aplicaban aparte los abonos orgánicos y aparte los químicos. Muchos autores reportan grados brix de 9,99 para la mezcla de gallinaza+ bovinaza + NPK estando estos por encima de los datos obtenidos en el tratamiento T4 con grados brix de 9.96 respectivamente. En resultados facilitados por Cazta (2015) el tratamiento T4 químico+ materia orgánica

(bovinaza) + micorriza con 9,96 fue el que obtuvo mejor rendimiento en grados brix comparándolo con 9,21 en promedio reportado por las demás cañicul- tores de la zona.

Gráfica 6. Rendimiento en grados brix.



4. CONCLUSIONES

En los tratamientos evaluados el T4 (químico + M.O + micorriza) fue el que arrojó los mejores resultados llegando a concluir que estos tres componentes llevan a la obtención de altas producciones en caña de azúcar.

En las variables evaluadas el tratamiento 3 (micorriza) no mostró los mejores resultados lo cual hace pensar que a las micorrizas por sí solas se les dificulta proveer a la planta de todos los nutrientes necesarios para obtener máximos rendimientos en producción. Y por el contrario es un facilitador de la actividad de nutrición de los suelos.

Teniendo en cuenta los costos de producción aplicando solo fertilización química son significativamente altos en comparación con la utilización de biofertilizantes, abonos orgánicos y bajas concentraciones de fertilizantes químicos ayudando de esta manera a que los cañicultores obtengan mayor ganancia por tonelada de caña producida y cosechada.

REFERÊNCIAS

Acosta J; Contreras L y Duran I. (2009). Manual de caña de azúcar. Cenicaña, Valle del cauca.

Balloeí, F., Ardakani, M. R., Rejali, F., Ramzanpoor, M. R., Alizade, G. R., Mohebbati, F., (2009). Effect of Thiobacillus and Mycorrhiza

fungi under different levels of sulfur on yield and yield components of soybean. International symposium "Root Research and Application" Root RAP, 2-4, Boku-Vienna, Austria.

Bastidas L, Rea R, Sousa O, Hernández E, Briceño R (2012). Análisis de variables agrónomicas en cultivares de caña de azúcar con fines azucareros, paneleros y forrajeros, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, Venezuela.

Brown, M y King E. (2003). "Morphology and histology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. A. Anatomy and cytology. En methods and principles of mycorrhizal research. USA, the American Phytopathological Society, 15-21.

Castilla L, Méndez E, Blanco G, Herrera L. (2002). Avances en la respuesta del cultivo de caña de azúcar, a la biofertilización con bacterias fijadoras de nitrógeno y hongo solubilizador de fósforo, riopaila-castilla s.a. valle del cauca Colombia.

Cazta (2015). Central Azucarero del Táchira, Sección Agronomía, Ureña, Estado Táchira, Venezuela,

Cortez S, (2008). Aprovechamiento de los Subproductos de la caña panelera y la bovinaza en la elaboración de compost utilizando microorganismos eficientes y comparándolos con fertilización química, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

Cruz P (2013). Efecto de productos formulados con algas marinas, materia orgánica y micorriza arbuscular en características del suelo, fisiología, producción y calidad del cultivo de caña de azúcar (*saccharum officinarum*), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Dominguez M (2013). Evaluación y caracterización de sustratos orgánicos y fertilización química para el crecimiento de plantas de caña de azúcar, instituto de enseñanzas e investigación en ciencias agrícolas, campus tabasco.

Ferreira R y Alarcón A (2001). La Microbiología del suelo en la agricultura sostenible, Volumen 8, Universidad Autónoma del Estado de México, Mexico.

Heredia Luis (2008) Influencia de los Abonos Orgánicos en el Cultivo de Caña de Azúcar,

Facultad de Ciencias Agropecuarias e Industrias Alimentarias, escuela profesional de Agronomía, Huacho – Perú

Hernández. E, Amaya. F, Giraldo Vanegas. H, (2004). Alternativas tecnológicas para la producción de caña panelera, segunda edición; República Bolivariana de Venezuela, Gobernación del Estado Táchira, Dirección de Desarrollo Agropecuario Industrial y Comercial, pág 11

Kiehl E. 2005. Fertilizantes Orgánicos. Sao Paulo, BR: Agronómica Ceres Ltda .p. 492

Larrahonda J y Villegas F (2008). Control y características de maduración. Ingenieros de mecanización agrícola del programa de agronomía Cenicaña, Valle del Cauca, Colombia

López Ludin (2014), Evaluación en la respuesta del Cultivo de Caña de Azúcar a la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, Universidad Rafael Landívar, Santa Bárbara, Suchitepequez, México.

Olivares José (2005) Fertilización Biológica de las Plantas, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada.

Páez, O, Guerrero G, 2006. Evaluación de Fertilización Orgánica vs Fertilización Química en Caña de Azúcar Variedad CC 84-75, Universidad de Sevilla, España

Pereira, G.; Sánchez, M; Ríos, D.; Herrera, M. (2001). Micorrizas vesículo arbusculares y su incidencia en el crecimiento de plántulas de caña de azúcar *sacharum officinarum* L. Den. Bosque. 22(2):39-44

Pérez M y Rojas Y (2004). Efecto de Micorriza Benéficas, Materia Organica, Cachaza y fertilización química en Caña Panelera, Honduras

Pineda E, (2012). Efecto de la fertilización Química y Orgánica en caña de azúcar (*sacharum officinarum* L), Fundacaña. Sector Central Matilde, Chivacoa, estado Yaracuy, Venezuela

Rengel M, Gil F , Montañó J (2011). Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en caña de azúcar. I. macronutrientes, Agri de Venezuela, Chorobobo, estado Lara, Venezuela, Fundacaña. Sector Central Matilde, Chivacoa, estado Yaracuy, Venezuela.

Ruiz L, Rivera R, Carvajal D y Milian O (2001). Efectividad de las asociaciones micorrizicas en las raíces y tubérculos en suelos pardos con carbonatos y ferralíticos rojos xv congreso latinoamericano y v congreso cubano de la ciencia del suelo

Sánchez Álvaro (2008). Elaboración, caracterización y comparación de abonos orgánicos a base de equinaza y bovinaza. Universidad de Santander, Bucaramanga

Siqueira, J; Saggin J; Flores O; Aylas W; (2003). Arbuscular mycorrhizal inoculation and superphosphate application influence plant development and yield of cana de açúcar in brazil, guimares.

Subiros, F; (2000). El cultivo de la caña de azúcar, san José, CR. Editorial Universidad estatal a distancia. Pag, 419.

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO CÁRTAMO: DOSE DE MÁXIMA EFICIÊNCIA ECONÔMICA

Fernando Luiz da
Cruz Balena
UNIOESTE

Reginaldo Ferreira
Santos
UNIOESTE

Doglas Bassegio
UNIOESTE

RESUMO

Manejo eficiente de nutrientes cumpre importante papel para o bem-estar das comunidades, como suporte à produção das indústrias de alimento, rações, biomassa e combustíveis alternativos que dependem de uma agricultura viável e sustentável no mundo todo. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar efeito da aplicação de doses crescentes de adubo nitrogenado em cobertura, sobre componentes produtivos e de viabilidade econômica na cultura do cártamo. A semeadura foi realizada sob condição de campo, com cultivar de cártamo S-518, de modo a formar delineamento experimental em blocos casualizados. Os tratamentos foram compostos por doses crescentes de nitrogênio (N): 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, na forma de ureia (45% N), incorporado manualmente em cobertura, 30 dias após emergência das plantas. Parâmetros morfométricos foram avaliados no estágio de floração plena, bem como, produtividade de grãos (aquênios) quando da maturação fisiológica das plantas. Resultados permitem concluir, que o rendimento de aquênio de cártamo foi fortemente influenciado pela aplicação de N-ureia em cobertura, com rendimento máximo na dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Porém, a dose mais econômica de 70 kg ha⁻¹ de N mostrou ser apropriada na obtenção do máximo lucro por unidade de área, portanto mais adequada para sustentabilidade do negócio.

Palavras-chave: Manejo de Nutrientes; Sustentabilidade; *Carthamus tinctorius* L.

1. INTRODUÇÃO

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma cultura oleaginosa com grande potencial energético, pertencente à família Asteraceae (Compositae) (DAJUE; MÜNDEL, 1996; CORONADO, 2010). No Brasil, os cultivos de cártamo ainda se restringem a pesquisa, porém, vem chamando atenção devido à alta adaptabilidade a distintas condições agroclimáticas.

O desenvolvimento da agricultura de precisão, com o conceito específico de manejo local, nas duas últimas décadas aumentou significativamente o manejo da fertilidade do solo, nossa habilidade de praticar uma melhor gestão dos nutrientes, e das ferramentas para monitoramento e avaliação dos resultados (REETZ, 2017).

Mormente aos fatos, deve-se considerar, pois, que os fertilizantes são responsáveis por cerca de 50% do aumento da produtividade agrícola. Todavia, dentre os distintos adubos comerciais, os nitrogenados certamente desempenham papel preponderante na agricultura. Portanto, o adequado suprimento e uso de fertilizantes nitrogenados faz-se necessário, para que o Brasil possa se tornar um grande produtor mundial (FRANCO; SARAIVA NETO, 2007).

Em contrapartida o uso eficiente de adubos faz-se necessário, visto que aproximadamente 1% da produção mundial de energia e as consequentes emissões de gases de efeito estufa está associado à síntese de amônia para produção de fertilizantes nitrogenados (KITANO *et al.*, 2012), além de toda energia incorporada na logística de transporte dos fertilizantes, muitas vezes prejudicial ao meio ambiente.

Doravante, a resposta do cártamo a adubação nitrogenada em cobertura, está relacionada às características inerentes as condições de manejo da cultura e condições edafoclimáticas. Aplicação de fertilizante nitrogenado como N-ureia (forma amídica), em cobertura, visa complementar a necessidade premente do nutriente nitrogênio pela cultura.

Apesar da abundância do gás dinitrogênio ($N_2 \approx 78\%$) na atmosfera, é considerado o nutriente mais limitante ao crescimento das plantas. Isso ocorre, pois, o N_2 não pode ser utilizado diretamente pela maioria dos organismos, especialmente as plantas, em virtude de sua ligação tripla entre os átomos de nitrogênio e que torna a molécula quase inerte (VIEIRA, 2017).

Para absorção pelas plantas, torna-se necessária transformação do N_2 em formas assimiláveis, como: amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e pela fixação biológica de N_2 , tanto em sistemas livres quanto simbióticos, por meio de bactérias formadoras de nódulos

nas raízes de plantas da família Leguminosae (JO NES *et al.*, 2013). Porém, a cultura do cártamo não se enquadra no grupo das leguminosas, necessitando maior quantidade de fertilizante nitrogenado, contudo está adubação faz aumentar os custos de produção (MAGALHÃES, 2017). Portanto, torna-se de vital importância conhecer a real demanda do nutriente nitrogênio pela cultura do cártamo.

Com objetivo de avaliar o efeito da aplicação de distintas doses de adubo nitrogenado em cobertura, sobre componentes produtivos e de viabilidade econômica na cultura do cártamo, conduziu-se na região de Toledo-PR o presente experimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido, sob condições de campo, em uma pequena propriedade rural localizada no município de Toledo-PR, conforme localização geográfica: latitude $24^\circ 32' 35''$ S, longitude $53^\circ 47' 41''$ W e altitude média de 375 metros. A pesquisa foi conduzida entre os meses de maio a outubro de 2018, totalizando 158 dias.

O clima em Toledo, conforme sistema Köppen-Geiger é do tipo Cfa (PEEL *et al.*, 2007), clima subtropical sem estação seca definida e com possibilidade de geadas durante inverno. Apresenta temperatura média anual de $21^\circ C$ (NITSCHKE *et al.*, 2019) e precipitação média anual superior a 1.800 mm (AGUASPARANÁ, 2018).

Os ensaios foram conduzidos numa área de Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) (BHERING; SANTOS, 2008), sob substrato do tipo basalto, relevo suave-ondulado (SANTOS *et al.*, 2018) e solo de textura muito argilosa (SANTOS *et al.*, 2015). Amostras de solo foram coletadas numa profundidade de 0-0,20 m e encaminhadas para análise química e granulométrica. Os resultados da análise de solo encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Principais características do solo utilizado no experimento. Toledo-PR, 2018

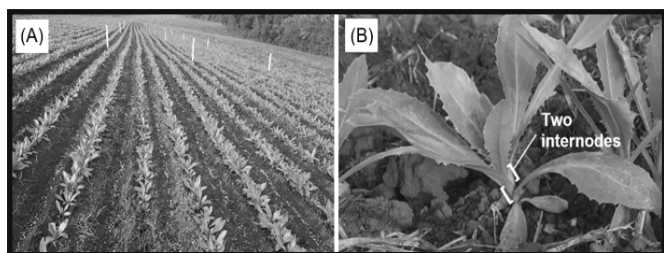
Características ⁽¹⁾	
Química	
pH (CaCl ₂)	5,1
MO (g dm ⁻³)	30,9
P (Mehlich-1) (mg dm ⁻³)	35,2
K (mg dm ⁻³)	245,7
Ca (cmol _c dm ⁻³)	8,6
Mg (cmol _c dm ⁻³)	2,3
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	6,2
SB (cmol _c dm ⁻³)	11,6
CTC _{pH 7,0} (cmol _c dm ⁻³)	17,8
V (%)	65,2
Granulométrica ⁽²⁾	
Areia (g kg ⁻¹)	200
Silte (g kg ⁻¹)	187,5
Argila (g kg ⁻¹)	612,5

Nota: (1) Donagemma et al., (2017). (2) Método do densímetro.

O cultivo foi realizado com semeadora/adubadora Imasa (Indústria de Máquinas Agrícolas Fuchs S.A.), modelo 908, no sistema de cultivo mínimo (preparo reduzido), em solo cultivado, anteriormente, com soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Antes da semeadura, as sementes de cârtamo foram tratadas com produto inseticida Cropstar®. A semeadura mecanizada ocorreu no dia 15 de maio de 2018, estação de outono para o hemisfério Sul, com cultivar de cârtamo S-518, estande final de 440.000 plantas ha⁻¹. Em conjunto da operação de plantio, foi realizada adubação de base com fertilizante mineral misto N-P₂O₅-K₂O (10-15-15), na dose de 300 kg ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas de 31,5 m² cada. Foram avaliadas cinco diferentes quantidades de nitrogênio (N): 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, na forma de uréia (45% N), incorporado, manualmente, aproximadamente 0,10 m das linhas de cârtamo, em cobertura, 30 dias após a emergência das plantas (DAE) e com solo úmido (Figura 1).

Figura 1. (A) Adubo nitrogenado distribuído em sulcos previamente abertos. (B) Plantas em estágio de roseta, 30 dias após emergência.



Quando do estágio de floração plena, coletou-se dados morfométricos das plantas de cârtamo: altura de planta (H) e massa seca da parte aérea (MSPA). A colheita foi realizada 158 dias após operação de semeadura, período de encerramento do ciclo da cultura, nas duas linhas centrais de cada parcela (6 metros lineares), sendo os valores médios para rendimento de aquênios (RA) corrigidos para uma população de 440.000 plantas ha⁻¹, usando a fórmula proposta por Zuber (1942), e a massa de aquênios ajustada para 11% de umidade.

Dos dados quantitativos de rendimento de aquênios de cârtamo, em função do fertilizante nitrogenado aplicado, buscou-se ajustar curva de resposta por meio de trinômio de segundo grau. Da derivada do polinômio gerado obteve-se a Eq. 1, utilizada para definir a dose de máxima eficiência econômica de nitrogênio, conforme Raji (1991):

$$N' = \frac{B_1 - (P_x/P_y)}{2(-B_2)} \quad (\text{Eq. 1})$$

em que,

N' = dose mais econômica de fertilizante nitrogenado, em kg ha⁻¹;

P_x = preço unitário do fertilizante;

P_y = preço unitário do produto (aquênios);

B₁ = segundo termo da equação de segundo grau;

B₂ = terceiro termo da equação de segundo grau.

Dados obtidos foram averiguados quanto à homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett e quanto à normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste "F" a 5% de probabilidade. Quando significativo, ajustaram-se equações de regressão para as médias das variáveis quantitativas. Análises foram realizadas utilizando os procedimentos disponíveis no software SISVAR® 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

A temperatura média mínima no período de emergência foi de 13,1 °C e máxima de 24,3 °C. Deve-se considerar, pois, que a germinação de sementes de cârtamo ocorre em temperaturas tão baixas quanto 2-5 °C (DAJUE; MÜNDEL, 1996; CORONADO, 2010). Assumindo-se que a temperatura base para o cârtamo é de 5 °C (STRECK *et al.*, 2005), a soma térmica acumulada no período de emergência foi de 95,8 °C.

O registro das precipitações pluviométricas nos cinco primeiros dias após semeadura foi de 40,8 mm. O somatório das precipitações para o ciclo produtivo de cârtamo foi de 683 mm. Conforme registro, o mês de junho se destacou por apresentar a temperatura média mais baixa, cerca de 17 °C. Em contrapartida, o mês de outubro apresentou a temperatura média mais alta, cerca de 23 °C.

3.2 RESULTADOS ESTATÍSTICOS DAS VARIÁVEIS PRODUTIVAS

Dados obtidos para ensaios de campo demonstram que o fertilizante nitrogenado não influenciou de forma significativa a variável altura de planta (H) (Tabela 2), conforme procedimentos adotados nesta pesquisa.

Porém, houve diferença estatística ao nível de 5% de significância para as variáveis: massa seca da parte aérea (MSPA) e rendimento de aquênios (RA). Logo, houve efeito dos tratamentos nas variáveis supracitadas e, por consequência, no desempenho produtivo da cultura.

Tabela 2. Teste F e valores médios produtivos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), em função das diferentes quantidades de N-ureia, aplicadas em cobertura. Toledo-PR, 2018

Tratamento (kg ha ⁻¹ de N)	H (cm)	MSPA (t ha ⁻¹)	RA (kg ha ⁻¹)
0	121,10	11,99	114,82
50	119,52	15,26	514,98
100	125,50	14,81	437,14
150	123,82	18,31	477,71
200	123,55	16,64	375,55
F	0,47 ns	5,63**	3,356*
C.V. (%)	5,61	12,83	45,23
Regressão	$\hat{y} = \bar{y} = 122,70$	$\hat{y} = 12,931 + 0,0247^{**}N$	$\hat{y} = 160,601 + 6,0325N - 0,0253^{*}N^2$
R ²	-	0,69	0,79

Nota: H = altura de planta, em cm; MSPA = massa seca da parte aérea, em t ha⁻¹; RA = rendimento de aquênios, em kg ha⁻¹. ** 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, (0,05≤P).

A variável H não foi influenciada significativamente pelos tratamentos (Tabela 2). Uma possível explicação para esse fato é a rotação de culturas com emprego de plantas leguminosas, como a soja, que tende a corroborar com o processo de fixação biológica de nitrogênio, realizada por bactérias do gênero *Rhizobium* (STEINER et al., 2018). Tal fator, juntamente com a adubação de base, como adotado nesse estudo, possivelmente contribuíram com maior aporte de N ao solo, antes mesmo da aplicação de N-ureia em cobertura. Assim, proporcionando maior crescimento vegetativo, ou seja, reduzindo a resposta dos tratamentos.

Sampaio (2016), em pesquisa sobre variações de adubação, densidade e épocas de semeadura para a cultura do cártamo, na região de Cascavel-PR, também não constatou influência significativa de um fertilizante mineral misto NPK (4-14-8), nas doses de 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ e uma testemunha (sem adubação), sobre a variável altura de planta.

Para os valores fenotípicos de MSPA (Tabela 2), verificou-se apenas efeito linear do nitrogênio, de modo que não se comprovou efeito quadrático, por meio de curva. Na equação de regressão, o coeficiente "x" (N) mostrou-se positivo, indicando incremento da MSPA à medida que as doses de nitrogênio aumentaram. No caso presente, para cada quilograma de N aplicado em cobertura, dentro do intervalo experimental considerado, o incremento na variável MSPA foi de 0,0247 t ha⁻¹ (~25 kg ha⁻¹), comprovando a importância do N no desenvolvimento vegetativo das plantas.

A possibilidade de se estabelecer uma relação fun-

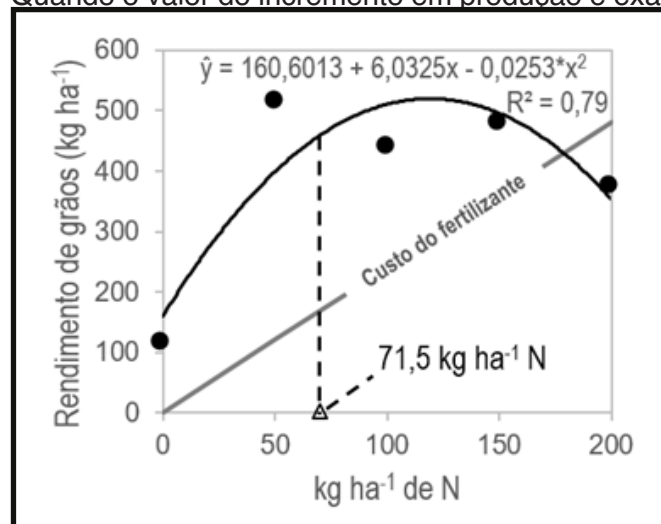
cional, também foi constatada para os valores de rendimento de aquênios, porém, neste caso, verificou-se o efeito quadrático das doses de nitrogênio, representado por meio de equação de segundo grau (Tabela 2). Para a equação de regressão ajustada, o valor máximo (a<0) da função quadrática foi de 119,1 kg ha⁻¹ de N (119,1; 519,9). Contudo, quantidades superiores de N, aplicado em cobertura (doses de 150 e 200 kg ha⁻¹ de N), influenciaram negativamente, acarretando redução na produtividade de aquênios e, por consequência, a curva de respostas apresentou comportamento descendente (Figura 2).

Muitas vezes, o ponto que correlaciona a dose ideal do nutriente à máxima produtividade (~120 kg ha⁻¹ de N), não é o melhor indicador a se basear, mas sim, o ponto no modelo que representa a dose de máxima eficiência econômica. A dose mais econômica corresponde à quantidade de N, acima da qual, o valor do aumento no rendimento de grãos não mais supera o custo deste fertilizante.

Para efeito de cálculo, admitiu-se uma relação de equivalência, em que para aquisição de 1 kg de N haveria necessidade de 2,41 kg de aquênios de cártamo, ou seja, neste caso se convencionou usar o próprio grão de cártamo como valor de troca, ao invés de moeda corrente (Figura 2).

Figura 2. Curva de resposta do rendimento de aquênios de cártamo ao fertilizante nitrogenado, com ajuste do polinômio do 2º grau, linha de custo para Px/Py = 2,41 e indicação de dose de máxima eficiência econômica. Toledo-PR, 2018. Nota: * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quando o valor do incremento em produção é exa-



tamente igual ao custo do nutriente, atinge um nível de aplicação, acima do qual a adubação dá prejuízo, e que corresponde a dose mais econômica (RAIJ, 1991).

Para obter o máximo lucro por unidade de área, os ensaios conduzem para a dose mais econômica de 71,5 kg ha⁻¹ de N (71,5; 458), obtida pela aplicação da Eq. 1, e levando-se em consideração uma

relação de preço de 2,41. Dose está cerca de 40% inferior àquela registrada para produção máxima de aquênios. Cabe ressaltar que a relação de preço (2,41) não é fixa, cabendo o interessado compor o valor mais conveniente, conforme condições de mercado.

4. CONCLUSÕES

Em face às particularidades de condução do presente trabalho, pode-se afirmar que entre os componentes de produção avaliados a massa seca da parte aérea e rendimento de aquênios, registraram incremento com a adubação em cobertura, indicando que a cultura responde de forma positiva à fertilização nitrogenada.

Segundo variação de preços, a dose econômica de N, que proporcionou o lucro máximo ao cultivo de cártamo foi de cerca de 70 kg ha⁻¹. A este nível de utilização a produção estimada de grãos foi de 458 kg ha⁻¹. Contudo, a decisão sobre a dose de máxima eficiência econômica a aplicar, deve ser considerada com base no cálculo atualizado da relação de preço, na época de adubação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AGUASPARANÁ - INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. Relatório de alturas diárias de precipitação: Toledo, PR. 2018. Disponível em: <http://www.sihweb.aguasparana.pr.gov.br/sihweb/gerarRelatorioAlturasDiariasPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelInicial>. Acesso em: 10 maio 2019.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos. Mapa de solos do estado do Paraná. Rio de Janeiro: IAPAR; EMBRAPA, 2008. 74 p.

CORONADO, L. M. El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2010. 96 p.

DAJUE, L.; MÜNDEL, H. H. Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation

and use of underutilized and neglected crops. Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 83 p.

DONAGEMMA, G. K.; VIANA, J. H. M.; ALMEIDA, B. G. de; RUIZ, H. A.; KLEIN, V. A.; DECHEN, S. C. F.; FERNANDES, R. B. A. Análise granulométrica. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Eds.). Manual de Métodos de Análise de Solo. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. cap. 10, p. 95-116.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRANCO, J. A. M.; SARAIVA NETO, A. Produção de fertilizantes nitrogenados e suprimento de matéria-prima. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Eds.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba, SP: IPNI, 2007. p. 73-107.

JONES, R.; OUGHAM, H.; THOMAS, H.; WALAND, S. *The Molecular Life of Plants*. UK: Wiley-Blackwell, 2013.

KITANO, M.; INOUE, Y.; YAMAZAKI, Y.; HAYASHI, F.; KANBARA, S.; MATSUISHI, S.; YOKOYAMA, T.; KIM, S.; HARA, M.; HOSONO, H. Ammonia synthesis using a stable electride as an electron donor and reversible hydrogen store. *Natural Chemistry*, v. 4, p. 934-940, 2012.

MAGALHÃES, J. R. Adubação nitrogenada e potássica no desenvolvimento de *Carthamus tinctorius* L. 2017. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2017.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. Atlas climático do Estado do Paraná. Londrina, PR: IAPAR, 2019. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em: 05 maio 2019.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

RAIJ, B. V. Fertilidade do Solo e Adubação. Piracicaba, SP: Ceres: Potafos, 1991. 343 p.

REETZ, H. F. Fertilizantes e o seu uso eficiente. São Paulo: ANDA, 2017. 178 p.

SAMPAIO, M. C. Cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) sob variação de adubação, densidades e épocas de plantio. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, R. D. dos; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 7. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2015.

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; SANTOS, D. M. da S.; BUSH, A. Molibdênio e coinoculação de sementes de amendoim com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em solo do cerrado. *Acta Iguazu*, v. 7, n. 4, p. 128-137, 2018.

STRECK, N. A.; BELLÉ, R. A.; ROCHA, E. K.; SCHUH, M. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, 2005.

VIEIRA, R. F. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 163 p.

ZUBER, M. S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniform trial data. *Journal of the American Society of Agronomy*, v. 34, n. 1, p. 30-47, 1942.



EFEITO DA TEMPERATURA E MEJA NA MASSA FRESCA E EXTRAVASAMENTO DE ELETRÓLITOS DE FLORES DE CORTE DE AVE DO PARAÍSO

Ariana Mota Pereira
UFV

Mateus de Paula
Gomes
UFV

Camila Andressa
Silva de Oliveira
UFV

Ana Izabella Freire
UFV

Renata Ranielly
Pedroza Cruz
UFV

Ednângelo Duarte
Pereira
UFV

Fernando Luiz Finger
UFV

RESUMO

Em espécies sensíveis ao frio, como a Ave do Paraíso, a exposição a baixas temperaturas ocasiona danos celulares, que podem ser quantificados pelo extravasamento de eletrólitos. Esses danos levam a depreciação da qualidade das pétalas e sépalas que juntamente com a massa fresca das flores constituem os principais parâmetros de qualidade para o mercado. Diante disso, objetivou-se com este estudo determinar o efeito da temperatura de armazenamento e da aplicação de MeJA no extravasamento de eletrólitos e massa fresca de flores de corte de Ave do Paraíso. As hastes florais foram pulverizadas com soluções de 100, 250 e 400 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de MeJA e controle, sem MeJA. Posteriormente, foram transferidas para recipientes contendo água e armazenadas nas temperaturas de 5, 10 e 22 °C por 7 dias. A exposição das flores a 5 e 10 °C não causou o extravasamento de eletrólitos e promoveu maior massa fresca. A 22 °C, as doses de 100 e 250 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de MeJA aumentaram o extravasamento de eletrólitos e o aumento da dosagem de MeJA promoveu maior massa fresca. Conclui-se que as flores de corte de Ave do Paraíso podem ser armazenadas a 5 °C por 7 dias e que a aplicação de MeJA é indicado para aumentar a massa fresca apenas em temperaturas mais elevadas.

Palavras-chave: Armazenamento; Qualidade; Injúria por frio.

1. INTRODUÇÃO

A Ave do Paraíso (*Strelitzia reginae*) caracteriza-se por uma grande bráctea com três sépalas verticais alaranjadas e três pétalas fundidas modificadas. Essa arquitetura exótica a torna uma planta muito utilizada em jardins e arranjos florais. No entanto, após o corte das hastes florais a Ave do Paraíso começa a apresentar aspecto de murcha, com a base da bráctea escura e as folhas enroladas (Jaroenkit & Paull, 2003), determinado assim seu período de comercialização.

O tempo transcorrido para a perda da qualidade floral é dependente das condições de armazenamento e transporte (Bayogan et al., 2008). A refrigeração é uma alternativa para prolongar a vida de vaso. No entanto, espécies tropicais, como a Ave do Paraíso apresentam sintomas de injúria por frio quando submetidas a temperaturas abaixo de 13 °C (Jaroenkit & Paull, 2003), podendo apresentar descoloração das pétalas, acelerada perda de água, lesões necróticas, extravasamento celular, atraso na abertura floral e aumento na susceptibilidade ao ataque de patógenos (Finger et al., 2003).

A sensibilidade a este distúrbio fisiológico depende da temperatura e tempo de exposição (Kays, 1991). Podendo ser possível prolongar a durabilidade floral com a refrigeração sem que ocorram os sintomas de injúria por frio. Para isso é necessário estudos específicos, que visem determinar as melhores condições de armazenamento.

A ocorrência de injúria por frio pode ser determinada pela quantificação do extravasamento de eletrólitos, que é uma medida indireta dos danos nas membranas celulares (Sharon et al., 2004). E a qualidade e longevidade pode ser obtida pela massa fresca (Ichimura et al., 2006), uma vez que a murcha das flores é o primeiro aspecto avaliado pelos consumidores.

O metil jasmonato (MeJA) vem sendo utilizado em estudos com diversos frutos visando a redução da injúria por frio, como relatado em goiaba (González-Aguilar et al. 2004), manga (González-Aguilar et al. 2000), tomate (Ding et al., 2001), limão (Siboza et al., 2014), uva e laranja (Grasemnezhad et al., 2008). Além disso, tem potencial de promover maior vida de vaso e manter a qualidade floral, por atuar na senescência, floração, regulação da abertura floral e fechamento dos estômatos (Cheong & Do Choi, 2003; Rohwer & Erwin, 2008; Avanci et al., 2010). Sendo, portanto, um estudo promissor em flores.

Diante disso, objetivou-se com este estudo determinar o efeito da temperatura de armazenamento e da aplicação de MeJA no extravasamento de eletrólitos

e perda de massa fresca de flores de corte de Ave do Paraíso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As hastes florais foram colhidas pela manhã no ponto de colheita comercial, que consiste de um florete aberto. Posteriormente as hastes foram padronizadas para 25 cm e pulverizadas nas concentrações de 100, 250 e 400 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de MeJA, e controle sem MeJA. As hastes foram transferidas para recipientes contendo água e armazenadas a 5, 10 e 22 °C. As análises de extravasamento de eletrólitos e perda de massa fresca foram realizadas no sétimo dia após a colheita e aplicação dos tratamentos.

O extravasamento de eletrólitos (EE) foi determinado com condutivímetro (LFT 613 T, Schott Geratje). Quatro discos de 10 mm de diâmetro foram retirados das brácteas, colocados em recipiente fechado com 20 mL de água destilada por 6 h e, em seguida, realizou-se a primeira leitura de condutividade livre (CL). Em seguida, os recipientes foram colocados em estufa a 90 °C por 2 h para a realização da leitura de condutividade total (CT), sendo o $EE = (CL / CT) \times 100$. (Lima et al. 2002).

Para a determinação da massa fresca, as hastes florais foram pesadas em balança digital (Marconi AS 500C) no sétimo dia e os dados foram expressos em porcentagem, em relação ao peso inicial das hastes, considerado 100 %.

O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas as doses (100, 250 e 400 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de MeJA) e nas subparcelas os dias de avaliações (0 e 7). O experimento foi composto de quatro blocos e a unidade experimental constituída de duas hastes florais. Os dados foram analisados por meio de análise de variância utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genética da UFV - GENES-UFV (Cruz, 2006) e posteriormente foi feita análise descritiva dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A exposição das hastes florais ao armazenamento refrigerado a 5 e 10 °C, não causou extravasamento de eletrólitos, indicando que não houve dano nas membranas e, portanto, não ocorreu injúria pelo frio, quando a exposição é de apenas sete dias (Figura 1. A).

Como a ocorrência de injúria é dependente do tempo de armazenamento, a exposição prolongada ao frio ocasiona o desenvolvimento do distúrbio fisiológico, como foi observado por Finger et al., (2003) quando

expos as hastes florais a 10 °C por 28 dias, em que verificaram-se manchas nas brácteas e sépalas. No presente estudo o tempo utilizado foi de apenas sete dias o que permitiu a redução da temperatura para 5 °C sem que ocorresse dano celular.

Quando a planta é exposta a condição de estresse, como temperaturas abaixo da temperatura mínima de segurança que a planta tolera, ocorre a interrupção do fluxo protoplasmático, redução da atividade fotossintética (Paiva & Oliveira, 2006) e produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROS). Em condições que não há estresse abiótico, ocorre produção de EROS, no entanto, a planta apresenta sistemas enzimáticos e não enzimáticos para removê-los. Quando as concentrações de oxigênios reativo, como oxigênio singlete (1O_2), radical hidroxila ($OH\cdot$), ânion superóxido ($O_2^{\cdot-}$) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que são os tipos de EROS, estão acima da capacidade de remoção do sistema oxidativo da planta, ocorre a reação desses compostos com lipídios, promovendo a sua peroxidação e levando à perda da integridade da membrana e, consequentemente, à extravasamento de íons e eletrólitos e ocorrência de danos celulares (Barbosa et al., 2014).

As alterações nas membranas resultam em várias respostas secundárias, como produção de etileno, aumento da respiração e alterações na atividade enzimática (Larcher, 2006). E a integridade da membrana celular determina o impacto da injúria por frio em muitos produtos com precisão (Shewfelt & Purvis, 1995).

As doses de MeJA testadas não tiveram efeito a 5 e 10 °C, mas a 22 °C observou-se maior extravasamento quando aplicou-se 100 e 250 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de MeJA (Figura 1A). O MeJA é um hormônio relacionado ao estresse biótico e abiótico, e tem ação sobre as enzimas oxidativas que removem as EROS, no entanto a 5 e 10 °C, não houve dano celular, o que explica a ausência de efeito. A 22 °C o aumento do extravasamento de eletrólitos foi inesperado, o que pode ser um indicativo de ação negativa do MeJA à temperatura ambiente. Em trabalho com *Ricinus communis* verificou-se que o MeJA induziu o acúmulo de peróxido de hidrogênio logo após a sua aplicação (Soares et al., 2010).

O aumento da temperatura de armazenamento reduziu a massa fresca das hastes florais, dessa forma a maior conservação foi obtida com a refrigeração a 5 °C (Figura 1B).

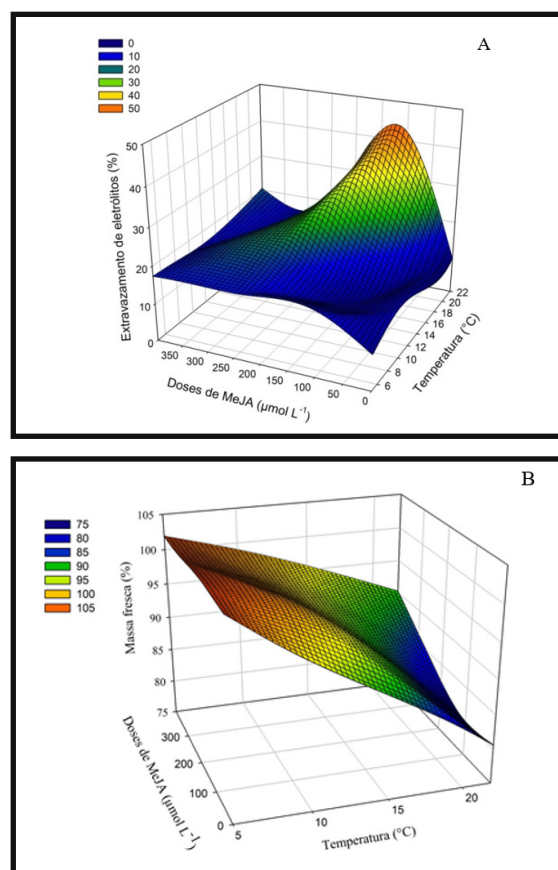
A variação da massa fresca durante o armazenamento é causada pela transpiração floral (Pietro et al., 2012), que reduz o teor de água, levando a um balanço hídrico negativo em virtude a interrupção do fornecimento de água no momento do corte da flor (Chitarra & Chitarra, 2005). Também está associada

ao consumo de substratos pela respiração, uma vez que com a colheita a atividade fotossintética reduz ou cessa, mas a respiração continua para manter o metabolismo, o que faz com que ocorra o consumo das reservas armazenadas pela flor (Taiz & Zeiger, 2017). Em temperaturas mais elevadas a atividade respiratória e a transpiração são aumentadas, acarretando redução mais expressiva da massa das flores.

A aplicação de MeJA não foi efetiva na manutenção da massa fresca a 5 e 10 °C, no entanto, a 22 °C com o aumento da dosagem de MeJA verificou-se maior massa fresca, indicando que só seria indicado sua aplicação a temperaturas mais elevadas (Figura 1B). A ausência de efeito nas baixas temperaturas de armazenamento pode estar relacionada com a massa fresca elevada das hastes florais sob condições de refrigeração. Já, a 22 °C o MeJA pode ter influenciado na redução da transpiração, pois, alguns autores verificaram sua ação nos estômatos (Cheong & Do Choi, 2003).

A variação de massa fresca foi de 10, 12 e 20%, no armazenamento a 5, 10 e 22 °C, respectivamente (Figura 1B). Valores acima de 10% já comprometem a qualidade e a durabilidade das flores que começam a apresentar sintomas de murcha (Nowak & Rudnicki 1990).

Figura 1: Extravasamento de eletrólitos (B) e massa fresca (A) das hastes florais de Ave do Paraíso armazenadas nas temperaturas de 5, 10 e 22 °C e submetidas a aplicação de 100, 250 e 400 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de metil jasmonato (MeJA).



4. CONCLUSÃO

As flores de corte de Ave do Paraíso podem ser armazenadas a 5 °C por 7 dias e a aplicação de MeJA é indicada para aumentar a massa fresca apenas em temperaturas mais elevadas.

REFERÊNCIAS

AVANCI, N.C.; LUCHE, D.D.; GOLDMAN, G.H.; GOLDMAN, M.H.S. Jasmonates are phytohormones with multiple functions, including plant defense and reproduction. *Genetics and Molecular Research*, v. 9, p. 484 – 505. 2010.

BARBOSA, M. R.; SILVA, M. M. A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. *Ciência Rural*, v.44, n.3, p. 453-460, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000300011>.

BAYOGAN, E. R.; JAROENKIT, T.; PAULL, R. E. Postharvest life of Bird-of-Paradise inflorescences. *Postharvest Biology and Technology*, v. 48, p. 259-263. 2008.

CHEONG, J.J.; CHOI, Y.D. Methyl jasmonate as a vital substance in plants. *Trends in Genetics*, v. 19, p. 409 – 413. 2003.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL, 785p. 2005.

CRUZ, C. D. Programa genes versão Windows. Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Viçosa: UFV, 2006. 648p.

DING, C. K.; WANG, C. Y.; GROSS, K. C.; SMITH, D. L. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. *Plant Science*, v. 16, p.1153–1159. 2001.

FINGER, F.L.; MORAES, P.J.; BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S. Vase Life of Bird-of-Paradise Flowers Influenced by Pulsing and Term of Cold Storage. *Acta Horticulturae*, v. 628, p.863-867. 2003.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A., FORTIZ, J., CRUZ, R., BUTA, J. G., AND WANG, C. Y. (2000). Methyl jasmonate reduces chilling injury and maintains post-harvest quality of

mango fruit. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 515–519. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10691668>.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A., TIZUADO - HERNÁNDOZ, M. E., ZAVALLETA - GATICA, R., AND MARTÍNEZ - TÉLLEZ, M. A. (2004). Methyl jasmonate treatments reduce chilling injury and activate the defense response of guava fruits. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 313, 694-701. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2003.11.165>.

GRASEMNEZHAD, M., BABALAR, M., AND MOSTOUFI, Y. (2008). Effect of methyl jasmonate and methyl salicylate in reducing chilling injury and decay in marsh grape fruit and thompson navel orange produced in North and south of Iran. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 39, 1 – 7. <http://en.journals.sid.ir/ViewPaper.aspx?ID=139498>.

ICHIMURA, K. et al. Effects of temperature, 8- hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biology and Technology*, v. 5, p.33-34. 2006.

JAROENKIT, T., AND PAULL, R.E. (2003). Reviews postharvest handling of heliconia, red ginger, and bird-of-paradise. *Horticulture Technology*, 13, 259-266. <http://horttech.ashspublishations.org/content/13/2/259.full.pdf>.

KAYS, S.J. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. New York. 532p. 1991.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Sao Carlos: RIMA, 531p. 2006.

LIMA, A. L. S., DAMATTA, F. M., PINHEIRO, H.A., TOTOLA, M.R., AND LOUREIRO, M.E. (2002). Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 47, 239-247. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847201001307>.

NOWAK, J., AND RUDNICKI, R. M. (1990). *Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants*. Portland: Timber Press.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L.M. *Fisiologia e produção vegetal*. Lavras: UFLA. p. 104. 2006.

PIETRO, J.; MATTIUZ, B. H.; MATTIUZ, C. F. M.; RODRIGUES, T. J. D. Qualidade de rosas de corte tratadas com produtos naturais. *Ciência Rural*, n.10, v.42, p. 8. 2012.

ROHWER, C.L.; ERWIN, J.E. Horticultural applications of jasmonates: A review. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, v. 83, p. 283 – 304. 2008.

SHARON, A.; ELAD, Y.; BARAKAT, A.; TUDZYNSKI, P. Phytohormones in Botrytis-plant interactions. In: ELAD, Y., WILLIAMSON, B., TUDZYNSKI, P., DELON, N. (eds.). Chapter 10. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London. p. 163–179. 2004.

SHEWFELT, R.L.; PURVIS, A.C. Toward a comprehensive model for lipid peroxidation in plant tissue disorders. *Hortscience*, v. 30, p.213–218. 1995.

SIBOZA, X. I.; BERTLING, I.; ODINDO, A. O. Salicylic acid and methyl jasmonate improve chilling tolerance in cold-stored lemon fruit (*Citrus limon*). *Journal of Plant Physiology*, v. 171, p.1722-1731. 2014.

SOARES, A. M. S., SOUZA T. F., JACINTO T., AND MACHADO, O. L. T. (2010). Effect of Methyl Jasmonate on Antioxidative Enzyme Activities and on the Contents of ROS and H₂O₂ in *Ricinus communis* leaves. *Brazilian Journal of Plant Physiology (Impresso)*, 22, 151-158. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S1677-04202010000300001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6^a ed. Porto Alegre: Artmed. 719 p. 2017.

EFEITO DO ADUBO FOLIAR SUMO-K SOBRE A POPULAÇÃO DE MOSCA BRANCA EM ESTUFAS DE TOMATE

Leonardo Sgargeta
Ustulin
FGV/EESP

Conceição Aparecida
Cossa
UENP-CLM

Laila Herta Mihsfeldt
UENP-CLM

Olivia Pak Campos
UNESP-FCA

Ruan Carlos da
Silveira Marchi
UNESP-FCA

Paulo Frezato Neto
UENP-CLM

André Henrique
Utrera Marchi
UENP-CLM

RESUMO

A mosca branca é uma das principais pragas do tomateiro. O controle químico, é o método mais empregado no seu manejo. Devido a necessidade de redução de resíduos químicos, métodos alternativos de controle vem sendo estudados. O Sumo-K é um fertilizante, a base de extrato cítrico, que tem apresentado ação inseticida promissora. Objetivou-se portanto, avaliar a ação inseticida do Sumo-K, comparando a inseticidas convencionais. O experimento foi conduzido em Bandeirantes-PR, foram aplicados dois tratamentos, onde, na primeira estufa, utilizou-se inseticidas convencionais, e, na segunda estufa, o Sumo-K como inseticida. O número de ovos foi menor onde houve aplicação do Sumo-K, exceto na avaliação feita aos 90 dias. Nas avaliações feitas aos 105, 120, 150 e 165 dias nota-se que o Sumo-K foi bastante eficiente. O maior efeito do extrato cítrico, pode ser observado na última avaliação, quando os inseticidas convencionais já não demonstravam ação sobre os ovos, evidenciando que, mesmo após 180 dias o adubo foliar ainda apresentava efeito. O Sumo-K mostrou-se satisfatório no controle de ovos e ninfas de mosca-branca em relação aos inseticidas convencionais, quando aplicado em estufas comerciais de tomate.

Palavras-chave: Controle Alternativo; Extrato Cítrico; Mosca Branca; Tomateiro

1. INTRODUÇÃO

A mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) é considerada uma das principais pragas do tomateiro (Haji et al., 1998). A produtividade do tomate poderia ser maior, não fosse a elevada suscetibilidade da cultura a microrganismos e insetos (Lopes et al., 2000).

Seus danos são causados diretamente pela sucção da seiva, injeção de toxinas e liberação de “honeydew” provocando a formação de fumagina, e indiretamente pela transmissão de doenças viróticas (Ohnesorge & Rapp, 1986; Yokomi et al., 1990).

Compostos orgânicos bioativos produzidos por vegetais incluem repelentes, deterrentes alimentares e de oviposição, inibidores de crescimento, esterilizantes e toxinas, que formam uma vasta defesa química contra insetos e microrganismos invasores (Saxena, 1989).

Plantas com atividade alelopática são encontradas em várias famílias, e as espécies botânicas mais promissoras, como fontes de substâncias inseticidas, pertencem às famílias Anacardiaceae, Anonaceae, Asteraceae, Cannellaceae, Lamiaceae, Leguminosae, Meliaceae, Mirtaceae e Ruraceae (Jacobson, 1989).

Até o presente momento, o controle químico através da pulverização com inseticidas sintéticos, é o método mais empregado no combate à mosca-branca em tomateiro. Entretanto, devido à necessidade de redução do volume de resíduos químicos nas lavouras, métodos alternativos de controle como o uso de extratos vegetais com atividades inseticida e/ou insetistática têm revelado resultados promissores no combate à *B. tabaci* biótipo B (Souza;Vendramim, 2000, 2001; Cunha et al., 2005; Bogorni;Vendramim, 2005).

Um exemplo de inseto fitófago, cuja dificuldade de controle convencional estimula a busca por inseticidas de origem botânica, é a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae).

Uma estratégia viável para a redução das populações de insetos é o uso de extratos de plantas, associado a outros métodos de controle, uma vez que sistemas auto-sustentáveis de produção requerem metodologias menos agressivas que, preferencialmente, sejam parte do agroecossistema e, assim, mais duradouras.

Considerado atualmente um complexo de biótipos, *B. tabaci* é o inseto de maior importância da agricultura nacional, por causar danos diretos e indiretos à planta hospedeira, especialmente na transmissão de fitovirose. Adicionalmente, *B. tabaci* apresenta

alto potencial reprodutivo, com elevada fecundidade e ciclo de vida curto (Bethke et al., 1991), além de amplo espectro de plantas hospedeiras, com mais de 500 espécies registradas, entre cultivadas e selvagens, pertencentes a 77 famílias botânicas (Basu, 1995; Hilje, 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação inseticida do extrato vegetal denominado SUMO-K em relação a inseticidas de uso convencional no uso do tomateiro.

2. MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda São João no município de Bandeirantes- PR (23°06'50,3" Latitude Sul e 50°21'07,5" Longitude Oeste) altitude de 430 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférrico Típico com distribuição granulométrica (g/kg) de: argila = 710, silte = 170 e areia = 120 (EMBRAPA, 2006).

O cultivar de tomate utilizado Tomato Berry Hybrid. A semeadura foi feita em 07/03/13 e as mudas foram transplantadas para a estufa em 11/04/13.

O tamanho das estufas era de 1000m² (20 m de largura e 50 m de comprimento), com 12 linhas de 48 metros cada. A adubação foi feita de acordo com a análise de solo. Uma estufa foi conduzida de forma convencional, usando os defensivos normalmente empregados na condução da cultura e na outra estufa foi aplicado o adubo foliar Sumo-K como substituto aos inseticidas.

Foram coletados 15 trifólios/estufa ao acaso, a partir dos 30 dias após o plantio definitivo das mudas na estufa e as avaliações foram feitas quinzenalmente. As folhas coletadas foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados na parte inferior da geladeira até o momento da contagem de ovos, ninfas e/ou adultos.

A contagem foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico, com aumento de 20 vezes, no laboratório de Entomologia e Nematologia da, UENP/ CLM - Bandeirantes-PR. Os dados foram anotados em planilhas e submetidos à análise estatística, empregando-se o teste Student para comparação das médias no nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

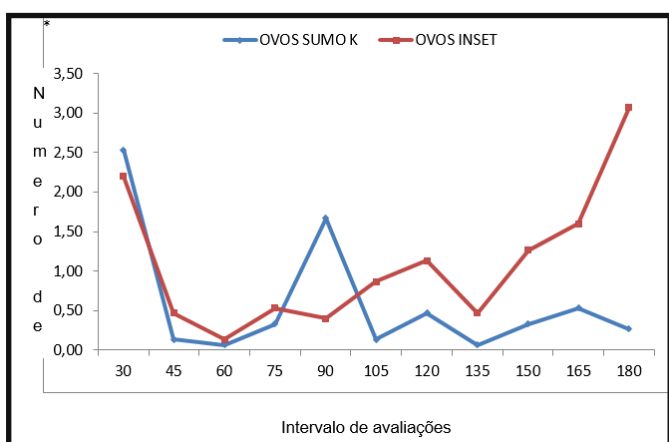
Na figura 1 podemos observar que o número de ovos contados ao longo dos meses de avaliação foi menor onde foi aplicado o adubo foliar Sumo K, exceto na avaliação feita aos 90 dias onde se calculou um elevado coeficiente de variação. Tal fato pode

ser considerado normal, uma vez que se trabalhou com organismos vivos, seja a planta ou o inseto. O inseto pode ter sofrido ação de temperatura, foto-período e/ou umidade e aumentado o seu potencial reprodutivo. Por outro lado, a planta também pode ter sido influenciada por fatores bióticos e abióticos.

Além disso, foram retirados 15 folíolos, sendo que cada folíolo é composto por três folhas, que podiam apresentar tamanhos diferenciados e por isso também terem influenciado o número de ovos em cada um dos folíolos, já que a contagem foi feita na área total da folha.

Por outro lado, na avaliação feita aos 105, 120, 150 e 165 dias nota-se que o Sumo K foi bastante eficiente, pois as curvas se distariam. No entanto, o maior efeito do Sumo K pode ser observado na última avaliação, onde os inseticidas já não demonstravam ação sobre os ovos, pois a curva é crescente, enquanto a curva do Sumo K era decrescente, indicando que mesmo após 180 dias o adubo foliar ainda apresentava efeito e a quantidade de ovos tendia para zero.

Figura 1 - Número médio de ovos encontrados em 15 trifólios de tomate plantado em estufas comerciais em Bandeirantes, PR., durante o período de abril a novembro de 2013.



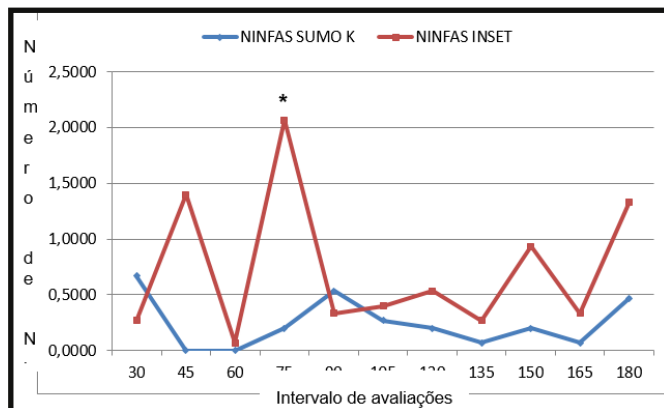
Com relação a população de ninfas, aos 30 dias, a população era maior naquelas estufas onde foi aplicado o Sumo-K. Porém, aos 45 dias, a situação já se invertia e naquelas estufas com Sumo-K, a população de ninfas foi reduzida a zero e naquelas com inseticidas, a população era crescente.

Aos 60 dias, em ambas as estufas as populações tendiam a zero e quando foi feita a avaliação seguinte, aos 75 dias, a população na estufa que recebia inseticidas convencionais aumentou significativamente, enquanto naquela com Sumo-K o valor sofreu apenas um ligeiro acréscimo. Já aos 90 dias, a população na estufa com Sumo-K era ligeiramente superior, porém a partir da avaliação seguinte a população sempre se manteve abaixo daquelas

observadas na estufa com tratamento convencional.

Ao final da avaliação, observou-se que as curvas eram crescentes, porém a do Sumo-K era menos acentuada e com populações inferiores.

Figura 2 - Número médio de ninfas encontrados em 15 trifólios de tomate plantado em estufas comerciais em Bandeirantes, PR, durante o período de abril a novembro de 2013.



4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o Sumo-K apresentou um desempenho satisfatório de controle de ovos e ninfas de mosca branca em relação aos inseticidas convencionais, quando aplicado em estufas comerciais de tomate.

REFERÊNCIAS

- BASU, A.N. *Bemisia tabaci* (Gennadius): crop pest and principal whitefly vector of plant viruses. New Delhi: Westview, 1995. 183p.
- BETHKE, J.A.; PAINE, T.D.; NUSSLY, G.S. Comparative biology, morphometrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America*, v.84, p.407-411, 1991.
- BOGORNÍ PC; VENDRAMIM JD. 2005. Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. *Neotropical Entomology* 34: 311-317.
- CUNHA US; VENDRAMIM JD; ROCHA WC; VIEIRA PC. 2005. Potencial de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) como fonte de substâncias com atividade inseticida sobre a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 34:

HAJI, F.N.P.; ALENCAR, J.A.; PREZOTTI, L. Principais pragas do tomateiro e alternativas de controle. Petrolina: EMBRAPA, CPATSA, 1998. 50p

HILJE, L. (Ed.). Metodología para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Nicaragua: Catie, 1996. 150p.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Ed.). Insecticides of plant origin. Washington: American Chemical Society, 1989. p.110-119.

LOPES CA; ÁVILA AC; BEZERRA IC; CHAR-CHAR JM; QUEZADO-DUVAL AM. 2000. Doenças: identificação e controle. In: SILVA JBC; GIORDANO LB (eds). Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Hortaliças. p. 88-111.

SAXENA, R.C. Insecticides from neem. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Ed.). Insecticides of plant origin. Washington: American Chemical Society, 1989. p.110-135.

SOUZA AP; VENDRAMIM JD. 2000. Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. Scientia Agricola 72: 159-170.

SOUZA AP; VENDRAMIM JD. 2001. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotropical Entomology 30: 133-137.

OHNESORGE, B.; RAPP, G. Monitoring *Bemisia tabaci*: a review. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.17, p.21-28, 1986

YOKOMI, R.K.; HOELMER, K.A.; OSBORNE, L.S. Relationships between the sweetpotato whitefly and the squash silverleaf disorder. Phytopathology, v.80, p.895-900, 1990.

EFEITO DO ARMAZENAMENTO NAS QUALIDADES FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE GIRASSOL PRODUZIDAS EM BALSAS, MARANHÃO

Delineide Pereira
Gomes
IFMA

RESUMO

A preocupação com a qualidade das sementes durante o armazenamento é de grande importância, pois condições desfavoráveis provocam perdas tanto quantitativamente como qualitativamente nas sementes das culturas oleaginosas, entre elas o girassol, que possui alto valor nutricional e medicinal. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de girassol, após o armazenamento a 10 °C e 50 % U. R, durante 18 meses. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através dos testes de germinação e vigor, e a análise sanitária pelo método do papel filtro, para verificar a ocorrência de fungos. Após o armazenamento, houve em alguns genótipos, um acréscimo na incidência dos fungos, principalmente, os de armazenamento, e quanto à qualidade fisiológica, foi constatado um decréscimo nos percentuais de vigor e germinação de plântulas normais. Conclui-se que as condições ambientais avaliadas (10 °C e 50 % U.R) comprometem as qualidades fisiológica e sanitária das sementes de girassol dos genótipos estudados num período de 18 meses.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., fungos, germinação, temperatura
umidade

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, muitos produtores de girassol utilizam sementes de baixa qualidade sanitária e fisiológica, sendo estes fatores agravados com a conservação a longo prazo, pois o girassol, como qualquer oleaginosa, perde seu poder germinativo com relativa facilidade, em de afetar o conteúdo e a qualidade do óleo (Abreu et al., 2013).

Uma vez armazenadas, as sementes podem ser invadidas por um grupo de fungos, denominados “fungos de armazenamento”. Estes fungos não invadem as sementes no campo, pois não sobrevivem à competição com outros fungos que também crescem em altas taxas de teor de água das sementes (Dhingra, 1985). Os fatores mais importantes na determinação de uma infecção por fungos de armazenamento nas sementes são: teor de água das sementes, umidade relativa do ambiente, temperatura e tempo de armazenamento (Machado, 2000; Ghaffar, 2009; Martins et al., 2009). Além do teor de água e temperatura de armazenagem, o grau de infecção inicial (anterior ao armazenamento) é um fator que determina diretamente a perda de viabilidade das sementes (Dhingra, 1985; Silva e Silva, 2000). Estes fatores estão inter-relacionados e devem ser considerados como de ação complexa. Para que haja êxito no armazenamento é preciso conhecer cada fator em si e em conjunto (Dhingra, 1985; Martins et al., 2009).

O conhecimento da influência das condições e da prolongação do armazenamento sobre a qualidade das sementes de girassol é fundamental para a garantia do produtor antes da semeadura ou da utilização destas na indústria, na quantidade e na qualidade do óleo extraído das sementes. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade fisiológica (vigor e germinação) e a incidência de fungos fitopatogênicos (qualidade sanitária) presentes em sementes de girassol cultivadas em Balsas e armazenadas nas seguintes condições ambientais: temperatura de 10 ° C e 50 % U. R, durante 18 meses.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios de Microbiologia e de Análise de Sementes, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), em São Luís, Maranhão, Brasil.

Foram utilizadas sementes de doze genótipos de girassol produzidas em Balsas, Maranhão. O teor de água das sementes foi determinado por meio da secagem de quatro repetições de 100 sementes secas em estufa a 105 ± 30C, durante 24 horas (Brasil, 1992). Após a colheita, amostras foram enviadas aos

referidos laboratórios para os testes de qualidade fisiológica e sanitária inicial. As mesmas foram então armazenadas a 10 °C e 50 % U.R, durante 18 meses em câmara refrigerada. Após o período de armazenamento, as amostras também foram submetidas ao testes de qualidade fisiológica e de sanidade.

O efeito do armazenamento sobre a qualidade fisiológica das sementes foi avaliado, através dos testes de germinação e vigor (primeira contagem de germinação), de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

A incidência de patógenos foi verificada através do método de papel de filtro (Blotter test). Foram realizadas 4 repetições de 100 sementes, por genótipo. As sementes foram incubadas à temperatura de 22 °C e fotoperíodo de 12 horas sob luz NUV, durante 7 dias. A avaliação do teste foi realizada após o período de incubação, examinando-se as sementes, individualmente, com o auxílio de um microscópio estereoscópico (Brasil, 1992).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a colheita, as sementes apresentaram, aproximadamente, 16 % de teor de água, na média dos genótipos. O teor de água das sementes, após a armazenagem, em média, foi de 18 % para os mesmos (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de água inicial e final (antes e após o armazenamento) de sementes de 12 genótipos de girassol, produzidas em Balsas, MA.

GENÓTIPO	TEOR DE ÁGUA (%)	
	Antes do armazenamento	Depois do armazenamento
Catissol 01	15,9	18,9
Hélio 358	16,1	17,7
V 10034	15,9	18,2
Nutrissol	16,2	18,1
Embrapa 122	16,5	17,8
ACA 864	15,6	17,4
ACA 885	16,9	17,9
Agrobel 959	16,1	18,1
ACA 884	16,0	17,7
Multissol 01	15,8	18,2
M 734	16,1	18,4
Agrobel 960	15,5	17,9
Média	16,05	18,025

De acordo com os dados das Tabelas 2 e 3, verificou-se que praticamente todos os genótipos de girassol apresentaram decréscimos em seus índices de vigor e germinação de plântulas normais, exceto para o genótipo ACA 864 após o armazenamento.

Maeda et al. (1987) relatam que sementes de girassol cultivar IAC Anhandy com alta viabilidade conservaram-se muito bem, exibindo altos índices de germinação, até os 24 meses de armazenamento, o que não foi visto aqui com as sementes dos ge-

nótipos analisados, devido ao alto teor de água em que foram armazenadas, entretanto, os referidos autores não coletaram o teor de água de suas sementes, que provavelmente estava adequado para o seu correto armazenamento, atribuindo o sucesso somente ao período após o florescimento e a região do capítulo onde essas foram colhidas.

Tabela 2. Análise inicial do vigor e da germinação de sementes de 12 genótipos de girassol, produzidas em Balsas, MA.

GENÓTIPO	VIGOR* (%)	GERMINAÇÃO* (%)							
			Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Plântulas Infectadas	Sementes Não germ.	
Catissol 01	57,85 ¹ abc	72 ²	57,8 ¹ abc	78 ²	20,43 ¹ b	12 ²	0 ¹ b	0 ²	10 ²
Hélio 358	43,85 bcd	48	56,08 b	69	16,05 b	10	0 b	0	21
V 10034	46,48 bcd	53	61,6 ab	77	21,23 b	13	0 b	0	10
Nutrissol	51,21 abcd	61	58,81 b	73	20,89 b	13	0 b	0	14
Embrapa 122	67,48 a	85	67,48 a	93	2,03 c	1	4,3 a	1	5
ACA 864	34,71 d	33	34,71 d	71	18,11 b	10	0 b	0	19
ACA 885	42,38 cd	46	42,3 cd	68	19,39 b	11	0 b	0	21
Agrobel 959	37,37 d	37	37,37 d	63	22,31 b	15	0 b	0	22
ACA 884	40,11 d	42	58,33 b	71	58,33 a	12	0 b	0	17
Multissol 01	41,11 d	46	49,16 b	57	19,27 b	11	0 b	0	32
M 734	45,88 bcd	52	62,17 ab	78	10,68 bc	4	0 b	0	18
Agrobel 960	60,43 ab	76	62,17 ab	78	12,76 bc	5	0 b	0	17
CV	13,89		10,98		23,22		49,4		
dms	16,6		16,28		11,68		1,92		

¹ Nas colunas, dados transformados em arc sen√ %; ² Nas colunas, dados reais ou não transformados; *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5 %

Tabela 3. Vigor e germinação de sementes de 12 genótipos de girassol, produzidas em Balsas, MA, após o armazenamento à 10 °C e 50 % U. R, durante 18 meses.

¹ Nas colunas, dados transformados em arc sen√ %; ² Nas colunas,

GENÓTIPO	VIGOR* (%)		GERMINAÇÃO* (%)						
			Plântulas Normais		Plântulas Anormais		Plântulas Infectadas	Sementes Não germ.	
Catissol 01	38,91 ¹ b	40 ²	44,29 ¹ b	48 ²	13,45 ¹ a	5 ²	0 ¹ a	0 ²	47
Hélio 358	7,99 c	2	11,76 c	4	7,99 ab	2	0 a	0	94
V 10034	27,03 b	20	35,06 b	33	11,76 ab	4	3,93 a	1	62
Nutrissol	27,09 b	21	35,06 b	33	9,64 ab	3	7,99 a	2	64
Embrapa 122	30,8 b	26	40,98 b	43	13,95 a	6	0 a	0	51
ACA 864	66,3 a	82	66,41 a	83	0 b	0	0 a	0	17
ACA 885	7,99 c	2	7,99 c	2	6,35 ab	1	0 a	0	97
Agrobel 959	33,21 b	30	54,28 ab	65	6,35 ab	1	3,93 a	1	33
ACA 884	6,35 c	1	7,99 c	2	0b	0	0 a	0	98
Multissol 01	3,93 c	1	11,76 c	4	0 b	0	0 a	0	95
M 734	3,93 c	1	3,93 c	1	6,35 ab	1	0 a	0	98
Agrobel 960	3,93 c	1	44,29 b	48	6,35 ab	1	0 a	0	51
CV	32,35		29,60		8,97		7,43		
dms	17,05		19,22		13,2		5,69		

dados reais ou não transformados; *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5 % .

O processo de deterioração, que ocorre em grãos armazenados a longo prazo, pode ser acompanhado pelo aumento de ácidos graxos, constituindo-se o ranço. Estas transformações bioquímicas são de extrema importância para grãos oleaginosos (Toledo, 1977). Isto se reflete no girassol, que conseqüentemente, pode ter seu óleo impróprio para o consumo humano.

Em trabalho realizado por Filho et al. (1986) com sementes de girassol cultivar C33, não foram constatados efeitos do ambiente de armazenamento (23° C e 35 % U. R) sobre a germinação. Para os autores, este fato pode ser atribuído às condições de extremamente favoráveis do ambiente normal durante o ano de 1984, com temperaturas amenas e umidade

relativa variando de 55 e 63 % na região sudeste do país, correspondendo à manutenção do teor de água das sementes (6,3 a 6,5 %) e porcentagens de germinação satisfatórias. Em Balsas, sabe-se que houve acréscimos na temperatura e umidade relativa do ar durante a época de desenvolvimento dos genótipos, os quais se refletem na qualidade inicial dos genótipos. Porém, a conservação da qualidade das sementes utilizadas no trabalho dos autores acima, se explica, pelo fato de se ter proporcionado condições ambientais ideais e uniformes de armazenamento que são facilmente mantidas em períodos curtos (que neste caso foram quatro meses apenas). Porém, aqui, a armazenagem afetou a germinação das sementes de girassol, provavelmente, devido às oscilações de temperatura e umidade inerentes ao armazenamento prolongado, que quando superior a 12 meses, favorecem a uma aceleração no grau de deterioração das sementes, uma vez superada a dormência. A ocorrência destas oscilações confirma-se pelo acréscimo no teor de água das sementes verificado após o armazenamento (de 16 para 18 % em média), ocasionando tal prejuízo na qualidade das sementes.

Delouche citado por Popiginis (1977), afirma que a deterioração das sementes é um processo inevitável e irreversível. Portanto, a germinação, como um dos gradientes da deterioração, tende naturalmente a diminuir, mas a velocidade desse processo pode ser reduzida através do manejo adequado das condições utilizadas no armazenamento (Smaniotto, 2016). Dentro de certos limites, quanto menor teor de água das sementes e mais baixa a temperatura ambiente, maior a capacidade de conservação das sementes (Toledo, 1977). Isto explica o decréscimo na qualidade fisiológica das sementes de girassol utilizadas, pois estas foram armazenadas com um teor de água ainda alto, e o teor recomendado para o armazenamento, segundo literaturas específicas, variam de 8 a 11 %, dependendo das condições locais da região (Maeda et al. 1987). Conforme Christensen (1969), o armazenamento comercial do girassol exige que o teor de água das sementes esteja ao redor de 10 %. Segundo Delouche (1971), as boas condições para a preservação da qualidade fisiológica das sementes são obtidas pela localização da armazenagem em áreas geográficas com clima favorável, ou pela modificação das condições ambientais em volta das sementes.

Tabela 4. Análise inicial da porcentagem de sementes com fungos de 12 genótipos de girassol produzidas em Balsas, MA.

FUNGOS	INCIDÊNCIA (%) NAS SEMENTES											
	ACA 864	ACA 885	V 10034	Agrobel 959	ACA 884	Hélio 358	Embrapa 122	Nutrissol 39	Multissol 01	Agrobel 960	Catissol 01	M 734
<i>Fusarium</i> sp.	27	40	42	24	62	21	47	39	34	35	32	31
<i>Alternaria</i> spp.	12	31	11	19	24	32	14	20	13	38	23	21
<i>Colletotrichum</i> sp.	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	11	6
<i>Phoma</i> sp.	0	0	2	4	2	1	0	0	2	1	0	0
<i>Curvularia</i> sp.	15	10	9	5	5	6	16	11	13	15	7	5
<i>Drechslera</i> sp.	5	23	12	14	20	16	11	13	12	14	15	10
<i>Aspergillus</i> spp.	1	2	8	3	5	6	0	1	1	1	1	5
<i>Penicillium</i> sp.	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0
<i>Rhizopus</i> sp.	1	1	0	1	3	7	0	1	2	1	0	1
<i>Chaetomium</i> sp.	3	5	6	8	9	12	12	16	12	14	21	2

Tabela 5. Porcentagem de sementes com fungos de 12 genótipos de girassol produzidas em Balsas, MA, após o armazenamento à 10 °C e 50 % U.R, durante 18 meses.

FUNGOS	INCIDÊNCIA (%) NAS SEMENTES											
	ACA 864	ACA 885	V 10034	Agrobel 959	ACA 884	Hélio 358	Embrapa 122	Nutrissol 39	Multissol 01	Agrobel 960	Catissol 01	M 734
<i>Fusarium</i> sp.	22	25	25	26	35	17	39	25	38	31	28	36
<i>Alternaria</i> spp.	31	11	22	13	24	11	25	17	31	26	20	10
<i>Colletotrichum</i> sp.	4	8	5	3	3	5	7	3	4	4	5	3
<i>Curvularia</i> sp.	7	2	0	1	1	2	4	5	3	7	6	1
<i>Drechslera</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Aspergillus</i> spp.	30	24	35	46	38	44	56	48	44	58	39	55
<i>Penicillium</i> sp.	16	14	18	9	15	12	15	16	18	15	15	11
<i>Rhizopus</i> sp.	67	48	45	38	21	26	37	16	19	34	31	37
<i>Botrytis</i> sp.	13	25	33	37	37	31	39	26	45	11	32	17
<i>Cladosporium</i> sp.	46	31	26	45	47	30	33	27	12	21	12	29

Conforme as Tabelas 4 e 5 percebeu-se que as porcentagens de sementes com os fungos de campo, em alguns genótipos, tiveram um decréscimo após a armazenagem; ao contrário dos fungos de armazenamento (*Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp.) que tiveram sua incidência acentuada nas sementes de todos os genótipos. A explicação se deve fato de que os fungos de campo ao invadirem as sementes ainda no campo, requerem para o seu crescimento, umidade relativa em torno de 90-95%, e que o tempo de sobrevivência desses fungos nas sementes está diretamente relacionado com as condições ambientais (Lal e Kapoor, 1979; Berjak, 1987; Meronuck, 1987; Wetzels, 1987; Tanaka et al., 2001). Já os fungos de armazenamento, por sua vez, são capazes de sobreviver em ambiente com baixa umidade, proliferando em sucessão aos fungos de campo e causando a deterioração das sementes (Wetzels, 1987; Berjak, 1987; Carvalho e Nakagawa, 1988; Tanaka et al., 2001). Isto implica em uma suposta relação inversa entre alguns fungos de campo e de armazenamento. Esses fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são uma das principais causas de perda da viabilidade das sementes, porém eles têm sua atividade regulada pelas condições ambientais que ocorrem durante o armazenamento e pelas condições do lote, especialmente, seu estado físico, teor de água e inóculo inicial (Menezes & Marchezan, 1991).

Aguiar et al. (2001) ao trabalharem com sementes do

genótipo Catissol, também encontraram a incidência elevada de *Penicillium* spp., também aos seis meses de armazenamento. De modo contrário, Menezes e Marchezan (1991) trabalhando com sementes de girassol provenientes de 15 genótipos, e armazenadas dois meses após a colheita em câmara fria e seca (10 °C e 25 % U. R), verificaram que houve uma inibição no desenvolvimento de *Aspergillus flavus*, mantendo a qualidade sanitária de suas sementes. Porém, deve ser observado que no referido trabalho o teor de água das sementes era relativamente adequado (13,5 %), o tempo de armazenamento curto e as condições de armazenamento (temperatura e umidade relativa do ar) extremamente desfavoráveis ao desenvolvimento do fungo.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que as condições ambientais avaliadas (10 °C e 50 % U.R) comprometem as qualidades fisiológica e sanitária das sementes de girassol dos genótipos estudados num período de 18 meses.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. A. de S. et al. Deterioration of sun-flower seeds during storage. J. Seed Science, Londrina, v. 35, n. 2, p. 240-247, 2013.
- AGUIAR, R. H.; FANTINATTI, J. B.; GROTH, D.; UESBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. Brasília, Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.23, n.1, p.134-139, 2001.
- ARAÚJO, E.; BRUNO, R. de. L. A.; et al. Influência de diferentes tipos de embalagens e de ambientes de armazenamento sobre a qualidade das sementes de milho (*Zea mays*) no Estado da Paraíba. Agropecuária Técnica. Areia. v.8, n.1,1987.
- BERJAK, P. Seed stored problems: our research program. In: ADVANCED INTERNATIONAL COURSE ON SEED PATHOLOGY, Passo Fundo, 1987. Proceedings. Passo Fundo: EMBRAPA; ABRATES, 1987. p.113-130.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para Análise de Sementes. Brasília, DF, 1992. 364p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B. de C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J.R.B. A cultura do girassol. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1997, 38p. Circular técnica n^o 13.

CHRISTENSEN, C. M. Factors affecting invasion of sunflower seeds by storage fungi. *Phytopathol.*, 59: 969-172, 1969.

DHINGRA, O.O. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 7, n.1, p. 139-146, 1985.

DELOUCHE, J. C. Accelerated aging test procedure. In: *SHORT COURSE FOR SEEDS MIN, Missipi, Proceedings...*, 14, 1971, p. 85-91.

FILHO, J. M.; KOMATSU, Y.H.; NOVENBRE, A. D. L. C.; FRATIN, P.; DEMÉTRIO, C.G.B. Tamanho da semente e desempenho do girassol: I Germinação. Brasília, *Revista Brasileira de Sementes*, Ano 8, n. 2, p. 9-19, 1986.

LAL, S.P.; KAPOOR, J.N. Succession of fungi in wheat and maize during storage. *Indian Phytopathology*, v.32, p.101-104, 1979.

MAEDA, J., A.; UNGARO, M. R. G.; LAGO, A., A. do.; RAZERA, L. F. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. *Bragantia*, Campinas, 46 (1): 35-44, 1987.

MARTINS, M.T.C.S.; NASCIMENTO, L.C.; ARAÚJO, E.R.; RÊGO, E.R.; FELIX, L.P. Atividade antifúngica de extrato de melão-de-são-caetano em sementes de maniçoba. *Horticultura Brasileira*, v.27, p.1246 -1253, 2009.

MENEZES, N.S. de; MARCHEZAN, E. Qualidade de sementes de girassol. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.21, p.337-351, 1991.

MERONUCK, R.A. The significance of fungi in cereal grains. *Plant Disease*, v.71, p.287-291, 1987.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: Agiplan, 1977, 289 p.

SCHULER, R. T.; HIRMIN, H. J. HOFMAN, V. L.; LUNDSTROM, D. R. Harvesting, handling, and storage of seed. In: CARTER, J. F. (eds.). *Sunflower science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, 1978, p. 145-167.

SMANIOTTO, T. A. de S.; Secagem e armazenamento de grãos de girassol. 2016. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2016.

SILVA, MONALISA ALVES DINIZ DA; SILVA, WALTER RODRIGUES DA. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. *Pesq. agropec. bras.*, v. 35, n. 3, p. 599-608, 2000.

TANAKA, M. A. de S. MAEDA, J. A. PLAZAS, I. H. de. A. Z. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.3, 2001.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. Manual de Sementes: tecnologia de produção. São Paulo: Ceres, 1977, 224 p.

WETZEL, M.V. da S. Fungos de armazenamento. In: Soave, J., WETZEL, M.M.V.S. (Ed.). *Patologia de sementes*. Campinas: Fundação Cargill, 1987, cap 12, p. 260-274.

EFEITO DOS BIOESTIMULANTES SEED+® E CROP+® NO ÍNDICE DE CLOROFILA TOTAL DA SOJA SOB ESTRESSE HÍDRICO

Tassiane Bolzan
Morais

Alexandre Swarowsky

Sandriane Neves
Rodrigues

Danubia Quadros

Lisiele Pozzatto
Cristofari

Taiana Posser

Maicon Pivetta

RESUMO

No ano agrícola 2017/2018 realizou-se um experimento no município de Santa Maria/RS, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação dos bioestimulantes Seed+® e Crop+® sobre o índice de clorofila total na cultura da soja, sob deficiência hídrica. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiam em: 1) Testemunha (sem tratamento); 2) Seed+® via tratamento de sementes; 3) Seed+® via tratamento de sementes + Crop+® via aplicação de parte aérea (v5); 4) Seed+® via tratamento de sementes + Crop+® via aplicação de parte aérea (V5 e R1); 5) Crop+® via aplicação de parte aérea (V5); 6) Crop+® via aplicação de parte aérea (V5 e R1), estando a cultura da soja sob deficiência hídrica. De acordo com as condições na qual submeteu-se o experimento e analisando os resultados obtidos conclui-se que a aplicação dos bioestimulantes via tratamento de sementes Seed+® e via aplicação de parte aérea Crop+® (V5 e R1) em combinação, aumentaram o índice de clorofila total (ICF) nas plantas de soja, proporcionando uma provável maior eficiência fotossintética das plantas, comparado a testemunha sem aplicação e ao tratamento somente com aplicação do bioestimulante via tratamento de sementes.

Palavra-Chave: Fotossíntese; Deficiência Hídrica; *Ascophyllum nodosum*.

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada uma das espécies agrícolas mais cultivadas no mundo. É uma planta oriunda da China, de comportamento primordial rasteiro e descoberta pelo Ocidente na segunda década do século XX (EMBRAPA, 2005). O produto dessa cultura é utilizado por diversos setores industriais, como na indústria química, na produção de rações e óleo vegetal, nos setores alimentícios e também está sendo uma fonte alternativa de biocombustível, tornando-se de grande importância (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

Atualmente, a soja em grãos é uma das principais commodities mundiais, com uma produção em torno de 362,075 milhões de toneladas. A cultura é produzida por 60 países, dentre eles, o Brasil se destaca por ser o segundo maior produtor mundial do grão. Na safra 2018/19, o país atingiu uma produção nacional de 115 milhões de toneladas em uma área plantada de 35,822 milhões de hectares e com uma produtividade de 3.206 kg há⁻¹, ficando 3,6% abaixo do volume colhido em 2017/18, mas ainda se colocando como a segunda maior safra de soja da série histórica da Companhia (CONAB, 2019).

A região Sul apresentou um aumento de 0,4 % no percentual de área plantada com a cultura, em relação ao ano anterior. O Rio Grande do Sul contabilizou a safra 2018/19 com uma produção de 19.187 mil toneladas de soja. Houve aumento de área plantada, de produtividade média e de produção em relação aos números obtidos em 2017/18. Foram aproximadamente 5.777,5 mil hectares semeados, com rendimento médio de 3.321 kg há⁻¹ (CONAB, 2019).

A produção agrícola está sujeita a ação de diferentes adversidades climáticas, como temperaturas baixas ou elevadas, baixa luminosidade e excesso ou falta de chuvas, sendo este último, o fator climático mais limitante para a produção de grãos (FIORENZE et al., 2011). As perdas de produtividade da soja causadas pela deficiência hídrica dependem do clima, da região e a variabilidade do ano durante o crescimento da soja. No RS, é comum ocorrer períodos de deficiência hídrica durante o período de cultivo, devido a variabilidade na distribuição das chuvas, causando oscilações na produtividade, como ocorreu na safra 2011/12, quando a precipitação foi reduzida no sul do Brasil, resultando em produção < 1200 kg há⁻¹ nas regiões produtoras de soja do Estado (SENTELHAS et al., 2015). A cultura da soja possui demanda hídrica que varia entre 450 e 800 mm durante o seu ciclo, com maior necessidade entre o florescimento e o enchimento de grãos, podendo apresentar nesse período demanda hídrica de até 7,4 mm dia⁻¹ (GAVA et al., 2015). Assim, res-

trição hídrica nesse período da cultura acarreta em redução na produtividade da soja.

Alguns estresses abióticos, como o déficit hídrico, podem reduzir significativamente os rendimentos da cultura da soja, afetando a qualidade e produtividade da mesma (GALÃO et al. 2014). Segundo Lopes e Lima (2015) o estresse hídrico ocorre a partir do momento que a taxa de absorção de água pelas plantas é menor que a taxa de evapotranspiração. A restrição de água durante o desenvolvimento da cultura pode causar alterações fisiológicas, bioquímicas, morfológicas e molecular na planta de soja (LEI et al., 2006).

Diversos danos são causados devido ao déficit hídrico nas plantas de soja, a maior parte destes é relacionado a redução da faixa fotossintética da planta. Há uma significativa redução na proporção de clorofila, que é o principal pigmento responsável pela captação de energia luminosa utilizada no processo de fotossíntese (HOPKINS, 1999). Isto, por que a planta responde de diferentes maneiras em defesa para que haja o retardamento dos efeitos causados por essa deficiência hídrica (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Os bioestimulantes são considerados produtos que, quando aplicados na soja, aumentam a produtividade e a resistências das plantas aos estresses hídricos e climáticos (ALBRECHT et al., 2012). Essas substâncias são eficientes, favorecendo um desempenho positivo dos processos vitais da planta, permitindo assim, a obtenção de colheitas satisfatórias e produtos de melhor qualidade (CASILLAS et al., 1986; ZHANG et al., 2016). Os bioestimulantes quando aplicados exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (CASTRO & VIEIRA, 2001). Sendo que, as auxinas, giberelinas e citocininas estão entre os principais hormônios vegetais de uso exógeno nas plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Os bioestimulantes comerciais Seed+ e Crop+ são constituídos pela mistura formulada de macronutrientes, micronutrientes e fermentados de extratos de algas marinhas. A alga mais amplamente utilizada para a produção de extratos comerciais é a alga marrom *Ascophyllum nodosum* (L.) que tem proporcionado resultados positivos na indução de resistência ao déficit hídrico em soja (MARTYNENKO et al., 2016). A alga *Ascophyllum nodosum* é constituída por citocininas, auxinas, ácido abscísico, giberelinas, betaína e alginatos (TARAKHOVSKAY et al., 2007; MACKINNON et al., 2010) existindo ainda compostos não identificados que possuem atividade similar à de alguns hormônios vegetais e que também podem estimular sua produção nas plantas (RAYORATH et al., 2008). A. *nodosum* apresenta altas taxas de glicina-betaína (GB) e prolina, por isso consegue

sobreviver em oceanos com alto teor de sais em solução. Com o uso de fermentados de extratos da alga em bioestimulantes, pretende-se fornecer estes compostos osmoprotetores para as plantas. Através destas substâncias, pode-se interferir em diversos processos fisiológicos e/ou morfológicos das plantas de soja. Esta interferência pode ocorrer pela aplicação dessas substâncias via sementes, via solo ou via foliar. Para que isso ocorra, elas precisam ser absorvidas a fim de que possam exercer sua atividade nas plantas (KLAHOLD et al., 2006).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da aplicação dos bioestimulantes Seed+® e Crop+® sobre o índice de clorofila total na cultura da soja, sob estresse hídrico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido a campo, na safra 2017/2018, na Estação Experimental Biomonte Pesquisa e Desenvolvimento, situada no município de Santa Maria/RS, cuja coordenadas geográficas são 29°39,059' Sul e 53°57,413' Oeste e altitude de 180 metros. O solo onde foi realizado o experimento é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (EMBRAPA, 2006). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa e Cfb, úmido em todas as estações do ano, verão quente e moderadamente quente, com predominância de Cfa (KUINCHTNER & BURIOL, 2001).

A área experimental era cultivada com a cultura da aveia (*Avena sativa*) no período de inverno, onde foi realizado o manejo de dessecação com 4,0 L ha⁻¹ de herbicida com princípio ativo glifosato, para a semeadura da soja. A semeadura foi realizada no sistema de semeadura direta, onde se utilizou a cultivar BMX Ponta IPRO, cuja possui ciclo de maturidade médio, habito de crescimento indeterminado com média exigência a fertilidade e resistente a mancha olho-de-rã e fitóftora. Esta cultivar possui susceptibilidade a pústula bacteriana e ferrugem asiática-da-soja; apresenta alto potencial produtivo e adaptada em áreas agrícolas da região central do estado do Rio Grande do Sul, além de deter a tecnologia IPRO a qual diminuirá possíveis perdas causadas pela presença de pragas.

No momento da semeadura foi realizada adubação, com 320 kg ha⁻¹ do fertilizante comercial 05-20-20, calculada conforme as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016). O manejo de plantas infestantes, insetos e doenças foi realizado conforme as recomendações técnicas para o manejo fitossanitário para a cultura da soja.

As parcelas experimentais foram constituídas de 5

fileiras de plantas com 4 metros de comprimento, espaçadas 0,45 metros entre linha, apresentando uma área total de 9 m². O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Para compor os tratamentos, serão utilizados dois bioestimulantes vegetais – um aplicado via tratamento de sementes na cultura da soja (Seed+®) e outro com aplicação via foliar (Crop+®), nos estágios V5 e R1 da cultura. Segundo a bula comercial, o bioestimulante Seed+® apresenta a seguinte formulação: magnésio 1% (12,3 g L⁻¹); enxofre 2,9% (35,7 g L⁻¹); ferro 1,8% (22,1 g L⁻¹); zinco 2,0 % (24,6 g L⁻¹). Matérias primas: sulfato de magnésio, nitrato de magnésio, nitrato de cobalto, sulfato de cobre, sulfato ferroso, sulfato de manganês, molibdênio de amônio, sulfato de zinco e água, além de 20% de extrato fermentado da alga *Ascophyllum nodosum*. Dose recomendada pelo fabricante: 2,0 ml kg⁻¹ de sementes de soja. Já o bioestimulante Crop+® tem a seguinte composição: carbono orgânico 6% (78 g L⁻¹); nitrogênio 1% (13 g L⁻¹); enxofre 3,1% (40,3 g L⁻¹); boro 0,09% (1,17 g L⁻¹); cobalto 0,06% (0,78 g L⁻¹); cobre 1% (13,0 g L⁻¹); ferro 1,3% (16,9 g L⁻¹); manganês 1,1% (14,3 g L⁻¹); molibdênio 0,04% (0,52 g L⁻¹) e zinco 2,3% (29,9 g L⁻¹). Matérias primas: ácido bórico, nitrato de cobalto, sulfato de cobre, sulfato ferroso, sulfato de manganês, molibdato de amônio, sulfato de zinco, extrato de algas 10%, aminoácidos glicina-betaína, prolina e água (não informados). Aditivos: ácidos carboxílicos quelatizantes naturais. Dose recomendada pelo fabricante: 250 ml há⁻¹. Os manejos com os bioestimulantes que foram utilizados no presente experimento estão indicados na Tabela 1. Sendo que, as doses correspondem as recomendadas pelo fabricante.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento conduzido a campo na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Santa Maria/RS 2017/18.

Tratamentos	Momento da aplicação
T1. Sem tratamento	-
T2. Seed+®*	TS
T3. Seed+®* + Crop+®**	TS + V5
T4. Seed+®* + Crop+®** + Crop+®**	TS + V5 + R1
T5. Crop+®**	V5
T6. Crop+®** + Crop+®**	V5 + R1

* Dose de Seed+®: 2,0 ml kg⁻¹ de sementes

** Dose de Crop+®: 250,0 ml há⁻¹

Para limitar a entrada de água pela chuva, nas unidades experimentais, foram confeccionadas 24 “mini estufas” (Figura 1) de plástico polipropileno, do tamanho das unidades experimentais com altura

de 1,5 metros. Afim de permitir melhor drenagem e evitar a possibilidade de entrada de água por fluxo lateral foram confeccionadas valas de 0,3 m de profundidade no entorno da área, onde será submetido o estresse hídrico na cultura da soja entre os estágios R1 (início do florescimento, uma flor aberta em qualquer nó da haste principal) e R7 (início da maturação – maturação fisiológica, presença de um legume na cor madura na haste principal), de acordo com a escala fenológica proposta por FEHR E CAVINESS (1977). Os estágios foram definidos devido as maiores perdas ocasionadas pelo estresse hídrico na cultura da soja.

A umidade do solo foi monitorada por sensores Hidro Farm, da marca Falker, que permite a medição do conteúdo de água no solo pela tecnologia ISAF. O equipamento informa diretamente o valor do conteúdo de água no solo, em porcentagem (FARACO et al., 2016). Para as verificações do índice de clorofila foi realizada a avaliação no estágio R3. As medidas de índice de clorofila total, a e b, foram aferidas através de um clorofilômetro digital FALKER CFL 1030, o qual fornece como unidade de medida o índice de clorofila Falker (ICF), produto da emissão de fotodiodos em três comprimentos de onda (635, 660 e 880 nm).

Para a análise estatística, procedeu-se à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey para agrupamento das médias, em 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$) utilizando-se o programa estatístico Sisvar® 5.3 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente experimento, com relação ao índice de Clorofila Total (ICF) estão apresentados na Tabela 2. Pode-se observar através dos dados obtidos, que os tratamentos avaliados diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Também é possível verificar nos resultados apresentados na Tabela 2, que todos os tratamentos apresentaram valores de clorofila (ICF) superiores ao tratamento testemunha (sem manejo com bioestimulante) e com relação ao tratamento que recebeu apenas a aplicação do bioestimulante via tratamento de sementes Seed+®*. Foram verificados ainda, na Tabela 2 como estatisticamente superiores, os tratamentos T3 (Seed+® + Crop+®), T4 (Seed+® + Crop+® + Crop+®), T5 (Crop+®) e tratamento T6 (Crop+® + Crop+®).

Dessa forma, o uso de bioestimulantes via tratamento de sementes e/ou aplicação via foliar, favorece o aumento do índice de clorofila total das plantas de soja, mesmo em condições de deficiência hídrica. Corroborando com esses resultados, Fernandes e

Silva, (2011) mostram que o extrato de alga é fonte natural de citocininas, que além de promover a divisão celular, retarda a senescência das plantas, podendo então influenciar na taxa fotossintética das culturas e consequentemente no ICF (índice de clorofila foliar). Os resultados apresentados no presente estudo corroboram as ponderações expostas por KARNOK (2000), onde plantas cultivadas em ambientes favoráveis ao desenvolvimento não apresentam grandes efeitos positivos a aplicação de bioestimulantes, já quando submetidas a condições de estresse hídrico, as plantas tratadas com estes produtos mostram um desempenho superior, pois desenvolvem um sistema de defesa, devido ao incremento do nível de antioxidantes.

Tabela 2. Resultados médios de clorofila (ICF) após aplicação dos tratamentos descritos, sob efeito da deficiência hídrica. Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Clorofila
T1. Sem tratamento	48,95b2
T2. Seed+®*	49,725b
T3. Seed+®* + Crop+®**	51,975a
T4. Seed+®* + Crop+®** + Crop+®**	53,225a
T5. Crop+®**	52,227a
T6. Crop+®** + Crop+®**	53,1a
CV	1,57

* Dose de Seed+®: 2,0 ml kg⁻¹ de sementes

** Dose de Crop+®: 250,0 ml há⁻¹

¹ Tratamentos Bioestimulantes

² Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro

As clorofilas são fundamentais no processo fotossintético, por serem responsáveis pela captação da energia luminosa e no direcionamento ao centro de reação dos fotossistemas (TAIZ & ZEIGER, 2010). A degradação da clorofila é iniciada pela senescência, porém, pode ser influenciada por fatores externos tais como o estresse hídrico, sendo um dos sintomas evidentes a clorose e/ou o amarelecimento das folhas, levando a acelerar a degradação da clorofila. A degradação da clorofila, pode ocasionar uma considerável redução na taxa fotossintética e consequentemente redução na produtividade (SANTOS et al., 2012). Dessa maneira, destaca-se o tratamento avaliado, com a aplicação combinado do bioestimulante via tratamento de sementes Seed+ e duas aplicações do bioestimulante Crop+(estágios V5 e R1) estando as plantas de soja sob a deficiência hídrica.

4. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos pode-se concluir que, a aplicação dos bioestimulantes via tratamento de sementes Seed+® e via aplicação de parte aérea Crop+® em combinação, aumentaram o índice de clorofila total (ICF) nas plantas de soja, proporcionando uma provável maior eficiência fotossintética das plantas.

Conclui-se que, a aplicação combinada de bioestimulante nas sementes e via parte aérea (V5 e R1) das plantas de soja, conferem alterações benéficas para a planta no que se refere a tolerância aos danos provocados pela deficiência hídrica, com efeitos positivos sobre o índice de clorofila total (ICF) nas plantas, comparado as plantas sem aplicação de bioestimulantes e as unidades experimentais que receberam apenas o tratamento Seed+®* via tratamento de sementes.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P. et al. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, p. 774-782, 2012.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). *Soja: tecnologia de produção II*. Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000.

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. A.

Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanussativus* L.). *Acta Agronomica*, Palmira, v. 36, n. 2, p. 185- 195, 1986.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. *Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária*, 2001. 131 p.

CONAB | ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS | v. 6 - Safra 2018/19, n.12 - Décimo segundo levantamento, setembro 2019.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. *Química Nova*, v.23, p. 4, 2000.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2004. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 237 p.

FERNANDES, A. L. T.; SILVA, R. O. Avaliação do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro irrigado por gotejamento e cultivado em condições de Cerrado. *Enciclopédia Biosfera*, v. 17, n. 13, p. 147-157, 2011.

FIOREZE, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V.

F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. *Revista Ceres*, Viçosa, v.58, n.3, p.342-349, 2011.

GALÃO, O. F., M. C. CARRÃO-PANIZZI, J. M. G. MANDARINO, O. O. S. JÚNIOR, S. A. MARYAMA, L. C. FIGUEIREDO, E. G. BONAFE AND J. V.

VISENTAINER, 2014: Differences of fatty acid composition in Brazilian genetic and conventional soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) grown in different regions. *Food Res. Int.* 62, 589-594.

GAVA, R.; FRIZZONE, J.A.; SNYDER, R.L.; JOSE, J.V.; FRAGA JR, E.F.;

PERBONI, A. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 9, n. 6, p. 349-359, 2015.

HOPKINS, W.G. 1999. *Introduction to Plant Physiology*. New York, John Wiley & Sons, Inc. 512 p.

KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A. The use of the long-juvenile trait in breeding soy bean cultivars. In: *World soybean research conference*, 4., p. 994-1000, 1989.

KARNOK, K.J. Promises, promises: can bio-stimulants deliver. *Golf Course Management*, v.68, p.67-71, 2000.

KLAHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (*Glycinemax* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 28, p.179-185, 2006.

LEI, W., Z. TONG AND D. SHENGYAN, 2006: Effect of drought and rewatering on photosynthetic physioecological characteristics of soybean. *Acta Ecologica Sinica*. 26, 2073-2178.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. Fisiologia da produção. Editora UFV. Viçosa, p. 492, 2015.

SANTOS, V. L. M; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor das sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.14, n.2, p.189-194, 2001

SENTELHAS, P. C., BATTISTI, R., CÂMARA, G. M. S., FARIAS, J. R. B.,

HAMPF, A., NENDEL, C. The soybean yield gap in Brazil — magnitude, causes and possible solutions for a sustainable production. *J. Agric. Sci.* 153, 1394– 1411, 2015

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant Physiology*. Massachusetts: publishers Sunderland, 705 p, 2006.

TAIZ, L & ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ZHANG, J., LIU, J.; YANG, C.; DU, S.; YANG, W. Photosynthetic performance of soybean plants to water deficit under high and low light intensity. *South African Journal of Botany*. 105, 279-287, 2016.

SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA DE TRÊS SISTEMAS DE CULTIVO DE CAFÉ ARÁBICA, EM UNIDADES PRODUTIVAS FAMILIARES NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO/BRASIL

Lúcio Herzog De
Muner
INCAPER

Omar Masera
UNAM

Mauricio Fornazier
INCAPER

Cassio Souza
INCAPER

Maria das Dores
Loreto
UFV

João Luiz Lani
UFV

RESUMO

Foram estudados, sob a ótica dos seus fluxos energéticos, três sistemas de cultivo de café arábica no estado do Espírito Santo/Brasil: a - cultivo convencional (CC), b - cultivo com as boas práticas agrícolas (BPA) e c – cultivo orgânico (CO). A análise foi realizada para comparar os fluxos energéticos envolvidos nos sistemas de produção, afim de apresentar os níveis de sustentabilidade de cada sistema, com base em dados médios obtidos em diversas unidades de produção de base familiar. Os indicadores analisados foram: Produtividade, Eficiência Energética Total Invertida (ETI), Eficiência Energética Café Maduro (ECC), Eficiência Energia não Renovável (ENR). O sistema de CO apresentou valores para ETI, ECC e ENR de 3,3; 4,7 e 7,9; respectivamente. O sistema de CC apresentou valores para ETI, ECC e ENR de 1,8; 1,9 e 1,6; respectivamente. O sistema de BPA apresentou valores para ETI, ECC e ENR de 0,7; 1,3 e 1,4; respectivamente. A maior produtividade ocorreu no sistema de BPA, 1794 kg.ha⁻¹ (17.455 MJ), no entanto o referido consome mais energia do que converte. Do ponto de vista energético, o sistema de CO é o sistema mais sustentável.

Palavras-chave: Agroecossistema; Análise Energética, Café; Produtividade; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo (Brasil) possui 183.400 ha de café da espécie *Coffea arabica* e produz mais de 2,0 milhões de sacas de café beneficiado (120.000 toneladas), representando cerca de 10% do valor bruto da produção agrícola do Estado (ESPÍRITO SANTO, 2008) e contribui para a produção nacional de café arábica em 8% (CONAB, 2013). A produção de café arábica no Espírito Santo, envolve cerca de 20 mil propriedades que em grande parte são unidades produtivas familiares, onde o café aporta 71% do total da renda de cada propriedade. Estes sistemas em sua maioria (97,3%) são cultivados pelo sistema convencional, apenas 0,5% das propriedades são certificadas como produtoras de café orgânico (SCHMIDT et al., 2004).

Nas últimas décadas, a agricultura tem priorizado a implementação de quantidades crescentes de energia nos sistemas de produção para aumentar a produtividade. A produtividade é definida como o produto obtido por unidade de recurso empregado e se mede em função da natureza do produto e dos recursos usados. Cada possível combinação de produtos e recursos se pode utilizar como uma medida comparativa de eficiência da produção entre dois ou mais agroecossistemas ou estabelecer comparações no tempo (MASERA et al., 1999).

No modelo de produção atual, a quantidade de energia demandada pelos processos produtivos de transformação energética, muitas vezes tem sido maior do que o retorno obtido em termos do valor energético dos produtos, proporcionando baixa eficiência e saldo negativo (GRÖNROOS et al., 2006), independentemente dos custos sociais associados com a desestruturação das economias tradicionais.

Em um contexto marcado pela alta dependência e ineficiência energética da agricultura, a agricultura orgânica é vista como uma alternativa viável no cenário geral de sustentabilidade. JIANBO (2006), afirma que a comparação entre os sistemas em termos de uso de energia é crucial para a compreensão da eficiência energética de sistemas de produção de alimentos e seu potencial para reduzir o consumo de combustível e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Ainda nesse contexto, CAMPOS & CAMPOS (2004) acrescentam que o balanço de energia é um instrumento fundamental para determinar os pontos críticos na busca de tecnologias economizadoras de energia, especialmente os de origem fóssil, é uma ferramenta importante e funciona como um indicador da sustentabilidade dos agroecossistemas.

Diante da importância da cafeicultura e da necessidade de se verificar as peculiaridades dos processos

produtivos em relação a sustentabilidade, o presente trabalho objetivou-se por analisar sob o ponto de vista energético diferentes sistemas de produção de Café Arábica em unidades produtivas familiares no Estado do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo iniciou-se por um censo de propriedades que produzem café orgânico (CO), localizado nos limites estabelecidos. Isso serviu para definir as amostras dos sistemas de cultivo de Boas Práticas Agrícolas (BPA) e dos sistemas de cultivo convencional (CC), que foram discriminados da seguinte forma: a - em condições edafoclimáticas semelhantes de produção orgânica e que estivessem próximas, b - dados de produção compatíveis com as médias estaduais (ESPÍRITO SANTO, 2008), c - que atenda às características do sistema de produção de CC e BPA (INCAPER, 2009), d - cumprir o estabelecido na legislação relacionada a agricultura familiar.

O levantamento dos dados de campo ocorreu no período compreendido entre janeiro de 2008 a março de 2010. As informações preliminares referentes às técnicas de cultivo, foram obtidas através de entrevistas com os agricultores, as mesmas foram descritas e contabilizadas para posterior avaliação. O trabalho de campo relacionado as entrevistas foram realizadas com a colaboração do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper e o apoio das organizações sociais dos municípios envolvidos.

As informações foram coletadas em um total de 47 unidades produtivas de base familiar, das quais 11 são certificadas sistema de Cultivo Orgânico (CO), 20 propriedades integram o sistema de Boas Práticas Agrícolas (BPA) e por fim 16 propriedades adotam o sistema de Cultivo Convencional (CC). Todos as unidades produtivas que adotam o sistema de CO, já se encontram estabilizadas, ou seja, já passaram por um período de transição de no mínimo três (03) anos. As propriedades estão distribuídas nos municípios de Santa Maria de Jetibá, Afonso Cláudio, Brejetuba, Venda Nova do Imigrante, Ibatiba, Irupi, Iúna e Dores do Rio Preto.

2.1 BALANÇO DE ENERGIA E EFICIÊNCIA

O balanço de energia foi realizado por meio de energia de equivalência, convertendo os insumos, trabalho, processos, bem como depreciação de máquinas e equipamentos, em coeficientes energéticos dimensionados em megajoules (MJ), seguindo metodologia preconizada por CAMPOS et al. (2005) e SOUZA et al. (2009).

Como entrada foi contabilizado: *Trabalho humano*: Estimativa do valor energético baseado no valor médio do esforço humano, de 10 MJ.dia⁻¹ ou o seu equivalente por hora 1,25 hora⁻¹ MJ (SOUZA et al., 2008). *Fertilizantes químicos*: Com base nas informações de AUDSLEY et al. (1997): 45 MJ.kg⁻¹ de N; 12,8 MJ.kg⁻¹ de P₂O₅ e 4,15 MJ.kg⁻¹ de K₂O. Para a ureia, o coeficiente utilizado foi de 63 MJ.kg⁻¹, enquanto que para o calcário dolomítico 553,67 MJ tonelada⁻¹ (MACEDÔNIO & PICCHIONI, 1985). *Adubos orgânicos*: foi considerado o custo energético médio para transporte e o custo energético impresso no processo de compostagem, já que as matérias primas são produtos provenientes de outro sistema. *Combustíveis e Lubrificantes*: Para o combustível, foi usado como o conversor de energia de um litro de óleo diesel, equivalente a 35,4 MJ L⁻¹, para a gasolina 32,1 MJ.L⁻¹ e de um quilograma de gás de petróleo liquefeito (GPL) considerado 46,3 MJ (BRASIL, 2007). *Máquinas e Equipamentos*: A taxa horária foi calculada de acordo com o proposto por CAMPOS et al. (2005), que diz respeito a capacidade da máquina, a carga ou o trabalho feito, pelo consumo por unidade de tempo. *Agroquímicos*: foi contabilizada a energia por quilograma de produto comercial utilizado sendo 348,2 MJ L⁻¹ para herbicidas; 251,6 MJ L⁻¹ para inseticidas; 208,6 MJ kg⁻¹ por fungicidas e 269,5 MJ kg⁻¹ para outros pesticidas, conforme a média obtida em PIMENTEL (1980) e SOUZA et al. (2008). *Beneficiamento do Café*: o consumo energético foi estimado para processamento de café, contabilizando 13,11 MJ.kWh⁻¹ referente a energia elétrica e 12,9 MJ.kg⁻¹ referente a madeira (BRASIL, 2007).

Como saídas do sistema de produção de café foi considerada a média de 2008 e 2009 de cada propriedade avaliada, identificando produção de café por hectare (kg.ha⁻¹). Os custos das entradas energéticas, foram obtidos por médias apreciadas nos anos safra 2007/2008 e 2008/2009. O café brasileiro tem um coeficiente energético de 9,72 MJ.kg⁻¹ (FRANCO, 1999) o qual foi utilizado no presente trabalho.

Uma vez contabilizados os fluxos de entrada e saída de energia por hectare ano, se encontrou diversos índices de eficiência energética, que apontaram informações sobre o uso de energia em cada um dos sistemas de produção de café. Dentro dos índices estudados se encontra: a. Eficiência de energia total invertida (ETI) que consiste na relação entre entradas e saídas. b. Eficiência Energética café maduro (ECC) é a relação entre a entrada e a saída do sistema, considerando as entradas e saídas até a colheita de café maduro ou cereja (sem processamento). c. Eficiência da energia não renovável (ENR) é a relação do total de saídas e a entrada de energia não renovável. A metodologia utilizada para

os cálculos do aporte energético de cada entrada, bem como os valores de ETI, ECC e ENR foi a baseada nas recomendações de QUESADA (1991), GIANNETTI et al. (2011b) e VELOSO et al. (2012).

Os dados obtidos no presente estudo foram submetidos a análise estatística descritiva por meio da análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey e MannWhitney, p=0,05.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRODUTIVIDADE E ENTRADAS ENERGÉTICAS

A produção média de café dos sistemas CC, CO e BPAs para safras agrícolas 2008-2009 foi de 4.998, 2.667 e 11.499 kg, respectivamente. Os maiores rendimentos observados nas duas safras foram em propriedades que adotam o sistema de BPA. As variáveis de produtividade (kg ha⁻¹ MJ ha⁻¹), apresentaram diferenças entre os sistemas de cultivo (F = 25,24, P = 0,0000). Essas diferenças foram dos sistemas de CC e CO para com o sistema BPA, não havendo diferenças estatisticamente significativa entre CO e CC (Tabela 01). Os valores médios obtidos em café convencional foram semelhantes às médias relatadas no diagnóstico da Cadeia de Produtiva de Café Arábica da Agricultura Familiar (SCHMIDT et al., 2004).

TABELA 01. Produtividade (kg.ha⁻¹, MJ.ha⁻¹) de três sistemas familiares de produção de café agricultura familiar no Estado do Espírito Santo Brasil, nas safras de 2008 e 2009.

Sistemas de produção	Produtividade		n
	Kg.ha ⁻¹	MJ.ha ⁻¹	
Café Convencional	770,95±65,81 a	7501,35±640,3 a	16
Café Orgânico	839,35±122,41 a	8166,88±1191,03 a	11
Boas Práticas Agrícolas	1793,97±138,21b	17455,29±1344,76 b	20

MALTA et al. (2007) avaliando o café no sistema orgânico em conversão, observou diferenças significativas no segundo ano, sendo que a produtividade desse cultivo foi menor do que a da agricultura convencional. LYNGBAEK et al. (2001), na Costa Rica, reportaram produtividade por hectare 22% maior em propriedades que adotam sistema de cultivo convencional. Sarcinelli e ORTEGA (2006), em análise comparativa do sistema convencional e orgânico, em São Paulo, observaram a produtividade de 1398 e 996 kg.ha⁻¹, para os sistemas, respectivamente. O INCAPER (2009) relatou produtividade média de café na região objeto de estudo, de 600 a 840 kg ha⁻¹, em relação às colheitas de 1995 a 2008.

A Tabela 02 apresenta o consumo energético médio de cada sistema em função do insumo utilizado e a participação de cada insumo no aporte de energia.

TABELA 02. Consumo energético médio dos sistemas de cultivo avaliados, cultivo convencional (CC), cultivo orgânico (CO) e boas práticas agrícolas (BPA).

Entrada	Sistemas de Cultivo e Coeficientes					
	Cultivo Convencional (CC)		Cultivo Orgânico (CO)		Boas Práticas Agrícolas (BPA)	
	(MJ)	(%)	(MJ)	(%)	(MJ)	(%)
Mão de Obra	402,50 a	4,24	711,20 b	20,66	649,30 b	2,55
Fertilizantes	6.258,80 b	65,87	28,30 a	0,82	12.089,80 c	47,43
Insumos Fitossanitários	1.558,30 a	16,40	-	0,00	1.084,10 a	4,25
Máquinas e Equipamentos	1.282,40 a	13,50	2.702,90 b	78,52	11.669,00 c	45,77
Total Entrada	9.502,00 a	100,00	3.442,40 a	100,00	25.492,20 b	100,00

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p = 0,05).

Obs.: O valor de máquinas e equipamentos compõe a também energia consumida através de combustíveis e lubrificantes

Nas entradas gerais dos sistemas, há diferenças significativas ($F = 28,56$, $P = 0,0000$), esta se correlaciona com a produção, sendo maior o consumo energético no sistema de BPA. Estas diferenças são principalmente, devido a maiores proporções de utilização de máquinas e equipamentos e fertilizantes em relação aos outros dois sistemas, corroborando com as informações constatadas na literatura (GUZMAN et al., 2008; JIANBO, 2006). Estes fatores em conjunto, representam 93,2% do aporte energético do sistema de BPA (Tabela 2).

Os sistemas de CO e CC não diferiram estatisticamente para os valores totais de entrada energética dos respectivos sistemas. Para o sistema de CO isso se deve ao processo de transporte do fertilizante orgânico, que onerou energeticamente as entradas do sistema, principalmente por ter demandado, nesse processo, combustíveis e lubrificantes de origem fóssil. Nesse sentido torna-se importante a produção local de biomassa para a adubação orgânica, uma vez que o processo teria um menor consumo energético, que permitiria, segundo CASTELLINI et al. (2006), apresentar um maior nível de insumos renováveis, maior nível de insumos locais e menor densidade de energia nos fluxos da matéria.

Trabalhando com a cultura da Oliveira, GUZMAN CASADO & ALONSO MIELGO (2008), afirmam que o cultivo orgânico poderia melhorar a sua eficiência energética, se um ajuste local referente ao manejo e ao aporte de nutrientes fosse realizado, o que culminaria em uma maior sustentabilidade no sistema.

O aporte energético referente a mão de obra difere significativamente entre o sistema de CC para com os sistemas de CO e BPA, ao passo que os últimos dois sistemas de cultivo não diferem entre si para a referida entrada energética (Tabela 02). Apesar de não diferir estatisticamente do sistema de BPA, a

maior demanda de mão de obra está relacionada ao sistema de CO (711,20 MJ), que apresentou 20,66% do aporte total de energia que entra no sistema. Ao passo que para o sistema de CC a contribuição da mão de obra no aporte de energia foi de 4,24% (402,50MJ). Essas observações vão a encontro das constatações de PIMENTEL et al. (2005), que observaram que o sistema de cultivo orgânico requer em média 15% a mais de mão de obra em relação sistema de cultivo convencional, podendo esse valor assumir proporções entre 7 a 75% a mais de demanda energética.

SIQUEIRA et al. (2011) também observaram, ao trabalhar com a análise da sustentabilidade socioeconômica do café convencional e do café orgânico no estado do Espírito Santo/Brasil, comportamento semelhante na demanda por mão de obra, que foi maior no sistema de cultivo orgânico.

O aporte energético relacionado a entrada fertilizantes, apresentou diferença estatística entre os três sistemas de cultivo avaliados (Tabela 02). O sistema de BPA apresentou maior consumo de energia (12.089,80 MJ) para a entrada em questão, que contribuiu com 47,43% das entradas para este sistema de cultivo. Revelando que o sistema em questão é pautado por elevada utilização de fertilizantes, seguido pelo sistema de CC (6.258,80 MJ) e CO (28,30 MJ) que apresentaram 65,87% e 0,82% em relação aportes energéticos, respectivamente. O reduzido aporte referente a entrada fertilizantes para o sistema de CO, é justificado pelo manejo nutricional diferenciado pelo qual o sistema é conduzido, onde adota-se a adubação orgânica como balizador da construção nutricional das lavouras. O maior aporte energético referente a fertilizantes, constatado no sistema de CC (65,87%) se deve a utilização intensiva de insumos relacionados a reposição nutricional dos cultivos, o que é amplamente praticado em sistemas convencionais (VANDER VOSSEN, 2005).

A entrada energética referente a insumos fitossanitários não apresentou diferença significativa entre os sistemas de BPA (1.084,10 MJ) e CC (1.558,30MJ), contribuindo com 4,25% e 16,40% no aporte energético total de cada sistema, respectivamente (Tabela 02). Para o sistema de CO, não foi constatado aporte energético referente ao uso do insumo em questão, uma vez que a prática não é adotada pelos produtores dos sistemas de CO avaliados.

O dispêndio energético da entrada máquinas e equipamentos, apresentou diferença estatística entre os três sistemas de cultivo (Tabela 02). No sistema de CO o dispêndio com máquinas correspondeu ao maior consumo de energia, o que representou 78,52 % do consumo de total do sistema, contrastando as afirmativas da literatura (TURCO et al. 2012, SOUZA

et al. 2008, DALGAARD et al., 2001) que salientam que no sistema orgânico há um menor dispêndio energético com máquinas e equipamentos. No entanto, no presente trabalho foi observada relevante necessidade de adquirir e transportar fertilizantes orgânicos por longas distâncias.

O sistema de CC apresentou a menor demanda energética para a entrada máquinas e equipamentos (1.282,40 MJ) correspondendo a 13,50% do aporte energético total do sistema. Sistemas convencionais de cultivo, possuem uma maior dependência da mecanização (PIMENTEL et al., 2008), contudo isso não é observado no presente trabalho, uma vez que as propriedades são de base familiar, onde a mecanização não é amplamente difundida. O que indica que mesmo adotando práticas convencionais de cultivo, a agricultura familiar apresenta menor dependência de entradas energéticas referente a máquinas, quando comparada com a agricultura empresarial. O sistema de BPA apresentou o maior consumo energético (11.669,00 MJ), correspondendo a 45,77% de todas as entradas energéticas do sistema. A mecanização foi utilizada em grandes proporções no sistema de BPA, principalmente nas atividades relacionadas ao beneficiamento da produção.

Quanto ao manejo pós-colheita e ao beneficiamento, os custos energéticos para os sistemas CC e CO, predomina-se processos com baixos custos, uma vez que o café maduro é secado predominantemente utilizando a energia solar. Ao passo que para o sistema de BPA, houve uma elevada demanda energética na operação de secagem e beneficiamento, que é realizada por meio de equipamentos que requerem madeira e energia elétrica para o desempenho do processo (Tabela 02).

A Tabela 03 apresenta a consolidação da análise energética para os sistemas de CC, CO e BPA, estudados no presente trabalho em MJ/ha.

TABELA 03. Consolidação da análise energética de três sistemas de cultivo de café arábica no estado do Espírito Santo/Brasil.

Fontes de Entrada/Saída	Sistemas de Cultivo e Coeficientes (MJ)		
	Cultivo Convencional (CC)	Cultivo Orgânico (CO)	Boas Práticas Agrícolas (BPA)
Entrada	9502 a	3442 a	25492 b
Total Energia em Cultivo (Café Maduro)	8562 b	2111 a	14407 c
Entrada Energia não Renovável	8251	1491	13814
Entrada Energia Renovável	1251	1951	11678
Saída			
Total Saídas (Café Grão)	7501	8170	17455
Eficiência de Energia Total Invertida (saída/entrada) (ETI)	1,8 a	3,3 b	0,7 a
Eficiência Energética Café Maduro (ECC)	1,9 a	4,7 b	1,3 a
Eficiência Energia não Renovável (ENR)	1,6 a	7,9 b	1,4 a
Energia Aportada/kg de Produto (MJ/kg)	12,4	4,0	14,3
Relação de Aporte de Energia Renovável (%)	17,8%	47,4%	38,1%
Produção de Café Kg. ha ⁻¹	771	839	1794

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey e Mann Whitney a 5%. As médias foram calculadas a partir de amostras individuais das repetições dos

sistemas de produção avaliados.

Em relação a Eficiência de Energia Total Invertida (ETI), houve diferença estatística entre o sistema de CO (3,3) para com sistemas de BPA (0,7) e CC (1,8), ao passo que entre os dois últimos não houve diferença estatística (Tabela 03). Confirmando o observado na literatura (GELFAND et al., 2010; DALGAARD et al., 2001) onde se destaca a supremacia na eficiência energética de sistemas orgânicos de produção, perante os sistemas convencionais. Nas constatações de VELOSO et al. (2012), SOUZA et al. (2009) e CAMPOS & CAMPOS (2004), o coeficiente de eficiência energética menor que “um” (01) indica um sistema que importa, praticamente, toda a energia consumida no processo produtivo, o que demonstra que para o sistema de BPA devem ser revistos os aspectos de conversão energética, principalmente a luz do reaproveitamento de insumos locais, uma vez que o referido sistema de produção importa mais energia do que produz (Tabela 3).

O valor de Eficiência Energética Café Maduro (ECC) apresentou diferença estatística entre o sistema de CO (4,7) para com os sistemas de BPA (1,3) e CC (1,9), ao passo que estes dois últimos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 03). O que também confirma a melhor eficiência do sistema de CO, quando analisado o aporte energético até a fase de colheita do café maduro, em relação aos demais sistemas de cultivo. O valor de 1,3 e 1,9 para o ECC nos sistemas de BPA e CC, respectivamente, indica que durante a fase agrícola os sistemas importam uma maior quantidade de energia em relação ao sistema de CO.

A Eficiência de Energia Não Renovável (ENR), que foi obtida por meio da razão entre o total de saídas e o total de energia não renovável de cada sistema, apresentou diferença estatística entre o sistema de CO (7,9) para com os sistemas de BPA (1,4) e CC (1,6), ao passo que estes dois últimos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 03). O valor observado para o sistema de CO indica que o sistema apresenta menor utilização de insumos de origem não renovável (SOUZA et al., 2008; PIMENTEL et al., 2005), perante os sistemas de BPA e CC. A participação da energia renovável de 47,4%; 38,1% e 17,8% para os sistemas de CO, BPA e CC, respectivamente (Tabela 03), reafirmam a supremacia na utilização de energia renovável pelo sistema de CO.

Trabalhando com a contabilidade emergética em um modelo convencional de produção de café, GIANNETTI et al. (2011a) e GIANNETTI et al. (2011b), constataram que mesmo utilizando relevantes formas de energia renovável como fertilizantes orgânicos, a fase de plantio no sistema de CC apresentou maior consumo energético, como adubos químicos e outras entradas energéticas não renováveis, que

de fato comprometeram a sustentabilidade do agroecossistema. Essa informação pode ser extrapolada para o sistema de BPA, que utiliza 38,1% de energia renovável, contudo a sustentabilidade energética do referido sistema de cultivo, fica comprometida por outros fatores como fertilizantes químicos, máquinas e equipamentos.

A Tabela 03 também consolida os valores relacionados a Energia Aportada por kg de produto, que correspondeu a 12,4; 4,0 e 14,3 MJ.kg⁻¹ de café beneficiado, para os sistemas de CC, CO e BPA, respectivamente. Os sistemas de CC e BPA apresentaram maiores requerimentos energéticos por unidade de produto, por se tratarem de sistemas onde a utilização de entradas energéticas, principalmente as não renováveis, são frequentes, ocorrendo em maiores proporções no sistema de BPA. A variável em questão, para o sistema de CO, apresenta-se com a melhor eficiência, reportando o menor requerimento energético para conversão em unidade de produto. MORA DELGADO et al. (2007), trabalhando com a análise energética da cafeicultura em unidades produtivas familiares na Costa Rica, observaram que o sistema de cultivo orgânico apresentou a melhor eficiência energética, na medida que para produzir um (01) kg de café cereja foi investido 0,51 MJ de energia, ao passo que para os sistemas de cultivo convencional e cultivo misto, foram investidos 1,06 e 0,97 MJ.kg⁻¹ de café cereja, respectivamente. No presente trabalho o consumo energético para produzir um (01) kg de café cereja foi de 0,50 MJ; 2,22 MJ e 1,61 MJ para os sistemas de CO, CC e BPA, respectivamente. Tomando como base a constatação dos autores supracitados, os índices relacionados a unidade energética para produzir a um (01) kg de café cereja obtidos nos sistemas de CC e BPA do presente trabalho, precisam ser melhorados através da redução do aporte energético e/ou aumento da conversão energética.

TURCO et al. (2012) ao avaliarem a eficiência energética de café orgânico no sul de Minas/Brasil, constataram que o valor obtido foi de 5,6. Ao passo que, no presente trabalho, para o sistema de CO, foi constatado o valor de ETI de 3,3 (Tabela 03). A menor eficiência observada no sistema de CO, do presente trabalho, se deve principalmente a ao transporte de fertilizantes orgânicos evidenciados na entrada máquinas e equipamentos.

A análise energética relacionada ao sistema de CO imprimiu um nível de sustentabilidade superior aos sistemas de CC e BPA, corroborando com o observado na literatura (TURCO et al., 2012; ALLUVIONE et al., 2011; GABRIEL et al., 20011; MORA-DELGADO et al.; 2007).

A produção de café através dos sistemas de CC

e BPA, podem ter os níveis de sustentabilidade melhorados, principalmente, substituindo as entradas energéticas não renováveis, como fertilizantes químicos, combustíveis fósseis e lubrificantes, por outras entradas de menor custo energético como biocombustíveis, fertilizantes orgânicos. Combinando os aspectos energéticos com os requerimentos nutricionais do café, há uma série de ações, que se adotadas em conjunto, podem melhorar a sustentabilidade do cultivo de forma global. Uma delas está no cultivo de espécies leguminosas para adubação verde, o que promove um incremento nutricional no sistema, principalmente de Nitrogênio (N), que além de ser um nutriente altamente limitante da conversão energética, na maioria das vezes é obtido por meio de fontes energéticas não renováveis. Outra forma, seria a utilização adequada dos subprodutos originados do processamento do café, como a casca, que na maioria das vezes é utilizada de forma inadequada.

Outra alternativa importante, seria a utilização de forma mais expressiva e eficiente do processo de secagem do café, de forma a utilizar a energia solar através da secagem em terreiros, estufas, ou outras alternativas que reduzam o uso intensivo de secadores mecânicos, os quais demandam grande aporte energético.

4. CONCLUSÕES

Do ponto de vista energético, o sistema de CO (Cultivo Orgânico) é o sistema mais sustentável.

O custo energético mais relevante no sistema de CO (Cultivo Orgânico) foi o referente a máquinas e equipamentos (2.702,90 MJ), correspondendo a 78,52% do total de entradas para o sistema. O fato ocorreu em função das intensas atividades de transporte de fertilizante orgânico e sua distribuição nas lavouras.

O sistema de CO (Cultivo Orgânico) apresentou valores para Energia Total Invertida (ETI), Eficiência Energética Café Maduro (ECC) e Eficiência Energia não Renovável (ENR) de 3,3; 4,7 e 7,9; respectivamente.

O sistema de CC (Cultivo Convencional) apresentou valores para Energia Total Invertida (ETI), Eficiência Energética Café Maduro (ECC) e Eficiência Energia não Renovável (ENR) de 1,8; 1,9 e 1,6; respectivamente.

O sistema de BPA (Boas Práticas Agrícolas) apresentou valores para Energia Total Invertida (ETI), Eficiência Energética Café Maduro (ECC) e Eficiência Energia Renovável (ENR) de 0,7; 1,3 e 1,4; respectivamente.

Os sistemas de Cultivo Orgânico (CO), Cultivo Convencional (CC) e Boas Práticas Agrícolas (BPA), utilizaram Energia Renovável na ordem de 47,4; 17,8 e 38,1%, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Ao INCAPER, a UCO, instituições que promoveram esse trabalho. A FAPES, pelo apoio financeiro.

BIBLIOGRAFIA

ALLUVIONE, F.; MORETTI, B.; SACCO, D.; GRIGNANI, C. EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy*, Aalborg, v.36, n.7, p.4468-4481, 2011.

AUDSLLEY, A.; ALBER, S.; CLIFT, R.; COWELL, S.; CRETZAZ, P.; GAILLARD, G.; HAUSHEER, J.; JOLLIETT, O.; KLEIJN, R.; MORTENSEN, B.; PEARCE, D.; ROGER, E.; TEULON, H.; WEIDEMA, B.; VAN ZEIJTS, H. Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agricultural. Final Report, Community Research and Technological Development Programme in the field of "Agriculture and Agro-Industry, including Fisheries" AIR 3. Silsoe, United Kingdom. Silsoe Research Institute. European Commission DG VI Agriculture. 1997. 107 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional. Brasília, 2007. 192p.

CAMPOS, A.T. & CAMPOS, A.T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, p. 87-97, 2004.

CAMPOS, A. T.; SAGLIETTI, J. R. C.; CAMPOS, A. T.; BUENO, O. C. Análise energética na produção de feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.349-358, 2005.

CASTELLINI, C.; BASTIANONI, S.; GRANAI, C.; DAL BOSCO, A.; BRUNETTI, M. Sustainability of poultry production using the emergy approach: comparison of conventional and organic rearing systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v.114, n.2-4, p.343-350, 2006.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABAS-

TECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira. Brasília, 2013. 18p.

DALGAARD, T.; HALBERG, N.; PORTER, J.R. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v.87, n.1, p.51-65, 2001.

DOERING III OC. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: Pimentel, D. (Ed.). *Handbook of energy utilization in agriculture*. Florida: CRC Press, 1980. p. 09-14.

ESPÍRITO SANTO. Plano Estratégico de desenvolvimento da agricultura: 2007-2025. Novo (Ed). Brasil. Sec. Est. de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. 2008. 284 p.

FRANCO G. Tabela de composição química dos alimentos. 9 ed. São Paulo: Editora Atheneu. 1999. 307p.

GABRIEL, J.E.F.; GABRIEL FILHO, L.R.A.; CREMASCO, C.P.; SIMOM, E.J. Análise matemática e estatística da produtividade de lavouras cafeeiras agroquímica e orgânica na região da alta paulista. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v.26, n.1, p.52-64, 2011.

GELFAND, I; SNAPP, S.S.; ROBERTSON, G.P. Energy efficiency of conventional, organic, and alternative cropping systems for food and fuel at a site in the U.S. Midwest. *Environment Science & Technology*, Washington, v.44, n.10, p.4006-4011, 2010.

GIANNETTI, B.F., OGURA, Y.; BONILLA, S.H.; ALMEIDA, C.M.V.B. Accounting emergy flows to determine the best production model of a coffee plantation. *Energy Police*, Amsterdam, v.39, n.11, p.7399-7407, 2011a.

GIANNETTI, B.F., OGURA, Y.; BONILLA, S.H.; ALMEIDA, C.M.V.B. Emergy assessment of a coffee farm in Brazilian Cerrado considering in a broad form the environmental services, negative externalities and fair price. *Agricultural Systems*, Wageningen, v.104, n.9, p.679-688, 2011b.

GRÖNROOS, J.; SEPPÄLÄ, J.; VOUTILAINEN, P.; SEURI, P.; KOLKKAIAINEN, K. Energy use in conventional and organic milk and rye bread production in Finland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v.117, n.2-3, p.109-118, 2006.

GUZMÁN CASADO G. & ALONSO MIELGO, A. A Comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural Systems*, Wageningen v. 98, n.3, p.167 – 176, 2008.

INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural). Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoramento das lavouras no Estado do Espírito Santo. Ferrão (ed.) Vitória, ES - Brasil. 2009. 56p.

JIANBO, L. Energy balance and economic benefits of two agroforestry systems in northern and southern China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v.116, n.3, p.255-262, 2006.

LYNGBAEK, A.E.; MUSCHLER, R.G.; SINCLAIR, F.L. Productivity and profitability of multistrata organic versus conventional coffee farms in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, Amsterdam, v.53, n.2, p.205-213, 2001.

MACEDÔNIO, A.C. & PICCHIONI, S.A. Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária. Secretaria da Agricultura, Departamento de Economia Rural, Curitiba. 1985. 99p.

MALTA M.R.; PEREIRA, R.G.F.A.; CHAGAS, S.J.R.; GUIMARÃES, R.J. Produtividade de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) em conversão para o sistema orgânico de produção. *Coffee Science*, Lavras, v.2, n.2. 183-191, 2007.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, M. Sostenibilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS. *Mundi-Prensa*. México. 1999. 160p.

MORA-DELGADO, J.R.; MARTÍNEZ, C.R.; MADRIGAL, O.Q. Mano de obra, análisis beneficio-costos y productividad de la energía en la caficultura campesina de puriscal, Costa Rica. *Cuadernos Administración*, Bogotá, v.20, n.33, p.79-101, 2007.

PIMENTEL, D.; HEPPEL, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, Washinton, v.55, n.7, p.573-582, 2005.

PIMENTEL, D. (Ed.). *Handbook of energy utilization in agriculture*. Florida: CRC Press., 1980. 475 p.

PIMENTEL, D.; WILLIAMSON, S.; ALEXANDER, C.E.; GONZALEZ-PAGAN, O.; KONTAK, C.; MULKEY, S.E. Reducing energy inputs in the US food system. *Human Ecology*, New York, v.36, n.4, 2008.

QUESADA, G. M.; PEREIRA FILHO, O. P.; BEBER, J. A. C.; NEUMANN, P. S. Energia, organização social e tecnologia. *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, v.2, n.2, p.13-29, 1991.

SARCINELLI, O. & ORTEGA, E. Análise do desempenho econômico e ambiental de diferentes modelos de cafeicultura em São Paulo – Brasil: estudo de caso na região cafeeira da Média Mogiana do Estado de São Paulo. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Morelia, v.5, s/n, p. 13-26, 2006.

SCHMIDT, H.C.; DE MUNER, L.H.; FORNAZIER, M.J. Cadeia produtiva do café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper. 2004. 52p.

SIQUEIRA, H.M.; SOUZA, P.M.; PONCIANO, N.J. Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade socioeconômica dos agricultores familiares do Espírito Santo. *Revista Ceres*, Viçosa, v.58, n.2, p.155-160, 2011.

SOUZA, J.L.; CASALI, V.W.D.; SANTOS, R.H.S., CECON, P.R. Balanço e análise da sustentabilidade energética na produção orgânica de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, n.4, p.433-440, 2008.

SOUZA, C.V.; CAMPOS, A.T.; BUENO, O.C.; SILVA, E.B. Análise energética em sistema de produção de suínos com aproveitamento dos dejetos como biofertilizante em pastagem. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.29, n.4, p. 547-557, 2009.

TURCO, P.H.N.; ESPERANCINI, M.S.T.; BUENO, O.C. Eficiência energética da produção de café orgânico na região sul de Minas Gerais. *Energia da Agricultura*, Botucatu, v.27, n.2, p.86-95, 2012.

VANDER VOSSEN, H.A.M. A critical analysis of the agronomic and economic sustainabili-

ty of organic coffee production. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v.41, n.4, p.449-473, 2005.

VELOSO, A.V.; CAMPOS, A.T.; PAULA, V.R.; YANAGI JR., T.; SILVA, E.B. energetic efficiency of a production system in swine deep bed. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.32, n.6, p.1068-1079, 2012.



EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) PARA TRABALHADORES NO MEIO RURAL

Valmir Werner
UFSM

Catize Brandelero
UFSM

Alexandre Russini
UNIPAMPA

Alfran Tellechea
Martini
UFSM

RESUMO

A necessidade de sobrevivência fez com que o homem, no tempo das cavernas, já fizesse uso de peles de animais para a sua proteção. A evolução humana e a descoberta de materiais como o cobre, o ferro e outros, possibilitou a fabricação de equipamentos, armas, capacetes e armaduras para as guerras. Com a Revolução Industrial, os equipamentos de proteção tiveram seu uso e produção intensificados, buscando garantir a integridade dos usuários. A agricultura moderna e sua expansão têm sido acompanhadas pelo contato dos agricultores com produtos, que podem ser nocivos, e máquinas pesadas. Embora as tecnologias dos produtos e dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) ou coletiva venham evoluindo constantemente, é possível observar muitos acidentes no campo. Em função disso, investir em segurança é necessário. Economicamente, esses investimentos são lucrativos, visto que o custo para o tratamento das doenças e/ou danos causados por acidentes é superior ao da proteção. Além do mais, é obrigação do empregador estimular e garantir o uso dos equipamentos de proteção individual ou coletiva, pois os trabalhadores sadios tendem a permanecer em seus postos de trabalho. Neste capítulo, busca-se apresentar as leis e as normativas que regulamentam a segurança nas operações com máquinas e implementos utilizados no meio rural. Também, são apresentados os principais EPI recomendados para as diferentes atividades e suas características. Nesse sentido, é importante promover treinamentos adequados quanto ao manuseio, uso e limpeza dos EPI, para evitar acidentes e problemas que reconhecidamente acontecem como intoxicações, mutilações, fraturas, queimaduras, entre outros.

Palavras-chave: Segurança Rural; Acidentes na Agricultura; Proteção dos Trabalhadores.

1. INTRODUÇÃO

O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) ou coletiva iniciou com a necessidade da sobrevivência dos seres humanos, ainda no tempo das cavernas, com o uso de peles de outros animais. A evolução humana e a descoberta de materiais como o cobre, o ferro e outros, possibilitou a fabricação de equipamentos e armas para as guerras, como capacetes e armaduras.

Mais tarde, com a Revolução Industrial os equipamentos de proteção tiveram seu uso e produção intensificados, buscando garantir a integridade dos usuários. Embora as tecnologias dos produtos e dos EPI ou coletiva venham evoluindo constantemente, é possível observar muitos acidentes no campo. Em função disso, investir em segurança é necessário. Economicamente, esses investimentos em segurança são lucrativos, visto que o custo para o tratamento das doenças e/ou danos causados por acidentes é superior ao da proteção. Os empregadores devem estimular e garantir o uso dos EPI ou coletiva, pois trabalhadores sadios tendem a permanecer em seus postos de trabalho.

Cabe ressaltar, que muitos dos danos causados pelos acidentes ou por exposição a condições insalubres são irreversíveis, retirando, do mercado de trabalho, anualmente, milhares de pessoas economicamente ativas. Inegavelmente, isso contribui para o agravamento das mazelas sociais, causando prejuízo aos mais diferentes setores da economia, dentre esses, o agronegócio, além de agravar o déficit previdenciário.

Na agricultura, o contexto de todas as operações realizadas é extremamente complexo, devido a fatores como, por exemplo, condições ambientais, declividade do terreno, tipo de máquina utilizada, nível de manutenção e especificidades dos cultivos.

Determinadas operações seguem um cronograma, sendo realizadas de maneira repetitiva, durante o ciclo de uma determinada cultura. Dentre as diferentes operações, a aplicação de agroquímicos é considerada uma operação de rotina dentro de uma propriedade, porém apresenta elevado risco de contaminação tanto do ambiente quanto do operador e demais colaboradores envolvidos, se não for realizada de acordo com as recomendações técnicas. Dependendo do tempo de exposição aos produtos químicos, podem ocorrer intoxicações agudas e crônicas, sendo os efeitos extremamente danosos à saúde humana, e, em determinados casos, irreversíveis. Mesmo assim, este problema é recorrente no meio rural devido à não observação das condições de trabalho e das atitudes inseguras.

Operadores de máquinas estão diretamente expostos a agentes nocivos como, por exemplo, o ruído e a vibração. Longas jornadas de trabalho, realizadas durante anos, sem o uso ou o uso incorreto dos EPI, geram problemas como a perda de audição e outras doenças ocupacionais amplamente reportadas pela literatura. Além disso, as atividades como: abastecimento de combustível e/ou manutenções periódicas e preventivas de máquinas e equipamentos são realizadas diariamente nas propriedades rurais, apresentando diferentes graus de risco durante a execução. Portanto, independentemente do tipo de operação ou da atividade a ser realizada na propriedade, não devem ser dispensadas a qualificação e a capacitação dos colaboradores quanto aos procedimentos de execução e ao uso dos adequados EPI.

2. LEGISLAÇÃO E NORMAS PARA SEGURANÇA

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) instituiu as Normas Regulamentadoras. O uso do equipamento de proteção individual é regulado pela Norma Técnica NR 06, que foi aprovada em 1978. Os EPI e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) estão disponíveis no mercado para os diferentes tipos de trabalho. Eles são específicos para cada intensidade de exposição, tendo por finalidade reduzir os danos e garantir a segurança dos trabalhadores.

A qualidade dos EPI é também controlada pelo MTE por meio da NR 06. Esta normativa define, no item 6.8.1, as responsabilidades dos fabricantes e/ou importadores, sendo estas: realizar o cadastro junto ao órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho; solicitar a emissão do Certificado de Aprovação (CA) e a renovação quando vencido; requerer um novo CA quando realizar alterações nas especificações do equipamento aprovado; manter a qualidade do EPI que deu origem ao CA, assim como fornecer informações referentes ao processo de limpeza e higienização de seus EPI (quando necessário indicar o número de higienizações que o equipamento pode suportar a fim de manter as características de proteção original), entre outras.

Os equipamentos precisam ser aprovados na inspeção, que tem validade temporária de 5 anos, quando realizadas por laboratórios registrados ou estendida quando realizada e acompanhada pelo sistema do INMETRO. Ainda, a NR 06, no item 6.9.3, estabelece que:

todo EPI deverá apresentar em caracteres indelévels e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante, o lote de fabricação e o número do CA, ou, no caso de EPI im-

portado, o nome do importador, o lote de fabricação e o número do CA.

Os equipamentos devem apresentar, em local visível, as letras “CA”, seguidas do número de registro (Figura 1), possibilitando ao usuário a opção de consulta on-line da situação atual do produto em relação à certificação e às indicações técnicas de uso. É importante realizar consultas periódicas dos equipamentos utilizados, pois os produtos podem sofrer alterações em relação a essas indicações. A utilização do EPI com “CA” vencido pode resultar em multa para os empregadores.

Figura 1 – Exemplo de apresentação do código “CA” em um EPI.



Fonte: Mecaniza/UFSM

Consulta online da situação atual do EPI: <https://consultaca.com/>

De acordo com a legislação trabalhista, são obrigações do empregador: fornecer os EPI adequados para o trabalhador em função das atividades e/ou das operações a serem realizadas; instruir e treinar quanto ao uso dos mesmos; fiscalizar e exigir o uso; fornecer EPI descontaminados a cada nova aplicação e repor os EPI danificados. Por outro lado, o empregado tem como dever fazer o uso dos EPI e informar a necessidade da substituição por desgaste e/ou defeito. Caso o empregado não cumpra os seus deveres, é passível adverti-lo e, se reincidente, demiti-lo por justa causa.

De acordo com a portaria 121 do MTE de 2009, o vestuário deve atender a Norma ISO 27065, que prevê:

testes químicos e físicos para os materiais e as costuras utilizadas. Uma vez ensaiadas, as vestimentas poderão ser classificadas em um dos dois grupos: proteção de nível 2 (vestimentas adequadas à baixa e média exposição, como aquelas usadas por operadores de máquinas agrícolas e

florestais) e proteção de nível 3 (vestimentas adequadas para elevadas exposições, como exemplo na utilização de pulverizadores costais ou semi-estacionários em culturas altas - acima da altura da cintura do trabalhador). O fabricante do EPI é obrigado a fornecer um manual de instruções contendo os resultados dos ensaios e explicações para a lavagem e conservação. Estas informações devem constar na etiqueta do vestuário de forma direta.

Nesse sentido, na agricultura, cabe dar destaque às NR 12 e NR 31. A NR 12, Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, define referências técnicas, princípios e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, estabelecendo requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos. Estabelece que limitações técnicas devem ser especificadas na própria máquina ou em seu manual, incluindo nesse caso, a obrigatoriedade do uso do EPI quando necessário.

Já a norma NR 31, Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura, estabelece os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, tornando compatível o desenvolvimento das atividades com segurança e saúde. Referente às medidas de proteção pessoal, a norma define a obrigatoriedade do fornecimento dos EPI aos trabalhadores rurais, gratuitamente, quando as medidas de proteção coletiva forem comprovadamente inviáveis ou não ofereçam completa proteção; enquanto as medidas de proteção estão sendo implantadas e no caso de situações de emergência.

Além da garantia do perfeito estado de conservação e funcionamento, o empregador ou equiparado deve exigir dos trabalhadores o uso, bem como orientar o correto manuseio do EPI. Em função da atividade a ser realizada, o empregador rural deve fornecer: proteção de cabeça, olhos e face, protetor auricular e das vias respiratórias, proteção dos membros superiores e inferiores, proteção de corpo inteiro e contra quedas em trabalhos, em alturas superiores a dois metros. Por outro lado, a norma também define a obrigatoriedade de o trabalhador usar os EPI, devendo zelar pela sua conservação.

Quando a atividade estiver relacionada ao manuseio de agrotóxicos, a norma define o conceito de vestimenta adequada (não se considera vestimenta de uso pessoal como sendo compatível com o EPI).

3. EPI PARA A OPERAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

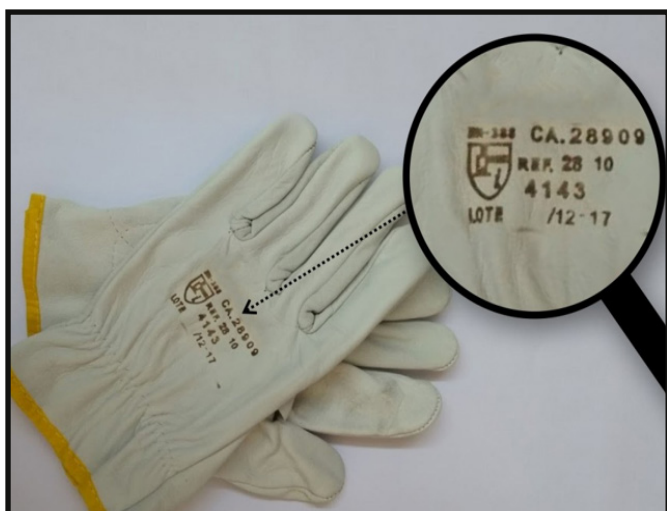
Diversos estudos demonstram que existe resistência dos trabalhadores ao uso dos equipamentos, devido aos incômodos que indicam gerar. Além disso, fatores simples são as maiores causas de acidentes de trabalho, como, por exemplo, a falta de atenção, excesso de confiança e/ou problemas do dia-a-dia. Em se tratando de operação de máquinas, os EPI devem ser selecionados de acordo com o tipo de operação e as dimensões físicas de cada operador. É recomendado que se faça uso de equipamentos com cores chamativas, visando a destacá-lo. Os principais EPI, que devem ser utilizados na operação e manipulação de máquinas e implementos agrícolas bem como na realização das manutenções, buscando a proteção dos membros superiores e inferiores, tronco e cabeça, são descritos a seguir.

3.1 MEMBROS SUPERIORES

3.1.1 LUVAS

Destinadas à proteção das mãos, dedos e braços contra riscos mecânicos, térmicos e químicos. Analisando a Figura 2, percebe-se a presença de um pictograma da norma EN 388 e quatro números (4143), indicando os fatores de desempenho mecânico aos quais esse lote foi submetido.

Figura 2 – Exemplo de apresentação do pictograma e informações referentes ao teste mecânico em uma luva.



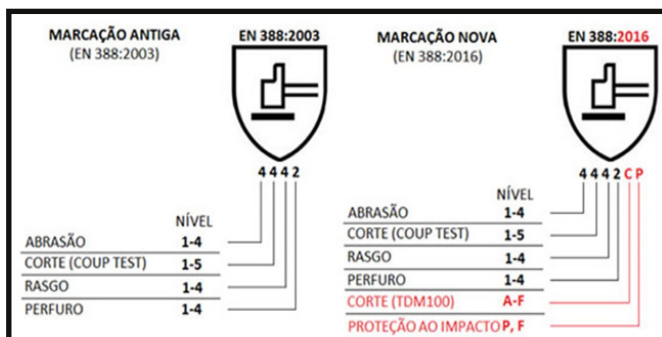
Fonte: Mecaniza/UFSM

Neste caso, pela ordem do exemplo, o número 4 significa resistência à abrasão de 8.000 ciclos; o número 1 a resistência ao corte em 1,2 (índice); já o 4 indica a resistência ao rasgo de 75 N; e o 3 refere-se à resistência à perfuração de 150 N. Em havendo a presença de um "X", significa que o referido teste

não foi realizado.

Na Figura 3, são demonstradas as informações da norma EN 388:2003 e sua atualização em 2016, apresentando o acréscimo de dois níveis de desempenho.

Figura 3 – Representação dos pictogramas da norma EN 388 em versão 2003 e atualização em 2016.



Fonte: <https://consultaca.com/>

No Quadro 1, estão representados os níveis de desempenho mecânico para cada índice da norma EN 388:2016.

Níveis de desempenho	1	2	3	4	5
a- Resistência à abrasão (ciclos)	100	500	2000	8000	---
b- Resistência ao corte (índice)	1,2	2,5	5	10	20
c- Resistência ao rasgo (Newtons)	10	25	50	75	---
d- Resistência à perfuração (Newtons)	20	60	100	150	---

Níveis de desempenho	A	B	C	D	E	F
e- Resistência aos cortes (Newtons)	2	5	10	15	22	30
f- Proteção contra impactos	Aprovada ou Reprovada					

Fonte: EN 388:2016.

Quanto à resistência à permeabilidade de produtos químicos das luvas, estas são submetidas a ensaios por normas específicas. A norma EN 374-1:2016 define os critérios de proteção básica, específica e contra micro-organismos, prevendo três tipos de luvas (A, B e C). Os testes são baseados em três métodos: a) teste de penetração (EN 374-2:2014), b) teste de permeabilidade (EN16523-1:2015) e c) teste de degradação (EN 374-4:2013).

Os principais tipos de luvas encontrados no mercado para o trabalhador rural são:

A. Luvas de neoprene: apresentam resistência mecânica e contra uma gama de produtos químicos, com propriedade antiderrapante e maleável, o que facilita o manuseio de diversos materiais. São utilizadas para limpeza, manipulação de produtos químicos e em atividades que demandam impermeabilidade e resistência a produtos.

B. Luvas de PVC: apresentam resistência contra produtos químicos, cortes e abrasão em menor escala. São utilizadas na lavagem de peças em materiais corrosivos, manuseio de ácidos, óleos e graxas lubrificantes.

C. Luvas de vaqueta: confeccionadas em couro bovino curtido, reforçadas entre o polegar e o indicador, podendo ainda ter reforço na palma, com ou sem elásticos embutidos na parte dorsal. São utilizadas principalmente para a realização de manutenções, manuseio de peças e equipamentos, carga e descarga de produtos.

D. Luvas de látex: são utilizadas em áreas molhadas e imersão. Também são recomendadas para a manipulação de produtos químicos, agroindustriais e na higienização.

E. Luvas nitrílicas: fabricadas em borracha natural, são luvas com resistência mecânica e a produtos químicos, além de apresentar resistência à perfuração, ao corte e à abrasão. Como exemplo, estas são utilizadas na preparação da calda de agroquímicos e manuseio de produtos.

F. Luvas antivibração: são produzidas normalmente em fibra sintética, com o revestimento em neoprene. Na palma da luva, ficam dispostas ondulações em alto relevo, do mesmo material, que servem justamente para absorver a vibração e choques mecânicos nas mãos e nos braços. Possuem funções de proteção antivibrações como também contra agentes abrasivos, escoriantes, cortes e perfurações. Seu uso é descrito no ANEXO I da NR 6, e deve ser certificada conforme EN ISO 10819/1996. Esse tipo de luva é fabricado para absorver e atenuar a exposição do usuário ao agente de risco oferecendo proteção.

3.2 MEMBROS INFERIORES

3.2.1 CALÇADOS, BOTAS, BOTINAS E PERNEIRAS

Destinados à proteção dos pés, dedos e pernas contra riscos químicos, físicos e biológicos. Os riscos são classificados como de natureza leve, média e pesada, ficando a cargo do responsável entender a norma e selecionar o EPI adequado ou contratar um técnico responsável. Estes equipamentos de segurança podem ser encontrados em diversos materiais, como, por exemplo, PVC, couro com forro térmico, materiais sintéticos e outros.

Para as operações agrícolas, destaca-se a necessidade de proteção dos pés contra a umidade, produtos químicos, impactos mecânicos, agentes

abrasivos e escoriantes. Havendo operações com energia elétrica, deve-se atentar para o nível de proteção do EPI.

As botas e botinas de segurança podem apresentar solados específicos (antiderrapante, resistentes a produtos químicos, choque elétrico e isolante térmico) para os diferentes tipos de uso.

As biqueiras normalmente são disponíveis em aço ou plástico. No processo de seleção desse componente, deve ser observado se o operador terá ou não contato com energia elétrica.

As principais normas que norteiam a qualidade desses itens são: NBR ISO 20345:2008 e NBR ISO 16603:2017; NBR ISO 20344:2015; NBR ISO 20345:2015; NBR ISO 20346:2015; NBR ISO 20347:2015.

3.2.2 CALÇAS

As calças utilizadas na operação de máquinas e implementos agrícolas são normalmente confeccionadas em material tipo jeans, buscando a proteção dos membros inferiores. Orienta-se que esta deve estar ajustada às dimensões do operador (sem folgas), de modo a reduzir o risco de se prender a peças ou componentes móveis. Para operações especiais, deve-se atentar para as Normas Regulamentadoras do MTE.

No caso da operação com motosserras, o EPI deve ser confeccionado para fornecer proteção anticorte, desenvolvido de acordo as normas ISO 11393-2:1999 (atualizada pela ISO 11393-2:2018). Normalmente as calças são confeccionadas com tecido de poliéster e forro em algodão, sendo que entre estes ficam dispostas várias camadas de fibras de poliéster cruzadas que, em caso de acidente, soltam e bloqueiam o conjunto de corte e transmissão da motosserra.

A utilização das calças hidrorrepelentes tem objetivo similar à dos jalecos hidrorrepelentes. O uso desse tipo de calça é recomendado para atividades de pulverização de agroquímicos, neste caso, para a proteção das partes inferiores do corpo do operador. Os materiais utilizados para a fabricação de calças e jalecos podem ser tecidos de algodão, tratado com óleo de forbol, o qual fornece a característica de hidrorrepelência de gotas bem como fibras de polietileno ou fibras de polipropileno, materiais que evitam o umedecimento sem impedir a transpiração. Alguns fabricantes de EPI também produzem calças com um revestimento em PVC impermeável, que abrange desde os joelhos até os pés, tendo como finalidade ampliar a proteção.

Cabe destacar que a utilização de EPI com hidrorrepelência tem a função de proteger o corpo de pequenas gotas da pulverização ou respingos do produto. Porém, não são totalmente seguros em casos de exposições acentuadas e por longos períodos. Os quesitos mínimos de desempenho, classificação e rotulagem para os EPI hidrorrepelentes, destinados aos operadores que aplicam produtos químicos, são estabelecidos na norma ISO 27065: 2011, atualizada pela ISO 27065:2017. Nesse tipo de EPI, deve-se atentar para o número de lavagens, pois conforme a mesma é executada, o produto que permite a hidrorrepelência vai perdendo sua ação, logo, diminui o nível de proteção. Fica evidente a necessidade de realizar a leitura das orientações do fabricante pelo operador e tomar o cuidado de anotar o número de lavagens para acompanhar o nível de proteção do seu EPI.

3.3 TRONCO

3.3.1 AVENTAIS E CAPAS

Destinados à proteção do corpo em geral contra calor, frio, produtos químicos e umidade. Possuem diversos tamanhos e são confeccionados em materiais impermeáveis.

Com relação à utilização para preparo e aplicação de agroquímicos, os aventais e as capas são produzidos em PVC impermeável, cabendo ao trabalhador atentar para a forma de uso. Para o carregamento, o transporte de agroquímicos e para quem irá preparar a calda, o avental deverá ser utilizado na parte frontal do corpo, com o objetivo de proteção contra um eventual derramamento desses produtos. Independentemente do preparo ser realizado diretamente no incorporador de produtos do pulverizador agrícola ou o preparo ser realizado fora dele, a pessoa que irá realizar essa atividade deverá utilizar o EPI na parte frontal do seu corpo, para evitar que haja respingo de calda concentrada em seu jaleco.

Quanto à utilização de aventais e capas, durante a atividade de pulverização, esta deverá ser adotada principalmente quando forem usados pulverizadores costais. Sendo assim, o EPI deve ser posicionado na parte posterior do corpo do operador, ou seja, entre o corpo e o pulverizador. O objetivo é evitar que um eventual vazamento da calda entre em contato direto com o jaleco do trabalhador.

É importante destacar a utilização de aventais e capas nas atividades descritas anteriormente, pois, embora os jalecos usados na pulverização de agroquímicos sejam fabricados com tecidos hidrorrepelentes, a hidrorrepelência é dada para pequenas gotas e não para um eventual vazamento que possa ocorrer.

Quanto ao uso de aventais e capas em oficinas rurais, destacam-se aqueles que são produzidos com raspa de couro bovino. Eles protegem contra materiais em processo de soldagem e contra agentes cortantes. Então, recomenda-se sua utilização em atividades de corte e solda de materiais metálicos.

3.3.2 BLUSAS, JALECOS E MACACÕES

Os uniformes de trabalho preveem peças confeccionadas em algodão e/ou brim, normalmente para proporcionar conforto e padrão entre os trabalhadores. As blusas podem ser de mangas longas ou curtas. Quando mangas são curtas, é recomendado o uso de protetor solar e produto repelente a insetos.

Os jalecos e macacões possuem as funções de proteção e de melhora da higiene. São amplamente utilizados pelos trabalhadores nas oficinas mecânicas, pois facilitam a lavagem. Nesses locais, são úteis para absorver produtos químicos como óleos e graxas.

3.4 CABEÇA

3.4.1 ÓCULOS E VISEIRA FACIAL

Destinados à proteção dos olhos contra impacto de partículas, luz intensa, radiação (UVA e UVB) e respingos de produtos químicos.

Referente aos óculos de proteção, estão disponíveis no mercado quatro tipos, conforme a funcionalidade:

A. Óculos tradicional: fabricado em policarbonato em diferentes cores, conforme a intensidade luminosa que o trabalhador será exposto.

B. Ampla visão: apresentam lente única, que permite uma visão panorâmica. São recomendados para uso em ambientes com excesso de poeira, possibilidade de arremesso de partículas e/ou estilhaços, por apresentar ampla cobertura lateral.

C. Óculos de sobreposição: recomendados para trabalhadores que utilizam óculos de correção visual, sobrepondo-os, garantindo, dessa forma, cobertura e visibilidade adequadas.

D. Óculos com grau: além de corrigirem a visão, permitem a proteção do trabalhador em atividades que exigem seu uso permanente.

Também existem óculos para serviços de corte/solda, sendo que as lentes devem apresentar o número de tonalidade conforme a luminosidade proveniente do tipo de corte. Quanto maior for a luminosidade em função do tipo de corte, mais escura deve ser a lente.

Quanto aos protetores faciais, podem ser produzi-

dos em acrílico, acetato ou policarbonato, sendo as dimensões usuais de 190 mm a 250 mm de largura, por 250 mm de altura. Sua espessura varia de 2,8 a 3,0 mm, garantindo uma proteção contra partículas arremessadas. Seu uso é recomendado para proteção de trabalhadores que utilizam, por exemplo, policortes manuais, motosserras, serras circulares, motorroçadoras e trituradores.

Também são recomendados protetores faciais contra radiação infravermelha, quando o trabalhador é exposto a radiações não ionizantes, como, por exemplo, fornos para secadores de grãos. No caso de protetores faciais contra luminosidade intensa, são recomendados principalmente para trabalhadores expostos a situações de luminosidade oriundas de radiações ultravioleta e infravermelho, sendo comumente utilizados por ajudantes de soldadores os quais ficam expostos ao reflexo oriundo do processo de soldagem.

Ainda, dependendo do tipo de trabalho, estão disponíveis protetores faciais contra riscos oriundos de variações térmicas bruscas, normalmente recomendados para trabalhadores que realizam atividades em câmaras frias.

3.4.2 MÁSCARA PARA SOLDA

Normalmente, nas oficinas rurais, são utilizados diferentes processos de soldagem e corte visando à conformação de metais. Dentre os processos de soldagem, destaca-se a TIG (*Tungsten Inert Gas*), a MIG (*Metal Inert Gas*) e o eletrodo convencional. No processo de corte, destacam-se à plasma e oxi-acetilênico.

Durante o processo de soldagem, o trabalhador está exposto, além das altas temperaturas geradas pelo arco elétrico, à radiação ultravioleta e infravermelha. Elas podem causar queimaduras de pele, em situações mais graves, a queima de retina e futuras doenças de pele. As máscaras para proteção apresentam visores de tamanho variados e diferentes filtros conforme a luminosidade, sendo encontradas no mercado dois tipos: a máscara de solda automática e a passiva.

No caso da máscara de solda automática, a tonalidade do visor é alterada automaticamente em decorrência da luminosidade produzida pelo arco elétrico. A vantagem desse tipo de máscara é que o soldador não precisa removê-la entre uma solda e outra. No caso da máscara passiva, possui apenas um visor com filtro escuro, permitindo somente a visão ao trabalhador enquanto o arco de solda estiver aberto. Ao término do processo de soldagem, ele terá de remover a máscara de proteção.

A Norma Regulamentadora NR 06, inclui a neces-

sidade de utilização deste EPI, para evitar danos à saúde dos trabalhadores da soldagem, porém não define a tonalidade dos filtros que devem ser utilizados. Já a Norma Europeia EN 379:2003, define os níveis das tonalidades dos filtros a serem usados nas máscaras de solda automática em função da corrente e o tempo de “arco aberto”, contemplando também o corte à plasma. A Norma considera o ajuste no número de tonalidade, variando de 4 a 15, conforme a transmitância luminosa, para correntes com amplitude de 1,5 a 600 A (Ampère). O número de tonalidade conforme a amperagem para processos de soldagens e corte mais comuns nas oficinas rurais pode ser visualizado no Quadro 2.

Quadro 2 – Recomendações de tonalidade para processos de soldagem e corte à plasma, conforme a norma EN 379:2003.

Processo de Solda	Corrente (A)											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Eletrodo	8	9	10	11	12	12	13	13	14	14	14	14
TIG	9	10	11	11	12	13	13					
MIG		9	10	11	11	12	12	13	14	14		
Corte Plasma		9	10	11	12	12	13	13				

Fonte: Adaptado da EN 379:2003

3.4.3 CAPACETES

Os capacetes são destinados a proteger o crânio dos trabalhadores contra impactos ou choques elétricos e agentes térmicos (NR 06 – Anexo I). Seu uso é normalmente observado em diversas áreas de trabalho. Visam à redução de incidências de ferimentos graves ao proporcionarem a atenuação do choque mecânico de objetos que possam impactar a cabeça.

Os capacetes são ensaiados conforme a norma NBR 8221:2019. São divididos em duas classes e três tipos, de acordo com as especificações para sua utilização. Capacetes do tipo I devem proteger contra impacto resultante de um golpe no topo da cabeça. O tipo II deve proteger contra impacto resultante de um golpe no topo e nas laterais da cabeça.

Os capacetes pertencentes à classe G (geral) são concebidos para reduzir o risco de choque elétrico quando houver contato com condutores de baixa tensão. O pertencente à classe E (elétrico) são concebidos para reduzir o risco de choque elétrico quando houver contato com condutores de alta tensão. Na classe C (condutivo), o capacete não oferece proteção contra riscos elétricos.

Ao fazer a seleção de capacete, é importante verificar que ele apresente jugular para fixá-lo à cabeça e não caia durante o trabalho. Esse item também está disponível no mercado em diferentes cores, as

quais possuem a função de chamar atenção para a presença do trabalhador e/ou suas funções. A cor laranja é amplamente utilizada nos capacetes para destacar as operações no meio rural. Na compra do capacete, também deve ser observado o seu tamanho, pois são fabricados nos tamanhos P (pequeno), M (médio) e G (grande).

Para operações com motosserras, motopodadoras e motorroçadoras laterais, os capacetes conjugados com protetor auricular e viseira, são considerados EPI essenciais. Eles oferecem a proteção para a cabeça, caso ocorra a queda de galhos ou objetos lançados. Possuem, ainda, uma elevação central e longitudinal no topo do capacete, que direciona lateralmente os objetos que caírem sobre o operador. Já o protetor auricular deve ser utilizado, pois tais máquinas, em operação, geram ruídos prejudiciais para a audição do operador. O capacete conjugado, diferente do capacete convencional, apresenta também uma viseira facial que oferece ao trabalhador proteção extra para a face.

3.4.4 RESPIRADORES E MÁSCARAS

Os respiradores e máscaras podem ser do tipo sem manutenção (descartáveis) que possuem uma vida útil curta e os de baixa manutenção (semifaciais) que possuem filtros especiais para reposição.

Para ser abordado este tema, é importante que se entenda o significado de “PFF” (Peça Facial Filtrante). A PFF também é responsável por proteger o sistema respiratório do trabalhador contra os contaminantes do ambiente, pois, nesse caso, o corpo dessa máscara também é um meio filtrante. Geralmente as máscaras denominadas PFF são descartáveis, possuem diferentes formatos e podem ou não possuírem válvulas de exalação (retirada do ar).

A classificação dessas máscaras pode ser dada com relação a sua eficiência de filtragem e à resistência ao tipo de aerossol. Levando em consideração à eficiência, são divididas em PFF1, PFF2, PFF3, e caracterizadas por possuírem eficiência mínima de 80%, 94% e 99% de filtragem do ar, respectivamente. Já, quanto à resistência ao tipo de aerossol, podem ser classificadas de duas formas, sendo elas: máscaras que possuem resistência a aerossóis à base de água e aerossóis oleosos, representadas pela sigla “SL” e máscaras resistentes somente a aerossóis à base de água, representadas pela sigla “S”.

Com relação à classificação de uma máscara semifacial, equipada com filtro do tipo “P1”, pode-se afirmar que possuirá o mesmo fator de proteção e a mesma eficiência de filtragem do ar que a máscara PFF1. No entanto, a vantagem da máscara semifacial está na possibilidade de realizar a substituição

somente do elemento filtrante.

Cabe destacar que existe classificação específica para máscaras que possuam manta de carvão ativo. Trata-se das máscaras PFF2-Carvão, as quais apresentam eficiência de filtragem mínima de 94% e auxiliam na redução de odores de vapores orgânicos. Esse é um exemplo de máscara que protege contra a névoa das pulverizações de agroquímicos. No entanto, seu uso não é recomendado para proteção de vapores orgânicos em alta concentração. Para esse caso, há a necessidade da utilização dos respiradores dotados de filtros especiais do tipo A2.

Como precaução é indicado verificar a data de validade dos filtros e respiradores. Eles também devem estar sempre limpos, higienizados e jamais podem estar saturados. Se usados de forma inadequada, tornam-se desconfortáveis e podem transformar-se em uma verdadeira fonte de contaminação para o operador.

3.4.5 GORROS E CAPUZ

Tratando-se da aplicação de agroquímicos, o boné árabe, capuz ou touca, como podem ser chamados, oferecem proteção ao couro cabeludo e pescoço contra respingos de produtos químicos e contra partículas em suspensão no ambiente. São fabricados em tecidos de algodão e tratados para se tornarem hidrorrepelentes, ou em não tecido como já mencionado anteriormente. Dependendo do fabricante do EPI, pode ser parte integrante de jalecos e macacões, como uma peça única ou então separados deles. Quando for uma parte separada do jaleco, é importante que seu comprimento proteja todo o pescoço e parte dos ombros do operador.

A utilização do capuz também é recomendada em ambientes confinados e em oficinas mecânicas. Sua finalidade é proteger o couro cabeludo de partículas suspensas no ar, bem como contra riscos térmicos inerentes às atividades do trabalhador.

3.4.6 PROTETORES AURICULARES

O tempo de exposição do trabalhador ao ruído é um dos principais fatores de risco. A norma regulamentadora NR 15 estabelece o tempo de exposição para ruídos contínuos e intermitentes, tendo como limite máximo o ruído de 85 dB, para uma exposição diária de 8 horas. Valores de ruídos superiores resultam na diminuição do tempo máximo de exposição diária do trabalhador. Nesse sentido, os protetores auriculares desempenham importante papel na redução da intensidade do som exercida pelo ruído no aparelho auditivo. Existem dois tipos básicos: tipo plug (intra-auricular) e do tipo concha

(externo). Os primeiros são fabricados em borracha macia, espuma, poliuretano ou PVC.

Os protetores auriculares do tipo intra-auricular podem ser de inserção moldável ou pré-moldados. O primeiro adapta-se no canal auditivo do ouvido do trabalhador, proporcionando proteção contra ruídos, geralmente, apresenta forma de cone para se encaixar perfeitamente. Já os protetores pré-moldados também são de inserção no canal auditivo, porém, não se alteram, possuindo estrutura maleável, tendo formato de cone com diferentes diâmetros e três camadas.

Os do tipo concha cobrem todo o aparelho auditivo protegendo também o sistema auxiliar de audição. São amplamente conhecidos e os preferidos dos trabalhadores em função do conforto. Eles têm duas “conchas” que tampam os ouvidos e uma haste que se ajusta acima da cabeça ou um suporte que se acopla ao capacete. As conchas normalmente são forradas com uma espuma ou material isolante apropriado, sendo que esse protetor não possui contato direto com o canal auditivo do trabalhador.

Quanto aos ensaios de qualidade, os protetores auriculares devem atender às normas NBR 16076:2020 - Medição de atenuação de ruído com métodos de orelha real; e NBR 16077:2012 (em revisão) - Método de cálculo do nível de pressão sonora na orelha protegida.

3.5 GERAL

3.5.1 CREMES E FILTRO SOLAR

Os cremes protetores de segurança impedem que produtos químicos penetrem na pele. São classificados em três grupos e também considerados EPI. São normalmente hidrorresistentes. Quando aprovados, possuem a ação de proteção dos membros superiores do usuário contra riscos provenientes de produtos químicos, como, por exemplo: tolueno, xileno, benzina, querosene, aguarrás, thinner, metiletilcetona, gasolina, óleo mineral, óleo diesel, acetona, pós, em geral, percloroetileno, cloreto de metileno, tintas, adesivos e outros, conforme informações do fabricante. Esse EPI deve ser produzido conforme as recomendações da ABNT NBR 16276:2018.

Os cremes com filtros solares, não menos importantes, devem ser utilizados sempre que necessário. Mesmo sendo da linha profissional de alta resistência ao calor e à transpiração dos trabalhadores, eles devem ser reaplicados ao longo da jornada de trabalho, por isso devem ficar à disposição. O fator de proteção é variado e deve ser adquirido conforme as orientações da equipe de segurança do trabalho (médico ou

técnico). No entanto, a norma regulamentadora NR 06 define que são considerados EPI somente aqueles que possuem Certificado de Aprovação - CA, emitido pela Ministério de Trabalho. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) define as regras para os protetores solares, bem como os valores mínimos do fator de proteção solar (FPS), que devem ser comprovados pelo fabricante do produto.

Além disso, deve-se observar a necessidade de cremes repelentes de insetos, pois é comum a demanda pelos trabalhadores em diferentes operações.

3.5.2 UTILIZAÇÃO E DESCONTAMINAÇÃO DOS EPI

Tratando-se da utilização de EPI em atividades como a aplicação de agroquímicos, os cuidados com sua descontaminação e armazenamento é de suma importância. Porém, outro fator que merece destaque é a ordem de vestir e retirar os equipamentos.

A utilização dos EPI requer treinamento dos operadores, pois serão eles que realizarão a atividade de pulverização, portanto, estarão expostos aos agroquímicos. A ordem de vestir difere da ordem de retirar os EPI. Para vesti-los primeiramente deve ser colocada a calça, posteriormente, jaleco, botas, avental, máscara, viseira facial ou óculos, boné árabe e, por último, as luvas.

No momento de retirá-los, deve-se ter muito cuidado, pois os equipamentos estarão contaminados. Por isso, após ser finalizada a atividade de manuseio ou aplicação de agroquímicos, o primeiro passo é lavar as luvas com sabão neutro e água corrente (sem retirá-las). Na sequência, retirar o boné árabe, a viseira facial ou óculos, o avental, o jaleco, as botas, a calça, as luvas e, por último, a máscara. Esta deverá ser guardada em um recipiente hermético, sem contato com o ambiente. Após retirados os EPI, o trabalhador deve deixá-los separados das roupas comuns e tomar banho com água corrente e sabão neutro.

Após à utilização do EPI, sempre deverá ser realizada sua descontaminação, sendo um procedimento necessário para retirar os resíduos de agroquímicos. Para tal atividade, a pessoa responsável deverá utilizar luvas e avental e usar somente água corrente e sabão neutro (sabão de coco, por exemplo). Não é recomendado: lavar na máquina de roupas, esfregar ou escovar, deixar de molho, torcer ou centrifugar, utilizar água fervente e alvejantes. Retirado o sabão, deixar o EPI secar à sombra. Se o EPI em questão é de tecido algodão tratado com óleo de forbol, após seco deve ser passado (no modo a seco) para ser reativada a característica de hidrorrepelência, obtida pelo tratamento do tecido. Depois de os EPI estarem descontaminados e passados a ferro, devem ser armazenados.

EPI que não entram em contato com produtos químicos também devem ser lavados com sabão neutro e secados à sombra. Capacetes podem ser lavados e higienizados com álcool. Os calçados devem ser limpos conforme a orientação dos fabricantes.

Para conservar os Equipamentos de Proteção Individual, devem ser fornecidos com embalagem, para o armazenamento, quando estiverem fora de uso. O armazenamento deve ser adequado para proteger o EPI de contaminação ou de danos causados por substâncias prejudiciais, bem como para evitar o contato de pessoas não autorizadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda e qualquer atividade que ofereça risco à segurança e à saúde dos trabalhadores deve ser realizada mediante o uso obrigatório de EPI, específicos e recomendados para a atividade. É obrigação do empregador fornecer, orientar, através de treinamento, e fiscalizar o uso correto desses equipamentos. Por outro lado, o empregado deve obrigatoriamente usar e zelar pela sua manutenção, reduzindo os custos com substituições desnecessárias.

É recomendado que ao receber o EPI, o colaborador confira o tamanho e as condições do mesmo. Ainda, quem realizar a entrega deve registrá-la em uma ficha apropriada, constando a data de entrega, o código CA de cada EPI e sua devida descrição. Após a conferência dos EPI, ambos devem assiná-la, sendo que esta ficha deve ser arquivada para que, sempre que necessário, sejam conferidas as informações do CA, substituições ou avarias. Todo equipamento defeituoso deve ser retirado do serviço imediatamente, reparado ou descartado adequadamente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8221:2019. Capacete de segurança para uso ocupacional – Especificação e método de ensaio. Rio de Janeiro, 2019. 3ed. 39p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 20344:2015 Equipamentos de proteção individual – Métodos de ensaio para calçados. Rio de Janeiro, 2015. 2ed. 85p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 20345:2015 Equipamento de proteção individual - Calçado de segurança. Rio de Janeiro, 2015. 2ed. 34p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 20346:2015 Equipamento de proteção individual - Calçado de proteção. Rio de Janeiro, 2015. 2ed. 33p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 20347:2015 Equipamento de proteção individual - Calçado ocupacional. Rio de Janeiro, 2015. 2ed. 31p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12561:1992 Calçado de proteção. Rio de Janeiro, 1992. 2ed. 9p.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12576:1992 Calçado de proteção. Rio de Janeiro, 1992. 2ed. 2p.
Consultado em: 15 Abr. 2020.

ISO 11393-2:2018. Textiles — Tensile properties of fabrics — Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method.

NR-06. Equipamento de Proteção Individual. Ministério do Trabalho. Brasília, DF, 06 Jul. 1978. Portaria MTb n. 870, de 06 de julho de 2017 07/06/17 Portaria MTb n.º 877, de 24 de outubro de 2018 Repub. 26/10/18. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/nr-06-atualizada-2018.pdf>> Acesso em: 15 Abr 2020.

NR-12. Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Ministério do Trabalho. Brasília, DF. Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 Atualizações D.O.U. Portaria SSST n.º 12, de 06 de junho de 1983 14/06/83 Portaria SSST n.º 13, de 24 de outubro de 1994 26/10/94 Portaria SSST n.º 25, de 28 de janeiro de 1996 05/12/96. Disponível em: Acesso em: 10 Dez 2019.

NR-15. Atividades e operações insalubres. Ministério do Trabalho. Brasília, DF. Publicação D.O.U. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Disponível em: Acesso em: 17jun 2020.

NR-31. Norma Regulamentadora de segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura - NR 31. Ministério do Trabalho. Brasília, DF. 03 Mar. 2005. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-31.pdf Acesso em: 15 Abr 2020.

Norma Europeia BS EN ISO 374-4:2019 Protective gloves against dangerous chemicals and micro-organisms Determination of resistance to degradation by chemicals. 18p.

Norma Europeia EN 379:2003 Personal eye-protection - Automatic welding filters (includes Amendment A1:2009).

Norma Europeia EN 388:2003 e EN 388:2016. Fibreboards; determination of surface absorption; part 1: test method for dry process fibreboards; German version EN 382-1:1993. 38p.

Norma Europeia UNE EN 374-1:2016. Protective gloves against dangerous chemicals and micro-organisms — Part 1: Terminology and performance requirements for chemical risks. 2016. 7p.

Norma Europeia UNE EN 374-2:2016. Protective gloves against dangerous chemicals and micro-organisms - Part 2: Determination of resistance to penetration. 2016. 13p.

Norma Europeia UNE EN 16523-1:2015. Determination of material resistance to permeation by chemicals - Part 1: Permeation by liquid chemical under conditions of continuous contact. 2015. 28p.

Norma Europeia. EN ISO 10819/1996. Mechanical vibration and shock — Hand-arm vibration — Measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand. 1996. 17p.

ESPECTRORRADIOMETRIA NA AGRICULTURA DE PRECISÃO: ESTUDO DE CASO EM SOLOS DE TERRAS BAIXAS, CAPÃO DO LEÃO, RS, BRASIL

José Maria Filippini
Alba
EMBRAPA

Lúcia E. C. Cruz

Jorge R. Ducati
CEPSRM/UFRGS

João Mateus M.
Domingues
UFSC

Jones O. Moraes
UFPEL

Henrique N. Cunha
UFSM

RESUMO

A espectrorradiometria de reflectância, seus princípios básicos e antecedentes, apresentam-se como potencial aplicação para agricultura de precisão. No entanto, seu uso ainda é limitado, seja pela quantidade de dados gerados ou pela natureza sofisticada da sua interpretação. Apresentou-se também um estudo de caso com amostras de solos de terras baixas, coletadas em malha regular e analisadas por métodos químicos convencionais e via espectrorradiometria. O objetivo do estudo de caso foi relacionar e simular as variáveis físico-químicas em função das bandas espectrorradiométricas. O processo estatístico multivariado aplicado envolveu várias etapas: (1) análise fatorial; (2) análise das dependências; (3) análise de agrupamentos; (4) modelos de regressão. Cinco variáveis físico-químicas (Al, Ca, K, MO e P) foram modeladas com 90% da variância explicada em cada caso, para o maior agrupamento. Um provável processo de automação poderá ser desenvolvido considerando os princípios apresentados.

Palavras-chave: Banco de Dados; Espectrorradiometria; Pedologia,
Mineração de Dados

1. INTRODUÇÃO

O primeiro projeto da Embrapa relacionado com Agricultura de Precisão (AP) data de meados da década de 1990, com a liderança da Unidade de Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, orientação para mecanização e culturas de grãos. Nos 2000, houve uma mudança de rumo, com a inserção de um maior número de pesquisadores, Unidades da Embrapa e incorporação de procedimentos e instrumentos direcionados a outras culturas: cana-de-açúcar, fruticultura, silvicultura e pastagens. Nessa ocasião, a liderança foi efetivada pela Embrapa Instrumentação Agropecuária e se mantém até nossos dias. No entanto, recentemente houve uma atualização na carteira de projetos da empresa, com foco em inovação e projetos direcionados a produtos em parceria com o setor privado. Assim, surgiram três projetos menores direcionados para AP e tecnologias habilitadoras, ou seja, aquelas com capacidade para causar transformações radicais nos padrões culturais costumeiros, no contexto do portfólio “Automação”. As lideranças desses projetos localizam-se nas regiões Sudeste e Sul, no entanto com rede de pesquisa abrangendo todas as regiões do Brasil.

Na atualidade o Global Positioning System (GPS, US) é bastante popular e existem outros sistemas do tipo no mundo, como o Compass (China), Galileo (CU) e o Glonass (Rússia). Stafford (2000) aponta o GPS como a tecnologia que impulsionou o desenvolvimento do conceito de AP nos 70s; pois, com o registro de altitude, longitude e latitude, as máquinas agrícolas podem operar em locais específicos, inclusive a noite e sem motoristas, graças ao desenvolvimento do piloto automático. A disponibilização de colhedoras com GPS e sensor de produtividade demorou em chegar ao Brasil, porém não houve grande adoção por parte dos produtores, devido a dificuldade de processamento dos dados, e a falta de percepção da utilidade dos mapas de produção (Resende et al., 2010).

Filippini-Alba e Zanella (2016) analisaram várias definições da expressão Agricultura de Precisão (AP), no período 1998 a 2011, sugerindo uma tendência de evolução no tempo, do conceito de “manejo” para o de “gestão” (postura gerencial), sendo que todas as definições mencionam, de maneira direta ou indireta, a expressão “variabilidade espacial”.

Zhang et al. (2002) relacionam AP ao aprimoramento e desenvolvimento de sensores, à automação de processos e formas de monitoramento, ao gerenciamento da informação e ao uso de ferramentas de sensoriamento remoto. Esta definição avançou nos últimos anos, por meio das tecnologias habilitadoras como automação, big data, computação em nuvem, integração de sistemas, internet das coisas

e simulação, derivando na Agricultura Digital ou de Informação, E-agricultura, Fazenda inteligente ou Agricultura 4.0 (CONBAP 2018, Curitiba – PR), expressões não estritamente idênticas.

Kardeván (2007) menciona que a espectrorradiometria de reflectância (ER) é uma técnica de sensoriamento remoto, que envolve medições em campo de espectros de reflectância no intervalo de comprimentos de onda de 400 nanômetros a 2400 nanômetros, sua interpretação e processamento, considerando como alvos, águas, alimentos, metais, minerais, solos, rochas, vegetação, em fim, praticamente qualquer tipo de material industrial ou natural. Na época do artigo anterior, ainda não tinha acontecido o uso intensivo de veículos aéreos não tripulados, VANTs (Jorge; Inamasu, 2014), ou também drones, zangão em inglês, como são conhecidos aqueles veículos com várias hélices, devido a que reproduzem um som parecido ao do inseto. Já existem câmaras hiperespectrais a bordo de VANTs, mas há ainda restrições em termos de processamento de dados, custo e segurança dos equipamentos.

Analisando o desenvolvimento anterior observa-se que AP e espectrorradiometria de reflectância (ER) são temas relacionados com automação, big data e simulação. Neste capítulo se apresentam rapidamente os fundamentos da ER e alguns antecedentes das aplicações para AP, mas principalmente se expõe um método direcionado para AP, baseado no uso de ER em solos de terras baixas, na estação experimental Terras Baixas (EETB), Embrapa, Capão do Leão – RS, visando estudar a correlação das bandas espectrorradiométricas com variáveis físico-químicas na tentativa de estabelecer modelos de regressão entre ambos os tipos de variáveis e simular os teores de nutrientes no solo, com a correspondente redução da amostragem e em consequência das análises químicas. Estudos semelhantes foram compilados por Ge et al. (2007).

2. FUNDAMENTOS DA ESPECTRORRADIOMETRIA DE REFLECTÂNCIA (ER)

Segundo Kardeván (2007), expressões equivalentes a ER seriam imageamento espectrométrico, espectroscópico ou hiperespectral, porém, ele adverte que as palavras espectrometria e espectroscopia são utilizadas para definir técnicas químico-analíticas como espectrometria de massas e medições envolvendo luz, respectivamente. Por outro lado, hiperespectral relaciona-se com imagens de alta resolução espectral. Na tentativa de esclarecer os termos, é possível encontrar as definições à continuação na internet: “Espectroscopia é o estudo dos espectros luminosos” (<https://www.dicio.com.br/espectroscopia/>), por exemplo, os astrofísicos usam os espectros das es-

telas para conhecer sua composição química, pois cada elemento emite luz em bandas específicas que são registradas no espectro. Já “Espectrometria é a medição relacionada a comprimentos de onda específicos de um espectro” (<https://www.dicio.com.br/espectrometria/>), a espectrometria de absorção atômica (Amorim et al., 2008) ilustra a situação.

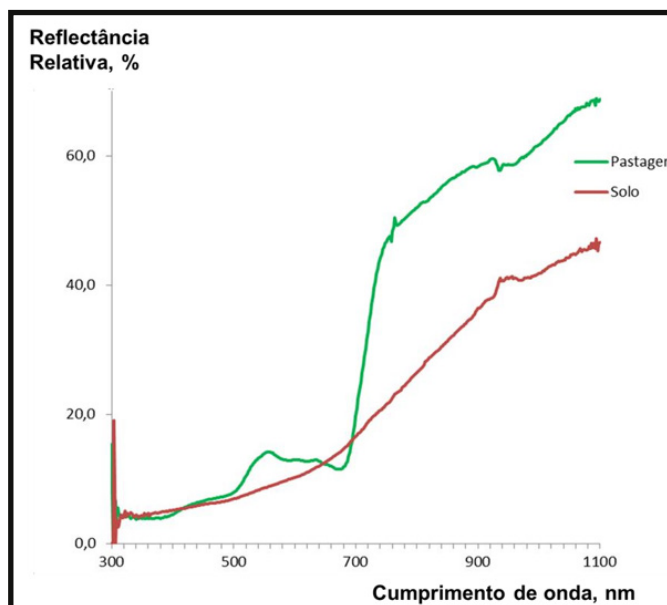
Como a ER é uma derivação do sensoriamento remoto, aplicam-se os mesmos princípios relacionados com a luz e o espectro eletromagnético, que podem ser consultados em qualquer livro de fundamentos do tema (Moreira, 2005). Considerando a luz como uma onda, ela pode ser caracterizada pelo comprimento de onda, ou seja, a distância entre duas posições equivalentes, por exemplo, dois picos consecutivos ou dois vales consecutivos. Ainda, a velocidade da luz iguala-se ao produto do comprimento de onda pela frequência, o que explica a relação inversa entre essas magnitudes, de maneira que maior energia ou frequência, menor comprimento de onda.

No que refere aos comprimentos de onda relacionados ao espectro eletromagnético, variam de 10^{-16} metros a 10^8 metros ou 10^{-6} Angströms a 10^5 quilômetros; sendo que $1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm} = 10^{-4} \text{ micras} (\mu\text{m}) = 10^{-7} \text{ milímetros (mm)} = 10^{-8} \text{ centímetros (cm)} = 10^{-10} \text{ metros (m)}$. Assim, começando pelos menores comprimentos de onda, acontecem as maiores energias, que correspondem aos raios Gama, cuja transição para os raios X acontece entre 10^{-12} m (ou $0,01 \text{ \AA}$) e 10^{-10} m (ou $1 \text{ \AA}$). Existe uma regra empírica que associa o comprimento de onda com o tamanho das partículas que interagem com a respectiva energia (onda). Assim, se o núcleo atômico tem tamanho da ordem de 10^{-14} m (ou $0,0001 \text{ \AA}$), um átomo corresponde a 10^{-10} m (ou $1 \text{ \AA}$) e no caso de moléculas, como por exemplo a de ácido oleico, composto orgânico com cadeia de 18 átomos de C, cuja molécula tem comprimento de $2 \times 10^{-9} \text{ m}$ (ou $20 \text{ \AA}$), confere-se que os raios Gama interagirão com o núcleo atômico, em reações de alta energia, relacionadas aos processos de fusão e fissão nuclear, enquanto que, os raios X de alta energia interagem com os elétrons internos do átomo, aqueles mais próximos do núcleo (core atômico), sendo que na medida que acontece a transição para o ultravioleta, em 10^{-8} m (ou 10 nm), temos as interações com os elétrons externos, também conhecidos como elétrons de valência e relacionados às ligações moleculares, por isso o uso da espectroscopia ultravioleta é ligada ao estudo da estrutura molecular ou quantificação de compostos orgânicos específicos.

A partir de 400 nm inicia o espectro de luz visível, com a cor azul, e também, o intervalo de comprimentos de onda mais significativos para o sensoriamento remoto. Continuando, a cor verde em 500

nm , laranja em 600 nm , vermelho em 700 nm e então, o red-edge até 730 nm . Em 760 nm inicia o infravermelho próximo, near infrared em inglês, também conhecido pela abreviatura NIR, avançando até 2500 nm . Na Figura 1, o ombro da curva de pastagem em 550 nm corresponde a cor verde e o salto posterior a partir de 700 nm relaciona-se a resposta da vegetação sadia no NIR, em função do teor de clorofila. Observe-se a diferença de comportamento do espectro correspondente ao solo sem cobertura.

Figura 1. Espectros de “pastagem” e “solo sem cobertura” gerados no campo com um espectrorradiômetro LICOR® 1800 (401 bandas, resolução 2 nm).



No intervalo de comprimentos de onda de 2500 nm a 50000 nm ($0,5 \text{ mm}$) ocorre o infravermelho médio, de 50000 nm a 106 nm (1 mm) o infravermelho distante, de 1 mm a 1 m as micro-ondas e posteriormente as ondas de rádio. Esses intervalos de comprimentos de onda não são explorados em ER.

Rossel et al. (2006, p. 60-61) mencionam a existência de vibrações moleculares fundamentais intensas relacionadas aos componentes do solo nos comprimentos de onda de 700 nm a 2500 nm . Combinações e harmônicos fracos dessas vibrações devido a estiramento, torsão ou rotação de grupos NH, OH e CH dominam o NIR e transições eletrônicas o Visível. Esses fenômenos também podem ocorrer no infravermelho médio, em sobreposição, de maneira que a interpretação nesses intervalos de comprimentos de onda, NIR e visível, são mais complicadas. Por isso a ER precisa de técnicas estatísticas multivariadas para discriminar as respostas dos solos.

A luz do sol varia de 200 nm a 2500 nm com um pico intenso no visível, sendo que o mesmo é afetado pelos componentes da atmosfera, que tem vários intervalos de absorção, principalmente no infravermelho. Esta interferência afeta as imagens de satélite, mas

não no caso de espectrofotômetros, pois por trabalhar próximos ao alvo, a interação é insignificante.

Assim, pelo mencionado até o momento, a ER é uma técnica não destrutiva, proximal, pois trabalha em curta distância sem contato com o objeto medido, hiperespectral, que pode ser usada para analisar diferentes materiais, em estudos independentes ou como complementação de imagens de sensoriamento remoto, pois também é baseada em princípios óticos. O intervalo de medição varia de 300 nm a 2400 nm com resolução de 1 a 2 nm, assim podendo registrar entre 1050 a 2100 bandas. As medições podem ser in situ ou em laboratório e o desenvolvimento de sensores acoplados a máquinas agrícolas parece uma inovação com possibilidades no futuro próximo.

Há outros equipamentos baseados no mesmo princípio, mas de natureza multiespectral, como os medidores de índice de vegetação, que registram três bandas geralmente (vermelho, red-edge e NIR), de maneira a monitorar cultivos de grãos (Kapp Jr. et al., 2016). Ou o multiplex®, definido como sensor ótico proximal baseado em fluorescência, usado para determinar o teor de antocianinas em grãos de uva por medidas em campo (BRAMLEY et al., 2011).

Como já foi mencionado, a ER permite trabalhar com diversos materiais, plantas (Ollinger, 2011), minerais (Filippini-Alba et al., 2006) e solos (Rossel, 2006), no entanto, para ter sucesso no objetivo estabelecido, o equipamento deve ser calibrado para cada caso. Essa calibração é estabelecida por meio de amostras analisadas por uma técnica analítica convencional, com medição também por meio de ER e posterior processamento dos dados de maneira a estabelecer um algoritmo de dependências entre ambos os métodos. Assim, posteriormente a medição poderá ser executada unicamente via ER. Essa calibração é bem mais complicada e diferente da acostuada em química analítica convencional, quando a amostra problema é solubilizada, medida e comparada com amostras padrão de concentração conhecida e composição próxima a da amostra problema.

3. ANTECEDENTES DE ESPECTRORRADIOMETRIA EM AP

Estudos iniciais na área de pedologia podem ser usados como antecedentes da aplicação da ER em AP. Filippini-Alba et al. (2009) estudaram os solos de terras baixas por ER na tentativa de localizar variações significativas da composição física, química, biológica e mineralógica em distâncias curtas, com condições de relevo pouco acentuadas relacionadas a mudanças de elevação dessimétricas e declividade muito suave, como alternativa de baixo custo, substituindo um levantamento topográfico detalhado

para fins de mapeamento dos solos, que seria bem mais oneroso. O registro espectral foi realizado com o espectrorradiômetro LICOR 1800, que trabalha nos comprimentos de onda de 300 nm a 1100 nm, utilizando como referência a placa Spectralon 50% (Labsphere, SRT-50-050), por se tratar de instrumento passivo (mede a refletância relativa gerada pela luz do sol). Ambos objetos foram emprestados pela Embrapa Uva e Vinho. Muito embora a expressão AP não é mencionada, a estratégia adotada relaciona-se a esses princípios. Foram analisadas diferentes distâncias focais, as variações no tempo da placa de referência e as variações da refletância da vegetação e do solo sem cobertura em diferentes posições de relevo, conforme uma transecta de aproximadamente um quilômetro e quatro amostras separadas entre 200 m a 500 m com altitude variando de 8 m a 15 m. Os autores concluíram que, para o solo sem cobertura, a ER sugeriu ser efetiva em discriminar os locais conforme a altitude, devido às mudanças no teor de matéria orgânica, mas estudos mais detalhados deveriam ser desenvolvidos.

Lee et al. (2003) trabalharam com 270 amostras superficiais de argissolos, luvisolos e neossolos. A variância explicada pelos modelos de simulação pH, Ca, Mg and P com dados de ER foi superior a 79% no estágio de calibração. No entanto essas porcentagem caíram para menos de 50% para K e matéria orgânica. Selige et al. (2006) analisou a relação entre os conteúdos de matéria orgânica, N, argila e areia em um solo superficial usando dados aéreo hiperespectrais. O ajuste dos modelos de 0.9, 0.92, 0.71 and 0.95, para R², respectivamente. Rossel et al. (2006) fizeram um procedimento semelhante, porém, usando métodos estatísticos multivariados complexos, com regressão múltipla, aspecto também mencionado por Cohen et al. (2007), e análise em principais componentes. Características mineralógicas do espectro foram realçadas. Os conteúdos de Al, Ca e P, capacidade de troca e produtividade elétrica foram pobremente ajustados (R² < 0,5).

Ge et al. (2011) revisaram o tópico “sensoriamento remoto das propriedades do solo em AP”. Eles consideraram aproximadamente 15 parâmetros, incluindo variáveis físicas e químicas. O método que prevaleceu foi ER no intervalo visível-infravermelho com medidas em laboratório e processamento por diferentes métodos estatísticos multivariados. Analisando a perspectiva da agricultura em relação ao sensoriamento remoto, os autores mencionam que “nas últimas décadas, a produção agrícola ha evoluçionado desde a época das máquinas, para a época da informação e posteriormente para a AP, o que implica em aperfeiçoar o uso de insumos em escala detalhada de maneira a estabelecer ganhos de lucratividade e benefícios ambientais. As geotecnologias, incluindo os sistemas de informação

geográfica, os sistemas de posicionamento global orientados por satélites e o sensoriamento remoto tem sido extensivamente utilizados em AP, derivando na sua implantação em todos os aspectos da produção agrícola. Como tecnologia intensiva em computação e informação, seu sucesso dependerá significativamente, da eficiência e confiabilidade dos métodos específicos de coleta e processamento em campo. Assim, uma interação entre AP e ER se apresenta como linha de pesquisa para futuros desenvolvimentos, inclusive, menciona-se que aparentemente o grande obstáculo para desenvolvimento de um sensor comercial direcionado ao solo é a inconsistência dos modelos obtidos por diversos estudos em diferentes localidades.

Segundo Nocita et al. (2013) a ER relacionada aos níveis de C orgânico no solo é dependente da umidade do solo, de maneira não linear. Vendrame et al. (2012) trabalharam com Latossolos do Cerrado, realizando medições da textura do solo e sua mineralogia com espectrometria NIR. A variância explicada pelos modelos (R^2) foi inferior ou igual a 60% para o conteúdo de silte, areia fina, hematita e goethita.

Cruz et al. (2015) estudaram a variabilidade espacial dos parâmetros químicos do solo em área experimental na Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão-RS, conforme estratégia de AP. Houve variabilidade espacial e temporal dos atributos químicos do solo. Assim, é necessário analisar a variabilidade espacial da lavoura, via geoestatística, para verificar a presença da dependência espacial e otimizar o processo de transformação das informações pontuais em superfícies contínuas, viabilizando a definição das zonas de manejo em AP.

Dematte et al. (2019) elaboraram a biblioteca espectral de solos do Brasil, trata-se de um empreendimento de vários pesquisadores na tentativa de

evoluir para a agricultura digital. O registro de espectros é fundamental para avançar no conhecimento da ER nas diversas áreas de interesse.

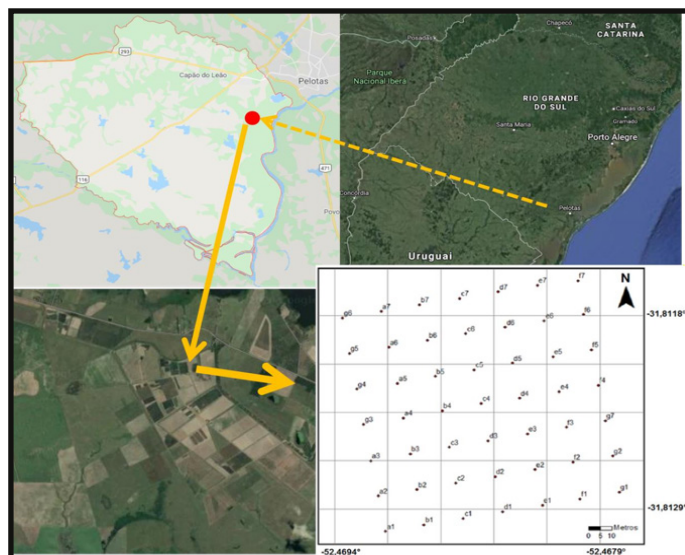
4. ESTUDO DE CASO EM TERRAS BAIXAS, CAPÃO DO LEÃO – RS

Trata-se de um estudo de simulação dos teores de nutrientes e de percentagens de textura no solo por meio de ER. Parte dos dados já foi publicada no CONBAP 2018, Curitiba – PR, mas principalmente em Filippini- Alba et al. (2019).

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão – RS (Figura 2). Trata-se de uma área de baixa altitude (10 m) e drenagem ruim, onde ocorre um Planossolo Háplico, o cultivo de arroz irrigado no sistema convencional se alterna com pastagens, em regime de 3 anos x 2 anos, respectivamente. O clima é subtropical úmido, Cfa conforme a classificação de Köppen (apud Wrege et al., 2012, p. 322), ou seja, mês mais frio com média de 0 °C e pelo menos um mês com temperatura média acima de 22 °C e no mínimo 4 meses com média de 10 °C; não existindo diferenças de precipitação entre estações, nem mês seco no verão.

A malha regular de amostragem de solos foi desenvolvida em Outubro de 2012 com passo de amostragem de 15m, conforme 7 transectos de 7 amostras cada um, totalizando 49 amostras. A malha foi ajustada com uma estação total e um receptor GPS topográfico. Os solos foram coletados com pá de corte em 0 – 10 cm e 10 – 20 cm em cada ponto da malha regular. Depois de secas as amostras foram peneiradas para a fração inferior a 2 mm.

Figura 2 . Localização da área do estudo de caso. Se apresenta Pelotas no estado do Rio Grande do Sul, o município de Capão do Leão – RS, a área experimental da Estação Experimental Terras Baixas e a malha regular usada. Sistema de coordenadas SIRGAS 2000 em graus decimais.



Análises químicas para Al, Ca, K, Mg, P and matéria orgânica e determinação de texturas (areia, silte e argila) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Vegetal da Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS. As medições por ER realizaram-se em cooperação com o Centro Estadual de Sensoriamento Remoto e Meteorologia da Universidade Federal do Rio Grande do em 2013 com um equipamento FieldSpec3, em intervalo de comprimentos de onda de 350 nm a 2500 nm e resolução espectral de 1 nm.

O pacote estatístico utilizado foi o Statistical Package for Social Sciences - SPSS® e os mapas interpolados foram desenvolvidos em duas etapas: (1) Semivariogramas no GS+®; (2) Krigging no Sistema de Informação Geográfica ArcGIS®.

5. APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE SIMULAÇÃO

Inicialmente foram criadas duas planilhas eletrônicas relacionadas às amostras de solos: (a) Dados físico-químicos; (b) Dados de ER. Ambas planilhas continham 49 registros (um por amostra) e o número de colunas suficiente para acomodar descritores das amostras, as coordenadas latitude e longitude e os dados físico-químicos ou as 2101 bandas espectrométricas. As coordenadas são a principal ligação entre os conjuntos de dados (a) e (b).

Os dados físico-químicos apresentaram variância moderada (Tabela 1), por outro lado as correlações entre eles foram pobres, o maior coeficiente de correlação foi para Al-Ca, da ordem de 0,52.

Tabela 1. Estatísticas básicas das principais variáveis físico-químicas das 49 amostras de solos.

Variable	Mean	Coeficiente de Variação
Al, cmol _c .L ⁻¹	0.8	32%
Clay, %	19.8	12%
Ca, cmol _c .L ⁻¹	1.8	15%
K, cmol _c .L ⁻¹	0.12	35%
OM, %	1.9	18%
Mg, cmol _c .L ⁻¹	0.7	16%
Na, mg.dm ⁻³	23	25%
P, mg.dm ⁻³	10	40%

Os dados (b) apresentaram forte correlação entre as 2101 bandas, principalmente as sequenciais (os coeficientes de correlação entre as bandas oscilaram no intervalo 0,8 a 0,99), com coeficientes de variação de 15 a 18%. Assim, tentativas iniciais de reduzir o número de bandas guardando somente aquelas relacionadas aos vales e picos, de maneira a diminuir a complexidade do conjunto de dados (b), não foram bem sucedidas, pois não apareceram

correlações significativas cruzadas, ou seja entre os conjuntos (a) e (b), fato reiterado para a totalidade das bandas.

Dessa forma optou-se por ensaiar um método multivariado, sendo escolhida a análise em componentes principais (JÖRESKOG et al., 1976), já que os primeiros fatores conseguiriam explicar uma significativa quantidade de variância, aprimorando seu potencial para se correlacionar com as variáveis físico-químicas. Como se tem 48 graus de liberdade devido ao número de amostras de solos, esse valor controlou a variância explicada pelos fatores e também o número de fatores extraídos.

Considerando o conjunto dos fatores como (c), se analisaram as dependências e modelos de regressão entre (a) e (c). Os coeficientes R² atingiram seu valor máximo (a unidade) para 48 fatores, conseguindo-se modelos de regressão das variáveis físico-químicas, em função dos fatores, que explicaram 100% da variância da variável simulada (Equação 1).

$$FQ = A_1F1 + A_2F2 + A_3F3.....+ A_k \quad (\text{Equação 1})$$

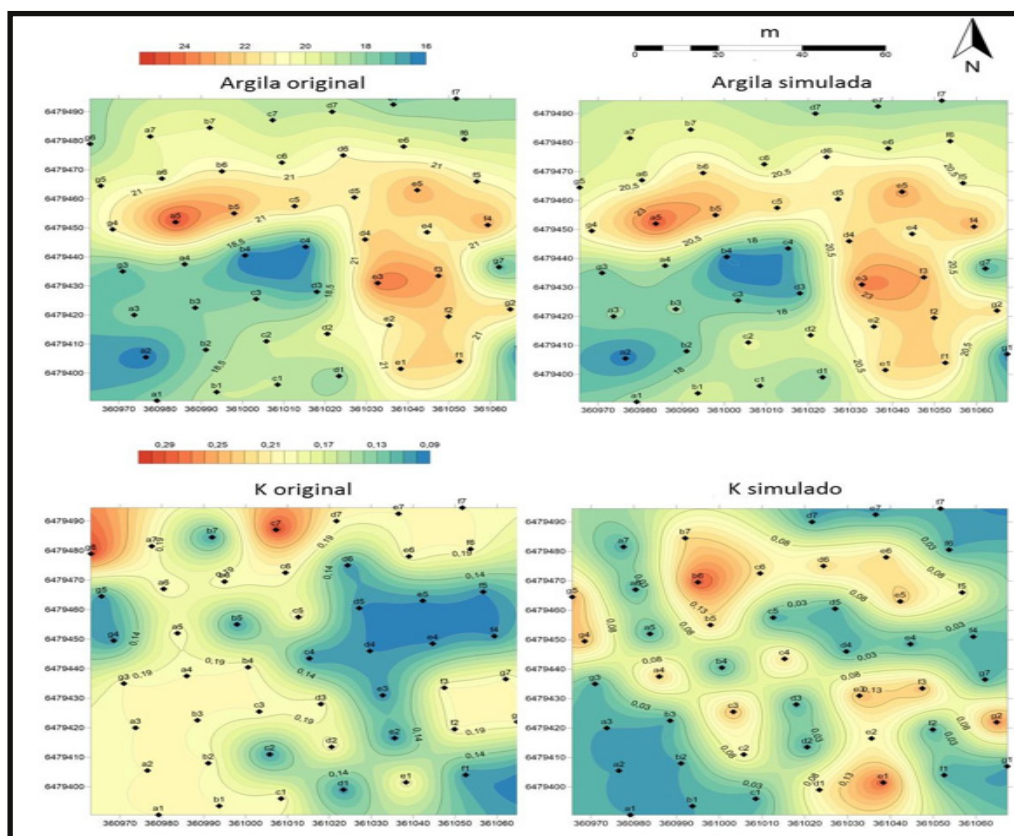
Sendo FQ uma variável físico-química genérica, A₁, A₂ A_k os coeficientes da regressão e F1, F2, F3... os fatores.

Uma alternativa ao procedimento, que fora a finalmente executada, caso não exista correlação adequada entre os dados (a) e (c), é a de classificar os dados (a) em várias subpopulações via cluster análise, para então estabelecer os modelos de regressão em cada subpopulação e reproduzir os valores para cada sítio amostrado. Nesse processo duas amostras foram consideradas outliers, por isso, existiu uma leve diferença entre os mapas originais e os mapas simulados. As três subpopulações principais se diferenciaram pelo teor elevado em Na e K com argila intermediária (21 amostras), outra pelo enriquecimento em argila (20 amostras) e a terceira pelo baixo teor da mesma (6 amostras), sugerindo amostras mais argilosas ou siltosas.

6. MAPAS ORIGINAIS E SIMULADOS

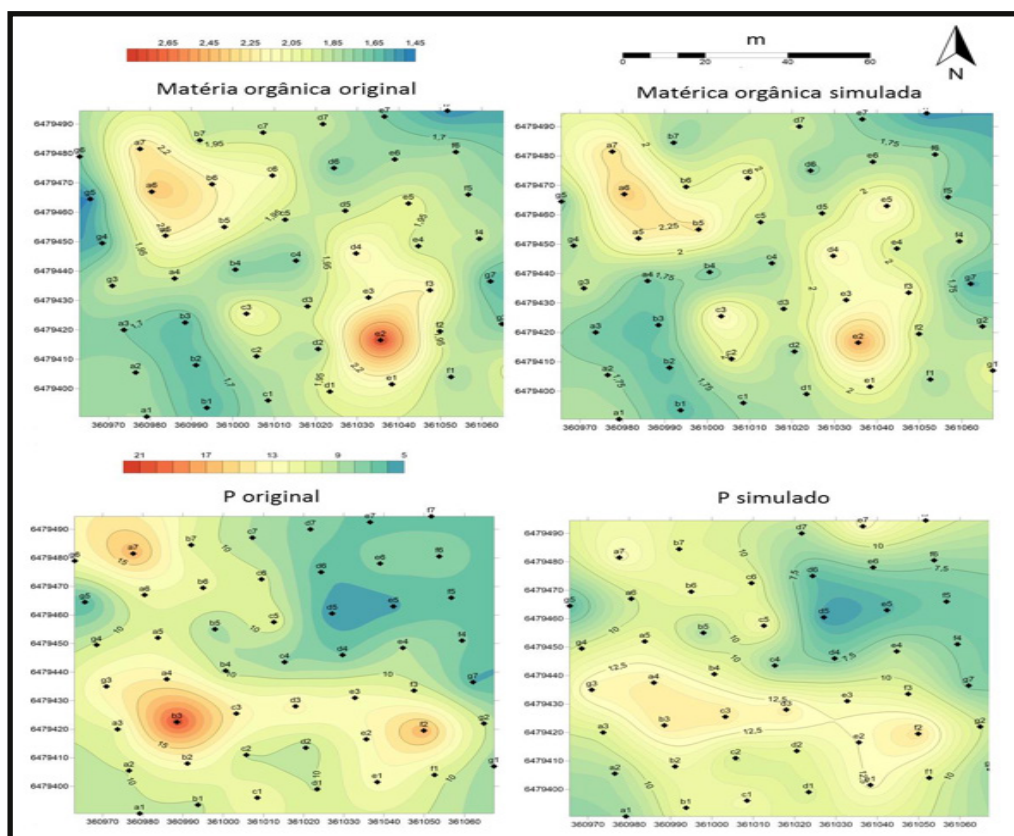
Os variogramas das variáveis mapeadas ajustaram-se aos modelos esférico ou exponencial com alcance variando entre 10 m (matéria orgânica) e 89 m (P) para os dados originais. Os mapas de argila original e simulada são muito semelhantes (Figura 3). Já o K simulado foi mais afetado.

Figura 3. Mapas derivados do processo geoestatístico para argila e K com os dados originais e simulados, respectivamente.



A matéria orgânica e o P também apresentaram boa variabilidade nos mapas simulados, com atenuação dos conhecidos “olhos de peixe”, ou seja pontos com aumento evidente de concentração em função de valores extremos.

Figura 4. Mapas derivados do processo geoestatístico para matéria orgânica e P com os dados originais e simulados, respectivamente.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Espectrorradimetria de reflectância (ER) foi analisada como técnica de suporte à Agricultura de Precisão (AP), sendo incluídos aspectos básicos da ER, uma revisão de antecedentes de aplicação em AP e um estudo de caso envolvendo solos de terras baixas na região de Pelotas – RS.

Pode-se definir a ER como uma técnica não destrutiva, proximal, possível de aplicar in situ ou em laboratório, abrangendo diversos tipos de materiais, no entanto, depende da calibração com técnica analítica diferenciada e complexa do ponto de vista de interpretação.

Alguns autores mencionam que as técnicas não destrutivas vêm ganhando espaço e no futuro poderão substituir procedimentos analíticos mais sofisticados como difração de raios X ou cromatografia de massas. Em mineralogia e geologia é comum associar bandas específicas a presença de um mineral específico (Ducart et al., 2006), porém, isso não foi possível no estudo de caso apresentado. A análise em componentes principais foi fundamental para interpretar os dados de ER no estudo de caso, técnica complementada pela análise de clusters. Poucos autores tem usado a análise de clusters para identificar subpopulações de amostras com comportamento diferenciado e assim, obter sucesso nos procedimentos de simulação.

Finalmente, cabe destacar que a ER em AP, conforme o estudo de caso apresentado neste capítulo deverá evoluir para aplicação com VANTs/drones ou ainda com sensores comerciais (multiespectrais) instalados em máquinas agrícolas. Aqui foram apresentados os princípios estatísticos que controlam o processo, transformando uma medida física em registro químico (teor de nutrientes), mas há ainda desenvolvimentos pendentes em termos de softwares e equipamentos até atingir estágio de aplicação comercial.

REFERÊNCIAS

AMORIM, F.A.C.; LOBO, I.P.; SANTOS, V.L.C.S.; FERREIRA, S.L.C. Espectrometria de absorção atômica: o caminho para determinações multi- elementares. Química Nova, v. 31, nro. 7, 2008 (<https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000700033>)

BRAMLEY, R.G.V., LE MOIGNE, M., EVAIN, S., OUZMAN, J., FLORIN, L., FADAILI, E.M., HINZE, C.J. AND CEROVIC, Z.G. On-the go sensing of grape berry anthocyanins during

commercial harvest: development and prospect. Australian Journal of Grape and Wine Research, v.17, p.316–326, 2011.

COHEN, M.; MYLAVARAPU, R.S.; BOGREKCI, I.; LEE, W.S.; CLARK, M.W. Reflectance spectroscopy for routine soil analysis. Soil Science 172: 469 - 485, 2007.

CRUZ, L.E.C. da; FILIPPINI-ALBA, J.M.; PILLON, C.N.; PARFITT, J.M.B. Dependência espacial dos atributos químicos do solo em um agroecossistema de arroz irrigado. Pelotas: Embrapa, 2015. 26 p. (Embrapa Clima Temperado, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 224)

DEMATTE J.A.M, DOTTO A.C., PAIVA A.F.S., SATO M.V., DALMOLIN R.S.D., ARAÚJO M.D.S.B. de, SILVA E.B. da, NANNI M.R., TENCATEN A., NORONHA N.C., LACERDA M.P.C., ARAÚJO FILHO J. de, RIZZO R., BELLINASSO H., FRANCELINO M.R., SCHAEFER C.E.G.R., VICENTE L.E., SANTOS U.J. dos, SAMPAIO E.V. de S.B., MENEZES R.S.C., SOUZA J.J.L.L. de, ABRAHÃO W.A.P., COELHO R.M., GREGO C.R., LANI J.L., FERNANDES A.R., GONÇALVES D.A.M., SILVA S.H.G., MENEZES M.D. de, CURI N COUTO E.G., ANJOS L.H.C. dos, CEDDIA M.B., PINHEIRO E.F.M., GRUNWALD S., VASQUES G.M., MARQUES JÚNIOR J., SILVA A.J. da, BARRETO M.C.D.V., NÓBREGA G.N., SILVA M.Z. da, SOUZA S.F. de, VALLADARES GS, VIANA JHM, SILVA TERRA F da, HORÁK-TERRA I, FIORIO P.R., SILVA R.C. da, FRADE JÚNIOR E.F., LIMA R.H.C., ALBA J.M.F., SOUZA JUNIOR V.S. de, BREFIN M.D.L.M.S., RUIVO M.D.L.P., FERREIRA T.O., BRAIT M.A., CAETANO N.R., BRINGHENTI I., MENDES W. de S., SAFANELLI J.L., GUIMARÃES C.C.B., POPPIEL R.R., SOUZA A.B.E.,

QUESADA C.A., COUTO H.T.Z. do. The Brazilian Soil Spectral Library (BSSL): a general view, application and challenges. Geoderma, 2019, p. 1-21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.05.043>

DUCART, D.F.; CRÓSTA, A.P.; SOUZA FILHO, C.R. Alteration Mineralogy at the Cerro La Mina Epithermal Prospect, Patagonia, Argentina: Field Mapping, Short-Wave Infrared Spectroscopy, and ASTER Images. Economic Geology, 105(5): 981 – 992, 2006.

FILIPPINI-ALBA, J.M.; ALCOUVER NETO, A.; DOS SANTOS, H.P.; SANDRINI, W.C. Caracterização espectral por radiometria de minerais e rochas sedimentares. Pelotas: Embrapa, 2006, 12p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, n. 172)

FILIPPINI-ALBA, J.M.; CRUZ, L.E.C. da; DUCATI, J.R.; CUNHA, H.N. da; DOMINGUES, J.M.M. Processing spectroradiometry data for simulation of soil physicochemical parameters. *International J. of Development Research*, v. 09, issue, 08, pp. 28875-28880, August, 2019

FILIPPINI-ALBA, J.M.; FLORES, C.A.; GARRASTAZÚ, M.C.; SANDRINI, W.C. Uso da Espectrorradiometria no Mapeamento de Solos: Estudo de Caso na Estação Experimental Terras Baixas. Embrapa: Embrapa, 2007, 28p. (Clima Temperado, Documentos 209).

FILIPPINI-ALBA, J. M.; ZANELLA, M.A. Revisão e processamento de informações sobre agricultura de precisão no Brasil. Pelotas: Embrapa, 2016. 20 p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos 416).

GE, Y.; THOMASSON, A.; SUI, R. Remote sensing of soil properties in precision agriculture: A review. *Frontier Earth Science*, v. 5 (3), p. 229 – 238, 2011.

JÖRESKOG, K.G.; KLOVAN, J.E.; REYMENT, R.A. *Geological Factor Analysis*. Amsterdam: Elsevier Pub. Co., 1976, 178p.

JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R.Y. Uso de veículos aéreos não tripulados em agricultura de precisão. In: Bernardi, A.C.de C.; Naime, J. de M.; Resende, A.V. de; Bassoi, L.H.; Inamasu, R.Y. ed. *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 109-134.

KAPP Jr., C.; GUIMARÃES, A.M.; CAIRES, E.F. Use of active canopy sensors to discriminate wheat response to nitrogen fertilization under no-tillage. *Eng.Agríc. (Jaboticabal)* v.36, no.5, Set/Oct 2016

KARDEVÁN, P. Reflectance spectroradiometer – a new tool for environmental mapping. *Carpth. J. Earth Environ. Sc.*, v. 2, p. 29-38, 1997.

LEE, W.S.; SANCHEZ, J.F.; MYLAVARAPU, R.S.; CHOE, J.S. Estimating

chemical properties of Florida soils using spectral reflectance. *Am. Soc. Agricultural Engineers* v. 46, p. 1443-1453, 2003.

MOREIRA, M.A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 320 p.

NOCITA, M.; STEVENS, A.; NOON, C.; WESMAEL, B. van. Prediction of soil carbon for different levels of soil moisture using Vis-NIR spectrometry. *Geoderma* 199: 37-42, 2013.

OLLINGER, S.V. Sources of variability in canopy reflectance and the convergent properties of plants. *New Phytologist* 189: 375-394, 2011.

RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L. S.; COELHO, A. M.; CORAZZA, E. J.; VILELA, M. F.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; BASSOI, L. H.; NAIME, J. M. Agricultura de Precisão no Brasil: Avanços, Dificuldades e Impactos no Manejo e Conservação do Solo, Segurança Alimentar e Sustentabilidade. Embrapa Milho e Sorgo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. *Novos caminhos para agricultura conservacionista no Brasil: anais*. Teresina: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010. 1 CD-ROM.

ROSSEL, R.A.V.; WALVOORT, D.J.J.; McBRATNEY, A.B.; JANIK, L.J.; SKJEMSTAD, J.O. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma* 133:59-75, 2006.

SELIGE, T.; BÖHNER, J.; SCHMIDHALTER, U. High resolution topsoil mapping using hyperspectral image field data in multivariate regression modeling. *Procedures. Geoderma* 136: 235-244, 2006.

STAFFORD, J. V. Implementing precision agriculture in the 21st century. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 76, n. 3, p. 267-275, 2000.

Zhang, N.; Wang, M.; Wang N. Precision Agriculture – a worldwide overview. *Computer and Electronics in Agriculture*, v. 36, issue 2-3: 113-132, 2002.

VENDRAME, P.R.S.; MARCHÃO, R.L.; BRUNET, D.; BECQUER, T. The potential of NIR spectroscopy to predict soil texture and mineralogy in Cerrado Latosols. J. Soil Sc. 63: 743-753, 2012.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de.(Ed.). Atlas climático da região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

IMPLICAÇÕES NOS PICOS DE VAZÃO PERANTE AS ALTERAÇÕES NO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

Wagner Aguiar

RESUMO

As alterações no Código Florestal Brasileiro abrandam os critérios de recuperação e conservação das áreas de preservação permanente (APPs), potencializando os processos relacionados ao escoamento superficial. Este trabalho tem por objetivo, compreender os efeitos das alterações nos critérios de classificação de APPs, instituídas pelo novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), em detrimento a antiga norma (Lei 4.771/1965), perante a resposta do escoamento superficial na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas nos picos de vazão. Os picos de vazão foram simulados pelo modelo HEC-HMS, em três cenários de uso do solo representativos do uso atual e deste uso com APPs adequadas ao novo e ao antigo Código Florestal, sob sete períodos de retorno de precipitação. Nos cenários propostos, a aplicação do novo Código, em detrimento ao antigo, implicaria na redução das APPs de 44,5% para 13,7% da área total da bacia, tendo como consequência o aumento médio nos picos de vazão em 22,1%, já o cenário adequado à nova norma comparado ao do atual uso do solo, entretanto, não apresentou redução significativa nos picos de vazão. Portanto, comparado aos termos do antigo Código, a nova regra reduziu as APPs em 69,2%, incrementando os picos de vazão em até 30,7%, minimizando assim, as possibilidades legais de mitigação das inundações ao perímetro urbano de Francisco Beltrão-PR.

Palavras-chave: Escoamento Superficial; Legislação Florestal; Simulação Hidrológica, Uso do solo; Rio Marrecas.

1. INTRODUÇÃO

O Código Florestal Brasileiro instituído pela Lei 4.771 de 1965, quando em vigor regulamentou as atividades de uso do solo no país e esteve adequado ao contexto socioeconômico da década de 1960. A atualização desta norma florestal ao contexto atual, instituída pela Lei 12.651 de 2012, entretanto, alterou diversos aspectos da legislação anterior, dentre eles os critérios de classificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), reduzindo expressivamente a área potencial a ser recuperada por vegetação nativa em todo país (SOARES-FILHO et al., 2014). Estas alterações no uso e na ocupação do solo afetam o ciclo e a disponibilidade das águas, podendo acentuar a ocorrência de desastres naturais e danos ambientais (COUTINHO et al., 2013; LIN et al., 2014; REIS et al., 2015).

A bacia drenada pelo alto vale do rio Marrecas é ocupada em 0,7% de sua área por lâminas d'água, 1,7% por pastagens permanentes, 32,3% por florestas e 65,3% por atividades agrícolas, caracterizando uma forma de produção agrícola familiar (SAVOLDI & CUNHA, 2010). Este modelo de ocupação provocou profundas alterações na paisagem, com a substituição da Floresta Ombrófila Mista pelo uso agrícola (CASSOL & MORAIS, 2014). O uso agrícola por sua vez, pode ter intensificado as recorrentes inundações que afetam o perímetro urbano de Francisco Beltrão-PR, Brasil, em decorrência da remoção da cobertura florestal com maior superfície permeável (COSTA et al., 2012; KIBENA et al., 2014; LOTZ et al., 2017) – tendo em vista que as inundações ao perímetro urbano de Francisco Beltrão são propícias devido ao baixo gradiente topográfico e à alta sinuosidade do rio Marrecas neste trecho, bem como os elevados índices pluviométricos registrados na sua bacia de drenagem. A substituição das florestas por usos antrópicos modifica a dinâmica entre o escoamento superficial e a infiltração, desequilibrando o balanço natural das águas (SURIYA & MUDGAL, 2012). O conhecimento sobre estas alterações no ciclo das águas é essencial à correta gestão dos recursos hídricos, que já conduziram estudos sobre os efeitos da urbanização (DU et al., 2012; SURIYA & MUDGAL, 2012; NIEMI et al., 2017), de diferentes usos do solo (GITHUI et al., 2009; SANYAL et al., 2014; LOTZ et al., 2017; MAYERHOFER et al., 2017), da influência da cobertura vegetal (MARQUES et al., 2007; MU et al., 2015; ZHANG et al., 2015; SILVA et al., 2016; YU et al., 2016), sobre o balanço das águas continentais.

Apesar de várias pesquisas sobre simulações hidrológica de cenários de uso do solo (ALI et al., 2011; DU et al., 2012; SANYAL et al., 2014; LIN et al., 2014; SILVA et al., 2016), alguns com caráter

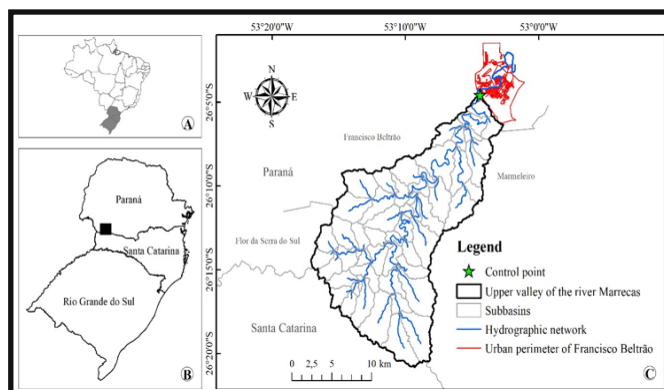
prático na gestão dos recursos hídricos (RAZI et al., 2010; DU et al., 2012; PEREIRA et al., 2014; PONTES et al., 2016; KURTZ et al., 2017), poucos buscaram compreender os impactos do desflorestamento (WAN & YANG, 2007; KALANTARI et al., 2014; ALGEET-ABARQUERO et al., 2015), e raros os que pesquisaram as implicações nos picos de vazão decorrentes das alterações nos limites das APPs instituídos pelo novo Código Florestal Brasileiro.

Diante deste contexto, este estudo tem por objetivo estudar os efeitos das alterações nos critérios de classificação de APPs, instituídas pelo novo Código Florestal, em detrimento à antiga norma, perante a resposta do escoamento superficial na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas nos picos de vazão simulados, conhecimentos que permitirão a compreensão dos efeitos das mudanças no Código Florestal no processo de mitigação das inundações ao perímetro urbano de Francisco Beltrão-PR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

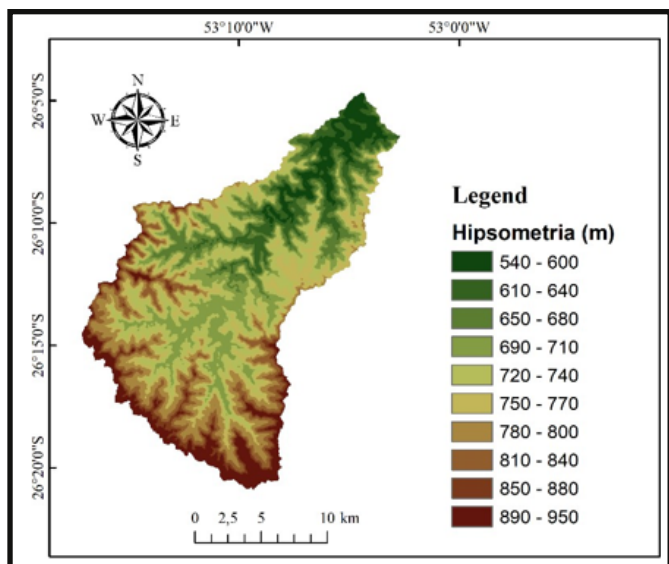
O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Marrecas à montante do perímetro urbano de Francisco Beltrão-PR, no ponto de controle com coordenadas geográficas 26° 04' 53" S e 53° 04' 30" O. A bacia se estende por três municípios paranaenses (Marmeleiro, Flor da Serra do Sul e Francisco Beltrão) (Figura 1).

Figura 1. Distribuição espacial da região do sul do Brasil (A), localização da bacia do rio Marrecas no estado do Paraná (B) e a bacia que drena o alto vale do rio Marrecas subdividida em 59 sub-bacias com a rede de drenagem considerada neste estudo (C).



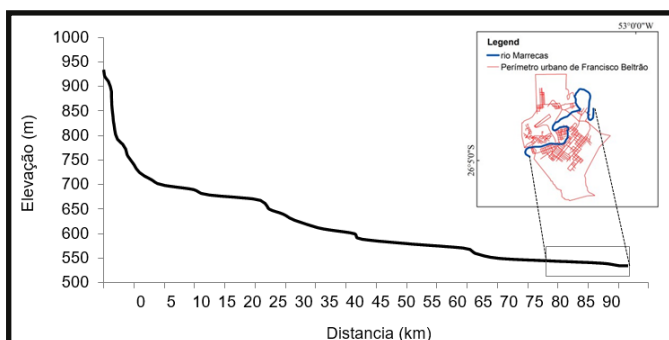
A bacia delimitada pelo alto vale do rio Marrecas considerada neste estudo tem altitudes variando de 950 m próximos aos divisores de água, até 540 m no exutório, com altitude média de 736 m – Figura 2.

Figura 2. Hipsometria do alto vale do rio Marrecas.



O perfil longitudinal do rio Marrecas, considerado neste estudo, apresenta alta declividade, próximo aos divisores de água, diminuindo no sentido de jusante, porém demonstra algumas rupturas de declive de acordo que o fluxo se direciona para o exutório da bacia. Ao atingir o perímetro urbano de Francisco Beltrão o rio Marrecas apresenta baixo gradiente topográfico, com aproximadamente 0,1% de declividade, bem como índice de sinuosidade de 59,3%, classificado como muito sinuoso (Figura 3).

Figura 3. Perfil longitudinal e planimétrico do rio Marrecas a montante do perímetro urbano de Francisco Beltrão.



O ponto de controle no rio Marrecas foi escolhido devido às seguintes características: possuir uma estação fluviométrica (código 65950200/Instituto Águas Paraná); ser ponto de coleta de água pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), para abastecimento público de grande parte da cidade de Francisco Beltrão; e representar o ponto de entrada do rio na área urbana, afetada com frequência por inundações.

As simulações hidrológicas contemplaram o parâmetro de pico de vazão, que é a resposta do escoamento superficial no canal de drenagem, cujo transbordamento para suas margens determina o

momento de máxima ocupação pela inundação. As simulações foram realizadas pelo modelo HEC-HMS 4.1 (SCHARFFENBERG, 2015), que demandou a entrada do modelo da bacia com características físicas da bacia e dos canais, do modelo meteorológico com dados de precipitação e as especificações de controle com os intervalos para obtenção das respostas.

MODELO DA BACIA

As características da bacia e dos canais foram obtidas com auxílio da extensão HEC- GeoHMS (FLEMING & DOAN, 2013), executado pelo programa ArcMap 10.1. O HEC- GeoHMS exige a entrada de um modelo digital de elevação (MDE) e informações dos canais de drenagem, fornecendo dados de escoamento superficial e de propagação da onda de cheia nos canais.

O MDE utilizado neste estudo foi disponibilizado por Valeriano (2004), o qual foi gerado a partir do projeto SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) que advém de cooperação entre a NASA (National Aeronautics and Space Administration) e a NIMA (National Imagery and Mapping Agency), do DOD (Departamento de Defesa) dos Estados Unidos e das agências espaciais da Alemanha e da Itália (VALERIANO & ABDON, 2007), em escala 1:250.000 e em resolução espacial de 30 metros, para todo o estado do Paraná.

Inicialmente com o MDE adicionado no ArcMap 10.1 foi realizada a conversão do sistema de coordenadas do Datum SAD 69 para SIRGAS 2000, com auxílio das ferramentas disponibilizadas na caixa de ferramentas.

Em seguida com auxílio das ferramentas da extensão do HEC-GeoHMS habilitadas no ArcMap, o MDE foi pré-processado para a obtenção das informações físicas da bacia de drenagem. O primeiro passo foi o preenchimento de depressões com a ferramenta "Fill Sinks". Em seguida foram definidas as direções de fluxo de cada pixel do MDE com a ferramenta "Flow Direction". O fluxo acumulado pelo número de células de drenagem a montante a uma dada célula pela ferramenta "Flow Accumulation". A definição de início da drenagem a ser considerada no estudo, que neste caso seguiu a recomendação de acumulação da área mínima de 1% da área total da bacia, determinando o fracionamento da bacia total em sub-bacias, pela ferramenta "Stream Definition"; Divisão dos fluxos de grade em segmentos de fluxo ou junções de fluxo, pela ferramenta "Stream Segmentation"; Criação de uma camada de polígonos das sub-bacias com a ferramenta "Catchment Polygon Processing"; Criação de linhas vetorizadas dos córregos das sub-bacias, com a ferramenta "Drainage Line Processing"; e por fim a agregação

das sub-bacias a montante em cada confluência de fluxo, a fim de melhor desempenho computacional, com a ferramenta “Adjoint Catchment Processing” (FLEMING & DOAN, 2013).

O MDE pré-processado delineou a bacia que drena o alto vale do rio Marrecas a montante do perímetro urbano de Francisco Beltrão-PR, com área de 337,88 km². A bacia foi subdividida em 59 sub-bacias, com intuito de melhor representação espacial dos processos hidrológicos, compostas por uma linha hidrográfica gerada a partir da área mínima de drenagem de 1% da área total, cuja distribuição pode ser observada na Figura 1.

Na sequência com as ferramentas “Project Setup” do HEC-GeoHMS, foram definidos o nome do projeto, a descrição e a definição do ponto de controle ou exutório da bacia a ser considerada no estudo, com auxílio da ferramenta “Add Project Point”, localizado na rede de drenagem, contornando os limites da bacia. Definido o ponto de controle, a ferramenta “Generate Project” gera as camadas pré-processadas para a área da bacia em estudo.

Com as ferramentas da aba “Characteristics”, foram determinados os comprimentos e a declividade dos canais com “River Length” e “River Slope”, respectivamente, a declividade de capa sub-bacia com “Basin Slope”, o percurso mais longo de cada canal para o cálculo do tempo de concentração com “Longest Flow Path”, o centroide das bacias com “Basin Centroid”, a elevação dos centroides com “Centroid Elevation” e o trajeto de centro de gravidade da bacia até o exutório de cada sub-bacia com “Centroidal Longest Flow Path”.

Em “Parameters” foram pré-selecionados no HEC-GeoHMS, os métodos adotados nas simulações dos picos de vazão pelo HEC-HMS, escolhidos com base na disponibilidade de informações sobre os canais de drenagem e a bacia: perdas por infiltração (método “SCS curve number”); transformação de precipitação efetiva em escoamento superficial (método “SCS unit hydrograph”); e propagação da onda no canal (método de “Muskingum-Cunge”). Nesta etapa foram ainda definidas as nomenclaturas das sub-bacia e dos rios, bem como a adição às tabelas de atributos das sub-bacias de informações como abstrações iniciais, número da curva (CN), porcentagem de impermeabilização, tempo de concentração, tempo de retardo – bem como dos canais de drenagem como declividade lateral, largura e coeficiente de rugosidade de Manning.

Os dados de número da curva (CN), que correspondem a um coeficiente de escoamento superficial, para as sub-bacias, foram obtidos pelo confronto de dados de tipo de solo de acordo com o mapeamento realizado pela IAPAR/EMBRAPA (2006), que defi-

niram os grupos hidrológicos de solo e uso do solo, com auxílio da ferramenta “Generante CN Grid” do HEC-GeoHMS.

O uso do solo foi classificado pelo software Spring, com a imagem do satélite CBERS 4, sensor PAN, de 02 de abril de 2016, gerada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), escolhida aleatoriamente. Segmentada com nível de similaridade 10 e área mínima de 25 pixels, os usos foram individualizados pelo classificador Bhattacharya a um limiar de aceitação de 95%. A composição dos usos levou em consideração a chave de classificação forma, cor e textura possíveis de serem identificadas nas imagens.

Três cenários de uso do solo foram gerados: o uso de referência, representativo do uso atual, da imagem de 02 de abril de 2016, denominado “CR”; o CR com APPs adaptadas aos artigos 4º e 61-A do novo Código Florestal (NCF), doravante denominado “CNCF”; e o CR com APPs adaptadas ao artigo 2º do antigo Código Florestal (ACF), doravante denominado “CACF”. Todos os cenários foram gerados no programa ArcMap 10.1.

As adequações das APPs de margens de rios, nascentes e de reservatórios com barramento do canal, ao NCF demandaram informações de tamanhos médios de propriedades rurais, dados levantados em campo, a partir de amostragens aleatórias de cinco propriedades para cada uma das 59 sub-bacias, exigindo também, a classificação dos usos do solo nas APPs definidas pelo Art. 4º, anteriores a 22 de julho de 2008, para definição das “áreas consolidadas em áreas de preservação permanente” estabelecidas pelo Art. 61-A.

As APPs de áreas com declividade de encosta acima de 45º ou 100%, para ambas as normas, foram realizadas através do processamento do MDE no programa ArcMap, que definiu a camada de declividade da bacia com a ferramenta “Slope”, que foi reclassificada identificando as áreas com declividade acima de 45º.

As APPs de topo de morro de acordo com a Lei 12.651/2012 foram realizadas no programa ArcMap 10.1 de acordo com a metodologia descrita por Oliveira (2015); já as APPs de topo de morro definidas pela Lei 4.771/1965 foram desenvolvidas no programa ArcMap 9.3 de acordo com a metodologia descrita por Paluzio et al. (2010).

Os três cenários de uso do solo foram reclassificados em grandezas de CN (“curve number”), de acordo com o recomendado pelo Serviço de Conservação de Solos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-SCS) gerados pelo HEC-GeoHMS. Para isso, os cenários de usos do solo foram cruzados com os grupos hidrológicos de solos

da bacia, sob as condições de umidade antecedente do solo pré-fixada em AMC (Antecedent Moisture Condition) II (USDA, 1986).

Neste estudo para as simulações dos picos de vazão, as APPs, em acordo com os requisitos estabelecidos pelo ACF e pelo NCF, foram consideradas com ocupação por vegetação nativa na região do alto vale do rio Marrecas (Floresta Ombrófila Mista), adotando os valores de CN de cobertura florestal (RODERJAN et al., 2002).

A análise individual das APPs (margens de rios, entorno de nascentes, topos de morro, dentre outras) não levam em consideração as sobreposições de mesmas áreas geradas por diferentes classes de APPs. Portanto, a soma das APPs individualizadas superam os valores das APPs totais adequadas a cada um dos Códigos Florestais.

A propagação da onda de cheia calculada pelo método de “Muskingum-Cunge” exigiu informações de largura, declividade lateral e o coeficiente de rugosidade de Manning (n) dos canais de drenagem. Estes dados foram coletados em campo, por amostragens de três pontos para cada canal componente das 59 sub-bacias, totalizando 177 pontos amostrados.

As ferramentas de “Hidrologic Modeling System – HMS” prepararam os dados processados no HEC-GeoHMS para serem exportados para o HEC-HMS, definindo o sistema de unidades, averiguando as possibilidades de problemas nas camadas e organizando esquematicamente as informações obtidas sobre as características hidrológicas da bacia. Os atributos ou parâmetros de controle das camadas de cada sub-bacia e de cada canal da bacia necessários às simulações hidrológicas podem ser visualizados no Apêndice 1.

MODELO METEOROLÓGICO

As precipitações foram geradas a partir da equação das curvas IDF (intensidade, duração e frequência), proposta por Fendrich (2011) para Francisco Beltrão-PR, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anos. A duração de cada precipitação correspondeu ao tempo de concentração da bacia delimitada pelo alto vale do rio Marrecas, calculada pela fórmula “US Corps of Engineers” (SILVEIRA, 2005), determinada em 810 min e distribuída pelo método dos blocos alternados, com intervalos de 15 min. Os valores e as distribuições das precipitações de projeto obtidas para o referido estudo podem ser verificadas no Apêndice 2.

Os períodos de retorno de precipitação foram definidos, a fim da obtenção de uma boa representação das probabilidades de ocorrência de eventos ex-

tremos, de baixa intensidade, porém com alta frequência, como o período de retorno de 2 anos, até eventos de grande intensidade com baixa frequência de ocorrência, como o de 200 anos. As precipitações foram calculadas com auxílio do programa Excel, cujos resultados tiveram seus valores adicionados no HEC-HMS pelo programa HEC-DSS.

ESPECIFICAÇÕES DE CONTROLE

As especificações de controle determinaram os intervalos das simulações, como data e hora de início e fim. As simulações realizadas neste estudo têm caráter pontual de obtenção dos picos de vazão para cada cenário analisado, fazendo com que os valores adotados tenham intuito apenas de obter todos os detalhes das respostas da bacia sobre a distribuição das vazões. Para isso, entre o início e o fim do processo foram totalizadas 30 h para as simulações de cada tratamento.

SIMULAÇÕES NO HEC-HMS

Com os modelos da bacia e meteorológico adicionados no programa HEC-HMS, bem como definidos os intervalos das simulações nas especificações de controle, na ferramenta “Simulation Run” foram criadas e salvas as combinações de cenários de uso de solo que deram origem aos modelos das bacias, com as probabilidades de precipitação representadas pelos modelos meteorológicos e as especificações de controle.

Posteriormente as simulações foram executadas pela ferramenta “Compute Current Run”, e os resultados averiguados na aba “Simulations Runs”, cujas características dos resultados podem ser observadas no Apêndice 3 deste trabalho: como os hidrogramas de vazão com os hietogramas de chuvas para cada sub-bacia; os hidrogramas do exutório de toda bacia; e as tabelas com informações dos picos de vazão, tempos de pico e volume escoado superficialmente em cada sub-bacia e no exutório bacia.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi distribuído em três tratamentos, representativos dos cenários de ocupação do solo propostos neste trabalho, que compuseram um delineamento em blocos casualizados. A distribuição em blocos se deu devido à necessidade de compreensão das variações nos picos de vazão (variável resposta) gerados em cada tratamento (cenários de uso do solo) em diferentes condições de probabilidade de precipitação. Os tratamentos foram, então, analisados em sete blocos/repetições formados pe-

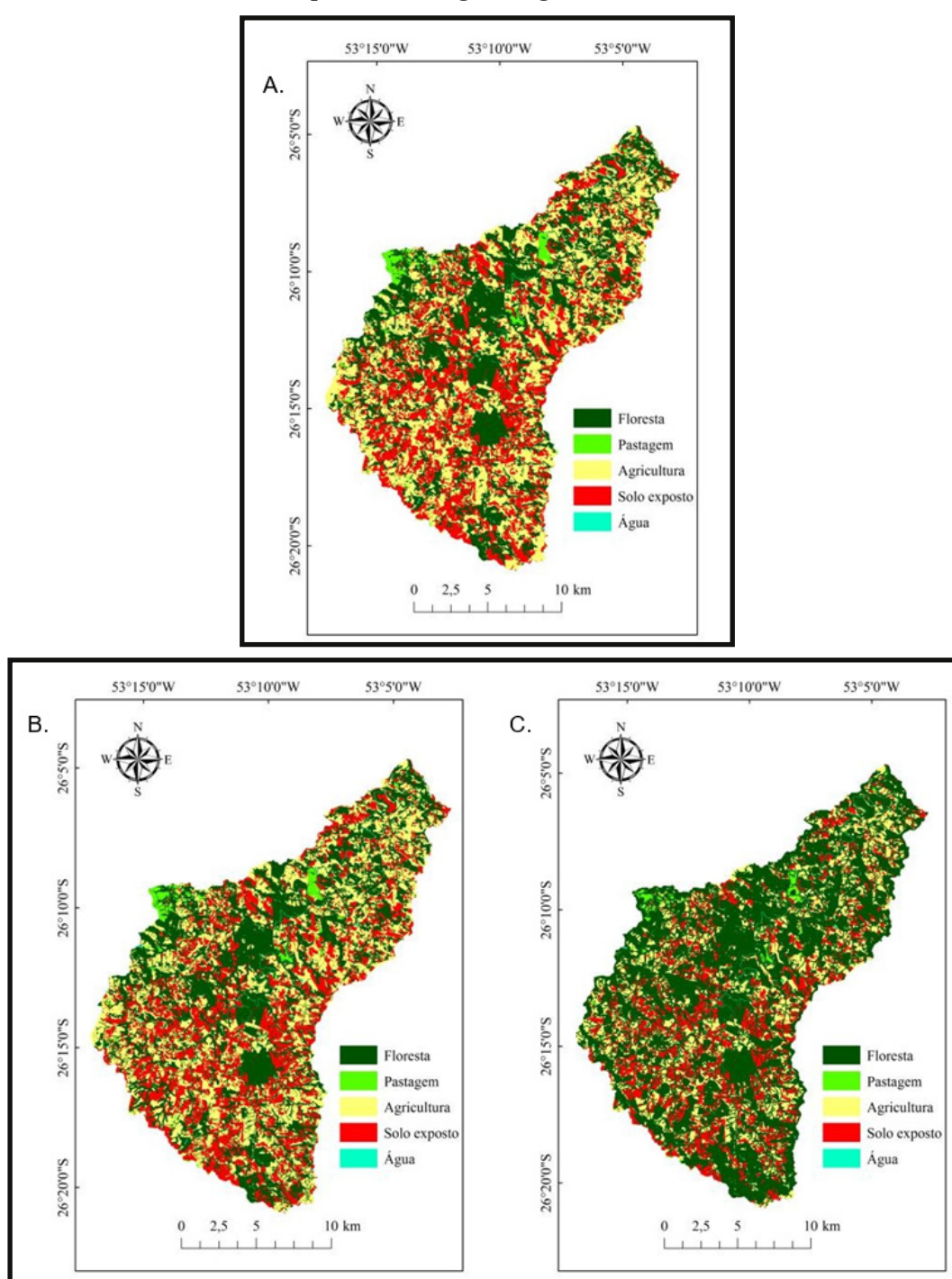
los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anos.

Os resultados de picos de vazão obtidos foram averiguados pela análise de variância (ANOVA) a 5% de significância. Rejeitada a hipótese nula (H_0), seguiram-se as verificações múltiplas de médias em cada tratamento, dois a dois, pelo teste Tukey a 5% de significância. A análise estatística dos resultados foi conduzida pelo programa R, cujos resultados podem ser observados no Apêndice 4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adequação das APPs na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas ao antigo e ao atual Código Florestal revelaram amplas diferenças na ocupação territorial. No CACF as APPs compuseram 44,5% da área total da bacia em estudo (150,4 km²), enquanto no CNCF estas áreas ocuparam 13,7% (46,3 km²). A distribuição espacial dos usos e das ocupações do solo na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas, adequados aos cenários propostos, pode ser observada na Figura 4.

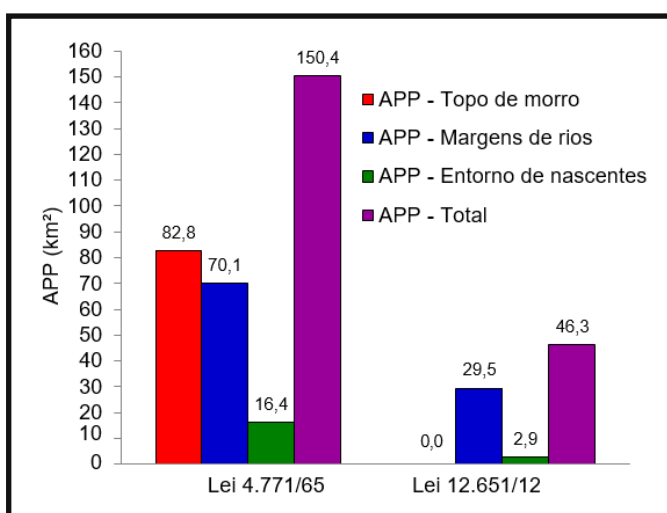
Figura 4. Cenário de uso do solo de referência (A), este cenário com APPs adequadas ao novo Código Florestal (B) e o mesmo cenário com APPs adequadas ao antigo Código Florestal (C).



As expressivas reduções nas APPs no cumprimento das regras do NCF se devem à norma tornar legais áreas consideradas de risco, que eram anteriormente ilegais, fruto da intensa pressão política do setor ruralista, que tinha como intuito ser anistiado das infrações do antigo Código e aumentar a área de exploração (MACCARINI & SILVA, 2016).

Nas averiguações individualizadas das classes de APPs identificadas na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas, a maior discrepância ocorreu nas APPs de topo de morro. Enquanto 82,8 km² foram classificadas como APPs de topo de morro no CACF, nenhuma área compôs estas APPs no CNCF, relação entre o antigo e o novo código florestal, que pode ser observada na Figura 5, que demonstra as variações das demais classes de APPs. As mudanças nos critérios de classificação destas APPs reduziram em 87% a área potencial a ser protegida em morros, montes, montanhas e serras em todo o país (SOARES-FILHO et al., 2014).

Figura 5. Valores comparativos de APPs dos cenários adaptados ao antigo e ao novo Código Florestal.



As alterações instituídas pelo NCF nos critérios de classificação de APPs de topos de morro permitem o uso antrópico destas áreas, afetando drasticamente o comportamento hidrodinâmico e a estabilidade geológica das encostas de dispersão, podendo acentuar inundações e deslizamentos em períodos com grandes volumes de chuva (COUTINHO et al., 2013).

Enquanto as APPs marginais a rios tiveram redução de 70,1 km² para 29,5 km², as APPs responsáveis pela manutenção dos entornos de nascentes encolheram de 16,4 km² para 2,9 km² (Figura 5). A redução nas APPs marginais a cursos d'água, devido à permissão de uso antrópico nestas áreas introduzida pelo Art. 61-A do NCF, é considerada um dos principais retrocessos da instituição na nova regra (BRANCALION et al., 2016), mas pode ser ainda menor de acordo com proposta de alteração da norma florestal

vigente, em trâmite no Congresso Nacional (REIS et al., 2015). As alterações nas regras de classificação das APPs descritas nas disposições transitórias do NCF reduzem em 58% a área potencial a ser recuperada com vegetação nativa no Brasil, em relação aos termos da legislação anterior (SOARES-FILHO et al., 2014).

As modificações na norma florestal não levam em consideração a função da vegetação nativa, na disposição de superfície com maior permeabilidade para interceptação e retardo do escoamento superficial (KIBENA et al., 2014; LOTZ et al., 2017; MAYERHOFER et al., 2017). A Lei do NCF afeta a bacia que drena o alto vale do rio Marrecas, principalmente nos termos do inciso IX do Art. 4º, que dispõe sobre as regras de classificação de APPs de topos de morro, e nos termos do Art. 61-A, que autoriza nas APPs a “continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008”. A utilização antrópica destas APPs potencializa e incrementa os picos de vazão, aumentando a frequência e a gravidade das inundações (COSTA et al., 2012; KALANTARI et al., 2014; SANYAL et al., 2014; ALGEET-ABARQUERO et al., 2015).

Perante as alterações nos critérios de classificação das APPs decorrentes da instituição do NCF, as análises estatísticas comprovaram os supostos impactos da redução da vegetação nativa na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas, sobre a distribuição das vazões, apresentadas na Tabela 1. A hipótese nula (H₀) da ANOVA foi rejeitada a um nível de significância de 5%, indicando que alterações no uso do solo promovem mudanças nos picos de vazão.

Tabela 1. Picos de vazão gerados para os cenários de uso do solo de referência, este uso com APPs adequadas ao novo e ao antigo Código Florestal

Tratamentos (cenários de uso do solo)	Pico de vazão (m³ s ⁻¹)						
	Blocos (períodos de retorno de precipitações em anos)						
	2	5	10	25	50	100	200
Referência*	507,3	728,3	937,4	1295,3	1639,7	2052,0	2543,5
APPs - 12.651/12 ^a	473,8	681,4	891,8	1239,6	1576,3	1980,0	2460,8
APPs - 4.771/65 ^b	362,6	540,5	715,4	1023,8	1318,5	1690,2	2132,9

*Letras iguais representam igualdade estatística entre os picos de vazão gerados pelos cenários de uso do solo, dois a dois pelo teste Tukey a 5% de significância.

As análises múltiplas de médias dos picos de vazão pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% revelaram diferenças significativas entre os picos de vazão gerados pelo CACF com os produzidos pelos CNCF e CR – não demonstrando, entretanto, diferenças significativas entre os picos de vazão gerados pelos CNCF e CR.

As interpretações estatísticas confirmam a influência exercida pela cobertura vegetal sobre a distribuição

das vazões. Os picos de vazão gerados pelo CNCF e pelo CR tiveram acréscimos significativos, ao nível de 5% pelo teste de Tukey, comparados aos picos de vazão produzidos pelo CACF. Porém, não foram observadas reduções significativas nos picos de vazão produzidos pelo CNCF com relação ao CR, indicando que a adequação das APPs ao NCF não difere significativamente do cenário representativo do atual uso do solo, no que concerne à retenção do escoamento superficial.

A substituição das florestas nas APPs na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas por usos antrópicos aumenta o escoamento superficial e as perdas de solo, pela redução da transpiração e da interceptação da vegetação (GITHUI et al., 2009; ZHANG et al., 2015; EUM et al., 2016; SILVA et al., 2016; LOTZ et al., 2017). O cultivo agrícola moderno, principal substituto da cobertura florestal, compacta os horizontes de solo devido principalmente ao tráfego de máquinas agrícolas, reduzindo as taxas de infiltração e aumentando a densidade aparente, tendo como consequência o aumento do escoamento superficial (ANKENY et al., 1990; ABU-HAMDEH, 2003; GÓMEZ-RODRÍGUEZ et al., 2013; FEITOSA et al., 2015; SILVA WM et al., 2016).

O aumento percentual médio nos picos de vazão gerados pelo CNCF, comparados aos produzidos pelo CACF, foi de 22,1%, podendo chegar a 30,7% para o período de retorno de maior frequência, de 2 anos. Considerando a ocorrência registrada de quatro eventos de inundações ao perímetro urbano de Francisco Beltrão-PR, nos últimos 5 anos, este último percentual pode melhor representar o aumento nos picos de vazão para este período, decorrente da instituição da nova norma florestal em detrimento ao antigo Código.

4. CONCLUSÕES

As regras do novo Código Florestal reduzem em 69,2% as APPs, com potencial recuperação por vegetação nativa na bacia que drena o alto vale do rio Marrecas, comparado às condições do antigo Código. Em resposta a esta potencial redução na cobertura por vegetação nativa, os picos de vazão simulados tiveram acréscimo de até 30,7%, para a precipitação com período de retorno de 2 anos. As igualdades estatísticas entre os picos de vazão gerados pelo CNCF e pelo CR induzem à reflexão de que as alterações no Código Florestal minimizam as possibilidades legais de mitigação das inundações ao perímetro urbano de Francisco Beltrão-PR, reforçando as hipóteses de que decisões políticas são tomadas sem a devida cautela sobre seus reais impactos no ambiente.

Agradecimentos

Pelos apoios diversos para o desenvolvimento desta pesquisa da UTFPR-FB (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Francisco Beltrão), do PGEAGRI (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIOESTE, Câmpus de Cascavel), da Fundação Araucária, da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), do 3º Subgrupamento de Bombeiros Independente do Corpo de Bombeiros do Paraná e do Laboratório de Geoprocessamento da UNIOESTE, Câmpus de Francisco Beltrão.

REFERÊNCIAS

ABU-HAMDEH NH (2003) Compaction and subsoiling effects on corn growth and soil bulk density. *Soil Science Society of America Journal* 67(4):1213-1219. DOI: <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2003.1213>

ALGEET-ABARQUERO N, MARCHAMALO M, BONATTI J, FERNÁNDEZ-MOYA J, MOUSSA R (2015) Implications of land use change on runoff generation at the plot scale in the humid tropics of Costa Rica. *Catena* 135:263-270. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.08.004>

ALI M, KHAN SJ, ASLAM I, KHAN Z (2011) Simulation of the impacts of land-use change on surface runoff of Lai Nullah Basin in Islamabad, Pakistan. *Landscape and Urban Planning* 102:271-279. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2011.05.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.05.006)

ANKENY MD, KASPAR TC, HORTON R (1990) Characterization of tillage and traffic effects on unconfined infiltration measurements. *Soil Science Society of America Journal* 54(3):837-840. DOI: <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1990.03615995005400030037x>

BRANCALION PHS, GARCIA LC, LOYOLA R, RODRIGUES RR, PILLAR VD, LEWINSOHN TM (2016) Análise crítica da Lei de proteção da vegetação nativa (2012), que substituiu o antigo código florestal: atualizações e ações em curso. *Natureza & Conservação* 14: e1-e16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.004>

CASSOL HLG, MORAES EC (2014) Recorte municipal do sudeste e sudoeste paranaense: relação entre os fatores sociais e econômicos com o desflorestamento na Floresta Ombrófila

Mista? Revista Espinhaço 3(1):43-61.

COSTA J, COSTA A, POLETO C (2012) Telhado verde: redução e retardo do escoamento superficial. Revista de estudos ambientais (Online) 14(2esp): 50-56.

COUTINHO MP, MEDEIROS JD, SORIANO É, LONDE LR, LEAL PJD, SAITO SM (2013) O Código Florestal Atual (Lei Federal nº 12.651/2012) e suas implicações na prevenção de desastres naturais. Sustentabilidade em Debate 4(2):237-256.

DU J, QIAN L, RUI H, ZUO T, ZHENG D, XU Y, XU C-Y (2012) Assessing the effects of urbanization on annual runoff and flood events using an integrated hydrological modeling system for Qinhua River basin, China. Journal of Hydrology 464-465:127-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.06.057>

EUM H-I, DIBIKE Y, PROWSE T (2016) Comparative evaluation of the effects of climate and land-cover changes on hydrologic responses of the Muskeg River, Alberta, Canada. Journal of Hydrology: Regional Studies 8:198-221. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2016.10.003>

FEITOSA JR, FERNANDES HC, TEIXEIRA MM, CECON PR (2015) Influência da pressão interna dos pneus e da velocidade de deslocamento nos parâmetros operacionais de um trator agrícola e nas propriedades físicas do solo. Engenharia Agrícola 35(1):117-127. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n1p117-127/2015>

FENDRICH R (2011) Chuvas intensas para obras de drenagem no Estado do Paraná. 3. ed. ampl. Curitiba, O Autor. 89p.

FLEMING MJ, DOAN JH (2013) HEC-GeoHMS: Geospatial Hydrologic Modeling Extension, User's Manual, Version 10.1. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. Available: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-geohms/documentation/HEC-GeoHMS_Users_Manual_10.1.pdf. Accessed Sep 14, 2015.

GITHUI F, MUTUA F, BAUWENS W (2009) Estimating the impacts of land-cover change on runoff using the soil and water assessment tool (SWAT): case study of Nzoia catchment, Kenya. Hydrological Sciences Journal

54(5):899-908. DOI: <http://dx.doi.org/10.1623/hysj.54.5.899>

GÓMEZ-RODRÍGUEZ K, CAMACHO-TAMAYO JH, VÉLEZ-SÁNCHEZ JE (2013) Changes in water availability in the soil due to tractor traffic. Engenharia Agrícola 33(6):1156-1164. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162013000600008>

PARANÁ: Carta de solos do estado do Paraná. Curitiba: IAPAR/EMBRAPA, 2006. 50 – 22 – Y – A – MIR-516. Escala 1:210.000

KALANTARI Z, LYON SW, FOLKESON L, FRENCH HK, STOLTE J, JANSSON PE, SASSNER M (2014) Quantifying the hydrological impact of simulated changes in land use on peak discharge in a small catchment. Science of the Total Environment 466-467:741-754. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.047>

KIBENA J, NHAPI I, GUMINDOGA W (2014) Assessing the relationship between water quality parameters and changes in land use patterns in the Upper Manyame River, Zimbabwe. Physics and Chemistry of the Earth 67-69:153-163. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2013.09.017>

KURTZ W, LAPIN A, SCHILLING OS, TANG Q, SCHILLER E, BRAUN T, HUNKELER D, VEREECKEN H, SUDICKY E, KROPF P (2017) Integrating hydrological modelling, data assimilation and cloud computing for real-time management of water resources. Environmental Modelling & Software 93:418-435. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.03.011>

LIN K, LV F, CHEN L, SINGH VP, ZHANG Q, CHEN X (2014) Xinanjiang model combined with Curve Number to simulate the effect of land use change on environmental flow. Journal of Hydrology 519: 3142-3152. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.10.049>

LOTZ T, OPP C, HE X (2017) Factors of runoff generation in the Dongting Lake basin based on a SWAT model and implications of recent land cover change. Quaternary International 434:1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.03.057>

MACCARINI TB, SILVA AA (2016) relação entre o código florestal brasileiro e os desastres naturais. Revista Ordem Pública 9(1):223-233.

MARQUES MJ, BIENES R, JIMÉNEZ L, PÉREZ-RODRÍGUEZ R (2007) Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events. Rainfall simulation over USLE plots. *Science of the Total Environment* 378:161-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.01.043>

MAYERHOFER C, MEIßL G, KLEBINDER K, KOHL B, MARKART G (2017) Comparison of

the results of a small-plot and a large-plot rainfall simulator – Effects of land use and land cover on surface runoff in Alpine catchments. *Catena* 156:184-196. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2017.04.009>

MU W, YU F, LI C, XIE Y, TIAN J, LIU J, ZHAO N (2015) Effects of rainfall intensity and slope gradient on runoff and soil moisture content on different growing stages of spring maize. *Water* 7: 2990-3008. DOI:10.3390/w7062990

NIEMI TJ, WARSTA L, TAKA M, HICKMAN B, PULKKINEN S, KREBS G, MOISSEEV DN, KOIVUSALO H, KOKKONEN T (2017) Applicability of open rainfall data to event-scale urban rainfall-runoff modelling. *Journal of Hydrology* 547:143-155. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.056>

OLIVEIRA GC (2015) Precisão de modelos digitais de terreno, mapeamento automático de APPs em topos de morros e a eficácia do novo Código Florestal. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas.

PEREIRA DR, MARTINEZ MA, ALMEIDA AQ, PRUSKI FF, SILVA DD, ZONTA JH (2014) Hydrological simulation using SWAT model in headwater basin in Southeast Brazil. *Engenharia Agrícola* 34(4):789-799. DOI: dx.doi.org/10.1590/S0100-69162014000400018

PONTES LM, VIOLA MR, SILVA MLN, BISPO DFA, CURI N (2016) Hydrological modeling of tributaries of Cantareira system, Southeast Brazil, with the SWAT model. *Engenharia Agrícola* 36(6):1037-1049. DOI: dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n6p1037-1049/2016

RAZI MAM, ARIFFIN J, TAHIR T, ARISH AM (2010) Flood estimation studies using hydrologic modeling system (HEC-HMS) for Johor

River, Malaysia. *Journal of Applied Sciences* 10:930-939. DOI: dx.doi.org/10.3923/jas.2010.930.939

REIS LC, REIS TES, SAAB OJGA, REIS AS, BATISTA BG (2015) Código Florestal Brasileiro: Impactos econômicos e sociais no município de Bandeirantes-PR. *Engenharia Agrícola* 35(4):778-788. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n4p778-788/2015>

RODERJAN CV, GALVÃO F, KUNIYOSHI YS, HATSCHBACH GG (2002) As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência e Ambiente* 24(1):75-42.

SANYAL J, DENSMORE AL, CARBONNEAU P (2014) Analysing the effect of land-use/cover changes at sub-catchment levels on downstream flood peaks: a semi-distributed modelling approach with sparse data. *Catena* 118:28-40. DOI: 10.1016/j.catena.2014.01.015

SAVOLDI A, CUNHA LA (2010) Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná na década de 1970. *Revista Geografar* 5(1):25-45.

SCHARFFENBERG WA (2015) Hydrologic Modeling System HEC-HMS, User's Manual, Version 4.1. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. Available: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Users_Manual_4.1.pdf. Accessed Sep 21, 2015.

SILVA WM, BIANCHINI A, CUNHA CA (2016) Modeling and correction of soil penetration resistance for variations in soil moisture and soil bulk density. *Engenharia Agrícola* 36(3):449- 459. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p449-459/2016>

SILVA VPR, SILVA MT, SOUZA EP (2016) Influence of land use change on sediment yield: a case study of the sub-middle of the São Francisco river basin. *Engenharia Agrícola* 36(6):1005- 1015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n6p1005-1015/2016>

SILVEIRA ALL (2005) Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 10(1):5-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1545-87582005000010005>

org/10.21168/rbrh.v10n1.p5-29

SOARES-FILHO B, RAJÃO R, MACEDO M, CARNEIRO A, COSTA W, COE M,

RODRIGUES H, ALENCAR A (2014) Cracking Brazil's Forest Code. *Science* 344:363-364. DOI: 10.1126/science.1246663

SURIYA S, MUDGAL BV (2012) Impact of urbanization on flooding: The thirusoolam sub watershed – A case study. *Journal of Hydrology* 412-413:210-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.05.008>

USDA – United States Department of Agriculture (1986) Natural Resources Conservation Service. Urban Hydrology for Small Watersheds. In: TR-55. 2. ed. Available: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprd1044171.pdf. Accessed Aug 17, 2016.

VALERIANO MM (2004) Modelo Digital de Elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

VALERIANO MM, ABDON MM (2007) Aplicação de Dados SRTM a estudos do Pantanal. *Revista Brasileira de Cartografia* 59(1):63-71.

WAN R, YANG G (2007) Influence of land use/cover change on storm runoff - a case study of Xitiaoxi River Basin in upstream of Taihu Lake watershed. *Chinese Geographical Science* 17(4):349-356. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11769-007-0349-6>

YU Y, LOISKANDL W, KAUL H-P, HIMMELBAUER M, WEI W, CHEN L, BODNER G (2016) Estimation of runoff mitigation by morphologically different cover crop root systems. *Journal of Hydrology* 538:667-676. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.04.060>

ZHANG L, WANG J, BAI Z, LV C (2015) Effects of vegetation on runoff and soil erosion on reclaimed land in an opencast coal-mine dump in a loess area. *Catena* 128:44-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.01.016>

Robson José de Oliveira

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2002), mestrado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2004) e doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2008). Atualmente é professor associado I da Universidade Federal do Piauí/CTT em Teresina -PI. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Legislação Florestal, Colheita, Estradas e Transportes Florestais, atuando principalmente nos seguintes temas: estradas, transportes, estabilização, pavimentação, redes neurais artificiais, ferramentas computacionais aplicadas ao setor florestal, logística, política e legislação ambiental, avaliação de impactos ambientais, perícia ambiental, educação ambiental, colheita florestal, ergonomia, qualidade, gestão de projetos, ética e deontologia.



editora científica





ISBN 978-658719616-9



9

786587

196169



editora científica