



Organizadores:
Camila Pinheiro Nobre
Anna Christina Sanazario de Oliveira

Estudos ambientais e agronômicos

Resultados
para o
Brasil

2020



4
Volume

**CAMILA PINHEIRO NOBRE
ANNA CHRISTINA SANAZARIO DE OLIVEIRA
(Organizadores)**

**ESTUDOS AMBIENTAIS E
AGRONÔMICOS
RESULTADOS PARA O BRASIL**

VOLUME 4

**EDITORA PASCAL
2020**

2020 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho

Dr^a. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr^a. Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82ca4

Coletânea Estudos Ambientais e Agronômicos: resultados para o Brasil / Camila Pinheiro Nobre e Anna Christina Sanazario de Oliveira (Org). São Luís - Editora Pascal, 2020.

289 f. : il.: (Estudos Ambientais e Agronômicos; v. 4)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-24-3

D.O.I.: 10.29327/522597

1. Estudos Ambientais. 2. Estudos Agronômicos. 3. Miscelânea. I. Nobre, Camila Pinheiro e Oliveira, Anna Christina Sanazario de.

CDU: 82-8

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

2020

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

APRESENTAÇÃO

Convido ao leitor perfazer o caminho dos 20 trabalhos científicos presentes neste quarto volume intitulado “Estudos Ambientais e Agronômicos”. Trabalhos esses de diferentes grupos de pesquisas de diversas regiões do Brasil, onde os autores mostram os seus resultados e conclusões percorrendo em diferentes subáreas das Ciências Ambientais e das Ciências Agrárias.

Durante a leitura pode-se constatar que entre os temas estão análise de combustíveis, sensoriamento remoto, manejo agrícola, fisiologia e anatomia animal, saneamento ambiental, estudo hídrico, marketing verde, fisiologia vegetal, gestão e educação ambiental, processamento de alimentos. Contribuindo com diferentes subáreas das duas grandes áreas contempladas.

Destaca-se a importância destas pesquisas, principalmente, no que tange a sustentabilidade, no sentido de mitigar problemas ambientais e agronômicos. Trabalhos, com este cunho, sempre serão bem-vindos, já que a sustentabilidade não apenas favorece o meio ambiente, como também contribui para o aumento da produtividade das empresas e diminuindo gastos.

No mais, desejamos a você uma boa leitura!

Camila Pinheiro Nobre

Anna Christina Sanazário de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 10

USO DE LAMINOCULTIVOS NA AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM COMBUSTÍVEIS ESTOCADOS

Cristiane Santos Barbosa

Paula Fiori

Alexandre Meneghello Fuentefria

Roberta Teixeira Miranda

Sérgio Luiz Camacho Viscardi

Fátima Menezes Bento

CAPÍTULO 2 28

APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO DIAGNÓSTICO ESPAÇO - TEMPORAL DAS QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE GARRAÃO DO NORTE/PA

Gabriel Garreto dos Santos

João Paulo Ferreira Neris

Ítala Duam Souza Narusawa

Maciel Garreto dos Santos

Tatiana Pará Monteiro de Freitas

CAPÍTULO 3..... 42

MARKETING VERDE NO PROCESSO DE GESTÃO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Carmino Hayashi

João Paulo Moraes Rabelo

Diego de Souza Sardinha

CAPÍTULO 4..... 56

EFEITO DE PLANTAS FITORREMEDIADORAS SOBRE A RESPIRAÇÃO BASAL DO SOLO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

Wanessa Almeida da Silva

Thiago Lacerda dos Santos

Ronierix Ribeiro de Souza

Thais dos Santos Rodrigues

Thales Roberto Brandão Malheiros Almeida

Vitória Oliveira Andrade

Cristiane Nair Fabricio Nunes

Alberto do Nascimento Silva

CAPÍTULO 5..... 65

EFEITO DE DIFERENTES COBERTURAS MORTA VEGETAL SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DA CENOURA E NO CONTROLE DE ERVAS ESPONTÂNEAS

Ivanessa Ramos

Maria da Soledade Reis Santos

Marcos da Costa Teixeira

Loraine de Oliveira Lauris dos Santos Lima

Sandra Maria Cruz Nascimento

CAPÍTULO 6..... 73

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA TEMÁTICA "RECURSOS HÍDRICOS" NA ESCOLA DE ENSINO TÉCNICO DO ESTADO DO PARÁ DE VIGIA DE NAZARÉ

Waddle Almeida Nascimento

João de Athaydes Silva Junior

CAPÍTULO 7..... 89

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO IRRIGADO E PRODUÇÃO DE SILAGEM SOB DOSES NITROGENADAS

Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

Arthur Carniato Sanches

Débora Pantojo de Souza

Danielle Morais Amorim

Monalisa Soares Costa

Jéssica Garcia Nascimento

Jhon Lennon Bezerra da Silva

Cristiane Fernandes Lisboa

Adriano Bicioni Pacheco

CAPÍTULO 8..... 103

TOXICIDADE POR CONTATO DO COMPOSTO GERANIOL SOBRE *Sitophilus zeamais* EM MILHO

André Oliveira Conceição

Ana Caroline Santos de Sousa

Daniele Muniz dos Reis

Douglas Rafael e Silva Barbosa

Evilásio dos Santos Cardoso Júnior

Geraldo de Oliveira Sobrinho Júnior

Wanderson Luis da Silva Anjos

Danielma dos Santos Moreira

Antônio Breno Costa Nascimento

Dayvid Rafael Araújo Mendes

CAPÍTULO 9 111

DETERMINAÇÃO DE METAIS PESADOS NA ÁGUAS DO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ (FORTALEZA-CE)

Ana Lúcia Eufrazio Romão
Aristides Pavani Filho
Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu
Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães
Rivelino Martins Cavalcante
Elini Alves Oliveira de Sousa
Carlucio Roberto Alves

CAPÍTULO 10..... 125

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS - MA

Jacyara Garcia Gomes
Lucas Andrade Mello
Claudemir Gomes de Santana

CAPÍTULO 11 136

LEVANTAMENTO DE ASPECTOS AMBIENTAIS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS EM MUNICÍPIOS DO PONTAL DO TRIÂNGULO MINEIRO COM A FERRAMENTA MAPEAMENTO PARTICIPATIVO

João Lemes Peçanha Neto
Paula de Aguiar Silva
Bárbara Cristina Guerra Curti
Maria Eduarda da Silva
Armando Castello Branco Junior

CAPÍTULO 12..... 144

EFEITO DO AMBIENTE SOBRE AS RESPOSTAS FISOLÓGICAS E TEMPERATURA CORPORAL DE CAPRINOS LEITEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO QUIRERA DE ARROZ EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO

Gutemberg Cavalcante dos Santos
Aldivan Rodrigues Alves
Marília da Silva Cruz
Jefferson Thiago Pinto de Sousa
Bruna Dutra da Silva
Andreia Freitas de Oliveira
José Flavio Ferreira de Oliveira
Maria Veronica Meira de Andrade
Vandenberg Lira Silva
Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos

CAPÍTULO 13 153

DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO NAS COMUNIDADES ARIENGA E CRUZEIRO NO MUNICÍPIO DE BARCARENA, PARÁ

Gabriely Serrão Freire
Antônio Anízio Leal Macedo Neto
Lilianne Fontel Cunha
Marcos André Piedade Gama
Gilson Sergio Bastos de Matos

CAPÍTULO 14..... 162

CONSÓRCIO DO FEIJÃO COMUM E DA MAMONA - OTIMIZAÇÃO DO USO AGRÍCOLA E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS: UMA REVISÃO

Cristiane Fernandes Lisboa
Itamar Rosa Teixeira
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus
Adriano Bicioni Pacheco
Arthur Carniato Sanches
Débora Pantojo de Souza
Timóteo Herculino da Silva Barros
Jhon Lennon Bezerra da Silva
Monalisa Soares Costa
Francisco Edson Paulo Ferreira

CAPÍTULO 15..... 180

ADUBAÇÃO FOLIAR MISTA: INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE FINAL DA CULTURA DO MILHO

Emmanuel Zullo Godinho
Emerson Toshiharo Tanoue Gibbert

CAPÍTULO 16..... 189

RENDIMENTO PRODUTIVO DA SOJA CULTIVADA ENTRE RENQUES DE EUCALIPTO NO TERCEIRO ANO DE UM SISTEMA ILPF

Roberto Dias Marinho
Amanda Bonifacio Maciel
André Luiz da Silva Baia
Gisely Cristina da Silva
Ernando Balbinot
Fabiano Gama de Sousa
Rafael Henrique Pereira Reis
Dany Roberta Marques Caldeira

CAPÍTULO 17..... 197

ELABORAÇÃO E ACEITABILIDADE DE PÃO DE CENOURA ENRIQUECIDO COM FERRO

Jessica da Silva Lima
Isabel dos Anjos Meira
Karen Alves Mendanha
Eliane Maria Pinheiro
Vanderson Vasconcelos Dantas

CAPÍTULO 18 204

TEMPERO DESIDRATADO DE COGUMELO SHIITAKE (L. EDODES)

Larissa Fontolan Bonatti
Norberto Pelentir
Rafael Rodrigues Silverio Leite

CAPÍTULO 19..... 223

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ANATÔMICO E FUNCIONAL DOS MÚSCULOS DA REGIÃO SURAL EM MAMÍFEROS

Ronnie Von Mateus Ferreira
Marcelo Fernandes de Souza Castro

CAPÍTULO 20..... 243

ESTOCAGEM DE FERTILIZANTES SOB ASPECTO AMBIENTAL

Cristiane Sonia Arroyo
Lesley Carina do Lago Attadia Galli
Glaucia Aparecida Prates
Antonio Francisco Savi
Eliene Martins Rodrigues

AUTORES 261

ORGANIZADORAS..... 288

CAPÍTULO 1

USO DE LAMINOCULTIVOS NA AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM COMBUSTÍVEIS ESTOCADOS

USE OF DIPLSLIDES ON EVALUATION OF MICROBIAL CONTAMINATION
IN FUEL STORAGED

Cristiane Santos Barbosa

Paula Fiori

Alexandre Meneghello Fuentefria

Roberta Teixeira Miranda

Sérgio Luiz Camacho Viscardi

Fátima Menezes Bento

Resumo

O monitoramento da contaminação microbiana durante o armazenamento de combustíveis pode informar sobre as condições do tanque, sendo considerada uma estratégia de controle e prevenção da biodeterioração. Os laminocultivos são utilizados em muitas áreas e nas indústrias, com aplicações que vão desde a área médica (detecção de bactérias na urina), hospitalar e tratamento de água. Os laminocultivos são lâminas com duas faces contendo meios de cultivo, capazes de estimar a contaminação microbiana de meios aquosos e oleosos. Dependendo do meio de cultivo, pode-se estimar diferentes microrganismos como fungos filamentosos, leveduras e bactérias. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de laminocultivos (produzidos no Brasil) designados para o crescimento de bactérias e de fungos (filamentoso e leveduriforme) na detecção de microrganismos deteriogênicos de diesel e biodiesel. Foram realizados ensaios para verificar a sensibilidade quantitativa dos laminocultivos frente à metodologia tradicional de contagem em placa, com amostras aquosas e oleosas de microcosmos montados com biodiesel puro (B100) e com a mistura B10. Na etapa de estimativa com as amostras aquosas, os resultados obtidos com os laminocultivos foram comparáveis ao método padrão de contagem para os microrganismos *Bacillus pumilus*, *Candida silvicola* e *Paecilomyces variotti*. O volume de 5 mL com a solução de Tween 80 na concentração de 0,01% foi selecionado e mostrou resultados satisfatórios na estimativa da mistura B10 avaliada.

Palavras chave: kits, monitoramento, microrganismos; diesel; biodiesel; tanque de estocagem

Abstract

The monitoring of microbial contamination during fuel storage time can inform about the tanks conditions, being considered a strategy for the control and prevention of fuel biodeterioration. Dipslides are used in many fields and industries that go from hospitals to water treatment and cooling systems. Dipslides consist of two layers of agar attached to each side of a plastic paddle that is submerged inside a clear tube that holds the liquid sample. The agar media can be customized to target different microorganisms, such as filamentous fungi; yeasts and bacteria. The goal of this study was evaluate the use of dipslides (designed in Brazil) to evaluate fuel deteriogetic microorganisms in diesel and biodiesel Tests were carried out to compare dipslide quantitative sensitivity against a traditional plate counting agar using oily and aqueous samples from a microcosms with pure biodiesel (B100) and B10 blend. In the first part with aqueous sample, the results obtained with dipslides were comparable to the standart methos of counting with microorganisms *Bacillus subtilis*, *Candida silvicola*, *Paecilomyces variotti*. It was chosen the volume of 5 mL of Tween 80 the diluent solution at concentration of 0,01% with dipslide from blend B10 that showed satisfactory results in to estimate microorganisms.

Keywords: dipslides, monitoring, microrganismos; diesel; biodiesel; storage tanks



1. INTRODUÇÃO

O monitoramento da contaminação microbiana é um importante mecanismo de controle e prevenção da biodeterioração que pode ocorrer durante o armazenamento de combustíveis. Historicamente, durante a estocagem, especialmente de óleo diesel, podemos encontrar condições que podem promover o desenvolvimento indesejado de microrganismos e comprometer a qualidade final do produto (Bouaid et al., 2007; Jain & Sharma, 2010; Bento et al., 2010; Berrios et al., 2012; Zimmer, et al 2013; Passman, 2013; Bucker et al., 2014; Soriano, et al, 2015; Bento et al., 2016; Cazarolli et al., 2019).

A presença de água, oriunda da condensação da umidade do ar, entrada eventual da abertura do tanque ou carregada pelo próprio combustível, é a condição que acelera o desenvolvimento microbiano. Atualmente é comercializado no território brasileiro, a mistura diesel com mínimo de 12% e máximo de 15% de biodiesel. A suscetibilidade à deterioração microbiana também aumentou com a adição do biodiesel ao diesel (Soriano et al., 2015; Bento et al., 2016; Cazarolli et al., 2019). Processos de degradação biótica (envolvimento microbiano) bem como abiótica (reações de oxidação, hidrólise), são catalisados pela presença de água que se concentra no fundo do tanque (água livre), especialmente na presença de biodiesel nas misturas. Algumas espécies de microrganismos, que estão no ambiente, podem desenvolver-se e produzir um tipo de lodo biológico na interface óleo-água. Além dos contaminantes microbianos, produtos de origem química, podem aparecer devido a reações inerentes e naturais de degradação da mistura. Como consequência direta, é observada a formação de sólidos visíveis no combustível podendo levar a uma saturação prematura de elementos filtrantes, de filtros dos motores, bloqueio em injetores e o comprometimento da qualidade final do produto (Bento et al., 2016).

Para assegurar a integridade do combustível recomenda-se seguir as Boas Práticas de Armazenamento de Combustíveis que incluem a prevenção de contaminação cruzada, possibilidade de monitoramento (informa se contaminado ou em condições aceitáveis) , drenagem obrigatória da água do tanque e inspeções visuais regulares do combustível, são previstas em Normas Brasileiras como a ABNT 15.512-19 e ABNT 16732-19 (*Combustíveis líquidos e sistemas associados - Requisitos para prevenção, monitoramento e controle de contaminação microbiana*).

O crescimento de microrganismos pode, gradualmente, prejudicar a qualidade do combustível comercializado (Bento & Gaylarde, 2001; Passman, 2013; Soriano et al, 2015), causando turbidez no combustível, formação de lodo no fundo do tanque e de sedimentos, algumas vezes acompanhados de um odor desagradável. A contaminação será propagada a diferentes locais, durante toda a cadeia de transporte, distribuição e fornecimento de combustível, sendo o sintoma de contaminação microbiana, mais comumente identificado, a obstrução de filtros (Pass-



man, 2003; Dodos et al., 2012; Bento et al., 2016).

Os tanques de armazenamento que apresentam contaminação microbiana são identificados pela presença de uma fase aquosa e uma fase oleosa (combustível) cujo monitoramento deve ser feito de forma específica e separadamente. O interesse em se utilizar a contagem de microrganismos como bioindicador da contaminação, é que as mudanças nos números da contagem destes microrganismos são indicativas de um processo de biodegradação ativo, mas não representa necessariamente uma medida precisa da biodegradação real (Maila & Cloete, 2005). Um teste de laboratório quantitativo baseado no procedimento de filtração em membrana IP385/95 é mundialmente aceito como um método de referência (Hill, Hill & Collins, 1997).

Para avaliar a contaminação microbiana em combustíveis são comumente utilizados, as contagens de células viáveis de fungos e bactérias totais, recuperados diretamente de amostras de combustíveis. Porém, usualmente são observadas contagens menores do que as encontradas em água contaminada, comumente presente no fundo dos tanques (Rodríguez-Rodríguez et al., 2009).

Na fase oleosa podem estar presentes células de microrganismos e esporos de fungos, dispersos em microgotículas que, necessitam de uma maior atenção para serem recuperadas e a contaminação microbiana estimada. O método padrão proposto pelo Instituto do Petróleo- IP 385/99 e a Norma ASTM D 6974/04, é utilizado para se estimar o crescimento microbiano tanto na fase aquosa como na fase oleosa. Resumidamente, o método consiste na filtração da amostra de combustível e/ou água do lastro dos tanques e inoculação, da membrana utilizada na filtração em meio de cultura apropriado para realização do procedimento de Contagem em Placa de células viáveis de microrganismos. Trata-se de uma metodologia demorada e dispendiosa, por necessitar de equipe técnica e equipamentos específicos. O uso de laminocultivos é considerado uma metodologia mais prática e rápida, sendo considerada uma alternativa para investigação direta de amostras potencialmente contaminadas, podendo ser utilizada, inclusive por qualquer usuário, mesmo sem treinamento laboratorial específico para esta análise. A comparação de diferentes laminocultivos para a avaliação do grau de contaminação em amostras de combustíveis, provenientes de tanques de estocagem foi demonstrada por Bailey e May, em 1979.

Ao demonstrar resultados positivos em laboratório, os kits primeiramente foram adequados para indicar alterações nas populações microbianas nos tanques de combustíveis de navios. Nesse artigo, os autores avaliaram 13 tipos diferentes de kits microbiológicos de laminocultivos em comparação com o método padrão de contagem em placa, pois esses conseguiam demonstrar os perigos da contaminação no processamento de alimentos, na área médica e industrial por ter a capacidade de expor os primeiros sinais de contaminação (Bailey & May, 1979). Na avaliação da estimativa de microrganismos em combustíveis, é importante o uso de metodologias validadas para que se evite interpretações errôneas, que podem

subestimar ou superestimar a população microbiana. O objetivo deste trabalho foi comparar os resultados de laminocultivos (produzido no Brasil) com um procedimento que realiza uma estimativa de contagem em placa (UFC.mL⁻¹), com microrganismos deteriorogênicos de combustíveis (*Paecilomyces variotti*, *Candida silvicola* e *Bacillus pumilus*). Com os laminocultivos foi determinado o grau de contaminação microbiológica na mistura B10 e em biodiesel puro, avaliando-se a fase aquosa e a fase oleosa e o efeito dispersante de 5 compostos surfactantes e goma xantana; Tween 20 e 80. Triton X-100 e SDS e solução salina pura na amostra da fase oleosa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Laminocultivos (Kits microbiológicos)

Os laminocultivos são lâminas com duas faces contendo diferentes meios de cultivo dentro de um tubo, que devem estar em contato com meios líquidos ou oleosos, por um determinado tempo e após serem incubados (Figura 1). Foram utilizados o Nutrilab E e Nutrilab F da fabricante Laborclin® (Paraná/Brasil) (Tabela 1). O meio de cultura sólido para contagem (PCA) contém cloreto de tetrazólio (TTC), que é utilizado como aceptor final de elétrons pelos microrganismos durante seu o crescimento.

O TTC é oxidado dentro da célula a trifenil formazan (TPF), o que torna as colônias vermelhas, e por esta razão foi adicionado ao meio, facilitando a visualização do crescimento de microrganismos (Souza et al., 2005). Para observação da estimativa da concentração de microrganismos em laminocultivos é necessária a comparação do crescimento no meio de cultivo da lâmina com o gabarito disponibilizado na bula do produto (Figura 1).

Tabela 1. Informações sobre os laminocultivos utilizados no estudo

Avaliação	Nome do Kit	Tempo de detecção	Limite de Detecção
Contagem total de microrganismos	Nutrilab E Nutrilab F	48 horas	10 ⁶ UFC máximo 10 ² UFC mínimo
Enterobacteriaceae	Nutrilab E	48 horas	10 ⁶ CFU máximo 10 ² CFU mínimo
Fungos (filamentosos e leveduriformes)	Nutrilab F	3 dias	10 ⁶ CFU máximo 10 ² CFU mínimo

Laminocultivo Nutrilab F, que contém os meios de Agar para contagem (PCA) e Agar O.G.Y.E. (Agar para leveduras Oxitetra glucose) e o laminocultivo Nutrilab E contém os meios de Agar para contagem (PCA) e o Agar Bile vermelho-violeta (Laborclin). Este kit microbiológico pode ser utilizado para avaliação e contagem total de microrganismos, contagem de bolores e leveduras e contagem de coliformes.



2.2 Microrganismos utilizados

Os microrganismos utilizados neste ensaio foram: a bactéria *Bacillus pumilus*, isolada de borra oleosa de centrífuga de óleo diesel. A levedura *Candida silvicola* e o fungo *Paecilomyces variotii*, isolados de mistura de diesel e biodiesel e identificados por Bucker *et al.* (2011).

2.3 Padronização dos inóculos

Os microrganismos foram padronizados a partir do crescimento de culturas de 24 horas para a bactéria *Bacillus pumilus*, 48 horas para a levedura *Candida silvicola* e de 7 dias do fungo *Paecilomyces variotii*. No cultivo de *Bacillus pumilus* em meio inclinado de Ágar nutriente e da *Candida silvicola* em meio inclinado Ágar malte, adicionou-se uma alíquota de 2 mL de solução salina $0,085 \text{ g.L}^{-1}$, para concentração e suspensão das células bacterianas e leveduriformes. No cultivo do fungo *Paecilomyces variotii*, em meio inclinado ágar malte foi adicionado uma alíquota de Tween 80 na concentração de 0,01 % v/v para evitar a agregação dos esporos. Foi realizada em câmara de Neubauer a contagem de células/esporos. mL^{-1} e preparadas em frascos estéreis de poliestireno com capacidade de 50 mL, no volume final de 40 mL, as soluções nas concentrações de 10^2 a 10^8 UFC.mL^{-1} .

2.3 Meios de cultura para Contagem em Placa

Para contagem total de bactérias utilizou-se o meio Ágar para contagem (PCA) e para bolores e leveduras o Ágar Batata dextrose (BDA).

2.4 Ensaio para estimativa de microrganismos em fase aquosa

2.4.1 Contagem em placas

O preparo das placas para contagem foi realizado de acordo com o método de espalhamento, onde 100 μL da amostra de cada concentração de microrganismos presentes em tubos estéreis com capacidade de 50 mL, eram espalhados com o auxílio da alça de Drigalski em placas de meios de cultura Agar malte, para a levedura e o fungo filamentoso e Ágar nutriente, para a bactéria. As maiores concentrações foram diluídas entre 10^{-3} a 10^{-6} em tubos de 1 mL, com 900 μL de solução salina $0,085 \text{ g.L}^{-1}$ mais 100 μL da solução com microrganismos e diluídas em série, para poder se realizar a contagem de colônias por mL em placa e avaliadas juntamente com os resultados apresentados pelos laminocultivos.



2.4.2 Laminocultivos

Os laminocultivos foram mergulhados dentro das soluções de cada microrganismo por aproximadamente 10 segundos e então foram acondicionados em sua embalagem. A imersão dos laminocultivos foi realizada de acordo com as instruções do fabricante Laborclin® onde, as amostras devem ser inoculadas prontamente após o seu preparo, removendo-se o lacre e mergulhando as lâminas com os meios no fluido em análise, e voltar a adaptar a tampa com as lâminas no frasco logo após a imersão, rosqueando e fechando a tampa. Incubar na temperatura e tempo adequado para o microrganismo a ser isolado e após observar o crescimento de colônias em cada meio comparando o resultado, ou seja, a forma de dispersão das colônias sobre a superfície da lâmina com o padrão do gabarito na bula do laminocultivo, para se obter o resultado em UFC.mL⁻¹.

2.4.3 Condições de crescimento e avaliação

A bactéria *Bacillus pumilus*, inoculada em placas e nos laminocultivos, nas concentrações determinadas, foi incubada por 48 h a 35 °C e a levedura *C. silvicola* e o fungo *P. variotii* por 48 h - 96 h a 28 °C. Os resultados da contagem dos laminocultivos são representados por UFC.mL⁻¹ avaliando-se visualmente seu grau de contaminação de acordo com o gabarito disponibilizado nas instruções do fabricante para o uso do produto. As placas foram incubadas em conjunto com os laminocultivos. Para contagem total de bactérias utilizou-se o meio Ágar para contagem (PCA) e para bolores e leveduras o Ágar Batata dextrose (BDA).

2.5 Ensaio para estimativa de microrganismos em fase oleosa

Foram utilizados como combustíveis a mistura B10 e o biodiesel puro, fornecidos pela Ipiranga Produtos de Petróleo S/A, Canoas, Rio Grande do Sul. O óleo diesel utilizado foi o S 50 ppm de enxofre (óleo diesel A) e o biodiesel produzido a partir de soja e sebo bovino (75:25). A mistura B10 foi preparada em laboratório com provetas desinfetadas e posteriormente foi esterilizada pela passagem em filtro contendo membrana filtrante (0,22 µm) (Milipore) em sistema de vidro estéril e um Kitassato. O combustível estéril foi então armazenado em frasco de vidro previamente esterilizados em autoclave a 121 °C a 1 atm, e coberto com alumínio para evitar a fotoxidação (Bücker et al. 2014). Para a estimativa de microrganismos em fase oleosa foi avaliado o cenário de uma contaminação alta na faixa de 10⁶ UFC.mL⁻¹. Foram avaliadas as amostras de combustível B10 e B100 com e sem diluição em solução Salina 0,085 g. L⁻¹. O experimento foi montado em frascos de vidro de 100 mL, com uma fase aquosa/ oleosa na proporção de 1:10. Para a fase aquosa foi utilizado água de lastro proveniente de tanques de armazenagem de mistura B5. Na fase oleosa foi utilizada as misturas B10 e o biodiesel puro (B100),



conforme recebidos. Com relação ao nível de contaminação microbiana, foi estimada uma concentração de 10^6 de esporos e células.mL⁻¹ de uma borra biológica coletada de um tanque de armazenagem com B5, conforme sugerido pela Normal ASTM E1259-10. As amostras foram colhidas dos frascos de ensaio nos tempos de 0 dias, 14 dias, 21 dias e 30 dias e o monitoramento microbiológico foi realizado com os laminocultivos Nutrilab E e Nutrilab F.

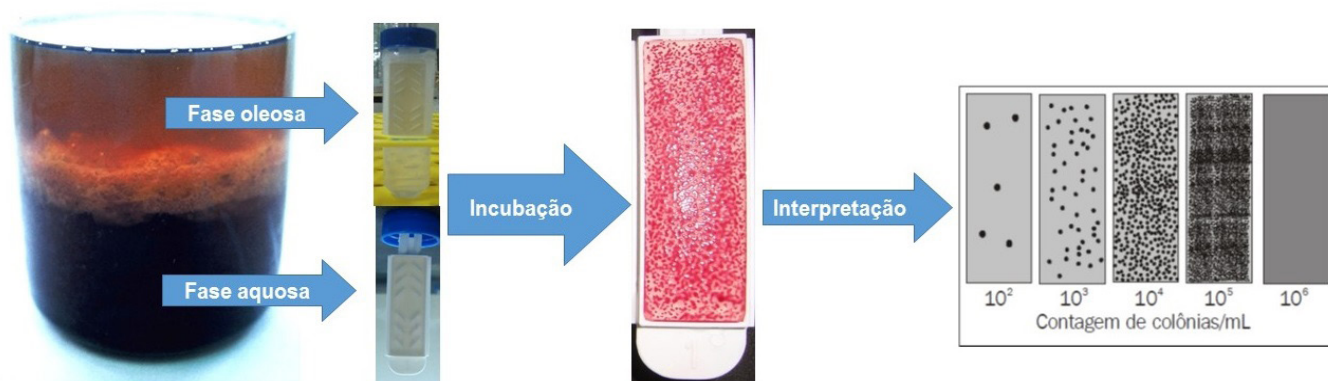


Figura 1. Etapas de monitoramento de microorganismos na fase oleosa e aquosa utilizando laminocultivos: amostragem, incubação e interpretação dos resultados.

Fonte: Bento et al., 2016

2.5.1 Surfactantes químicos

Foram realizados testes com diferentes surfactantes químicos visando a seleção do melhor diluente para as amostras oleosas, evitando a subestimação de microorganismos na estimativa por laminocultivos e contagem em placa. A normativa M 07-070/92 da organização de acreditação e certificação francesa AFNOR (Hill, 1998), prevê que as amostras de combustível devem ser diluídas em Tween 80 0,1 % v/v antes de serem testadas pelo método de laminocultivos. O laboratório fabricante dos laminocultivos Laborclin®, recomenda a diluição de amostras viscosas/oleosas em diluente estéril apropriado. Desta forma, foi realizada a avaliação de diferentes surfactantes químicos: Tween 20, Tween 80 (Delaware®), SDS e Triton X-100 e, duas soluções utilizadas em laboratórios de microbiologia (Solução salina 0,085 g.L⁻¹ e goma xantana 0,1 % v/v da marca Sporiti®) na formação de soluções (ou emulsões) óleo/água para análise microbiológica com a utilização de laminocultivos Nutrilab E (PCA/bactérias) e Nutrilab F (PCA/leveduras e fungos filamentosos). Em triplicata, foi preparada a diluição de uma amostra da mistura B10 com adição de uma concentração de microrganismos-teste com inóculo de 10^4 UFC.mL⁻¹, nas soluções descritas anteriormente na proporção de 1:10 (solução aquosa/óleo). Em tubos estéreis de poliestireno com capacidade de 50 mL foram preparadas diluições de 5 mL de cada frasco com B10 em 40 mL de Solução Salina 0,085 g.L⁻¹, Tween 20 0,01 % v/v, Tween 80 0,01 % v/v, SDS 0,01 % , Triton X-100 0,01 % v/v e Goma Xantana 0,1 %. Após a agitação das soluções, os laminocultivos foram imersos nas mesmas, e foram retiradas alíquotas de 100 µl para placas com meios de cultura Agar nutriente e Agar malte para contagem de UFC.mL⁻¹ em placa.

2.6 Análise estatística

Os dados da análise de crescimento microbiano (UFC.mL⁻¹) foram interpretados a partir da análise de variância (ANOVA) complementado pelo teste de Tukey, de comparação múltiplas entre as médias, com nível de significância de 95 % (p<0,05). Foi utilizado o programa Statistica (StatSoft®), versão 7.0. Os gráficos obtidos nos ensaios de estimativa em fase oleosa e o desvio padrão das amostras foram calculados utilizando a função

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estimativa na fase aquosa da contagem X laminocultivos

Na estimativa da fase aquosa dos microrganismos avaliados foram observados estimativas comparáveis obtidas com os laminocultivos com a metodologia padrão de contagem em placa das UFCs (Unidades Formadoras de Colônias). Os resultados para cada microrganismo avaliado nas duas metodologias (padrão e laminocultivo) estão apresentados na Tabela 2. Os microrganismos (bactéria, fungo filamentosos e leveduriformes) são considerados representantes deteriorogênicos de óleo diesel B (Bucker et al 2011; Bento et al., 2016). Na fase aquosa a estimativa da população microbiana obtidos pelo método padrão de contagem em placa estão correlacionados com os de laminocultivos, levando-se em consideração a sensibilidade e limite de detecção do laminocultivo (10² UFC.mL⁻¹ – 10⁶ UFC.mL⁻¹). Desta forma, todas as concentrações preparadas acima de 10⁶ UFC.mL⁻¹, pelo laminocultivo são detectadas como 10⁶ UFC.mL⁻¹. Na estimativa das concentrações da bactéria *Bacillus pumilus* observadas em Agar PCA no laminocultivo, em 48 horas de incubação a 35 °C foi possível observar a correlação com a técnica padrão de contagem em placa (Tabela 2). O Método de Contagem em Placa é um método considerado direto, informa sobre uma população microbiana com células viáveis, porém é inadequado para uso *in situ* (Hill, 1998; Rauch et al., 2006).

Na comparação com o método padrão de contagem em placa, os laminocultivos apresentaram correspondência na estimativa de bactérias, fungos e leveduras. No entanto podem haver diferenças na detecção de determinados microrganismos para cada tipo de laminocultivo e também diferenças no limite de quantificação de microrganismos entre os laminocultivos disponíveis no mercado (Bailey & May, 1979, Vanderzwaag et al., 2009). Anacleto et al. (2009), conseguiram observar correspondência na análise da contaminação microbiana por *Escherichia coli*, na urina de crianças internadas em ambulatório, entre o número de microrganismos que cresceram no laminocultivo e o número de colônias cultivadas pelo método padrão de referência.



Tabela 2. Concentrações das soluções pelo gabarito da bula versus contagem da concentração em placa com *Bacillus pumilus*, *Candida silvicola* e *Paecilomyces variotii*.

Concentrações padrões de células ou esporos	Resultado correspondente no Gabarito dos kits UFC.mL ⁻¹			Contagem em placa de UFC.mL ⁻¹		
	<i>Bacillus</i>	<i>Candida</i>	<i>Paecilomyces variotii</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Candida</i>	<i>Paecilomyces variotii</i>
10 ⁹	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	1,9±0,5 x10 ⁹	1,3±0,5 x 10 ⁹	
10 ⁸	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	2,1±0,4 x10 ⁸	2,4±0,9 x 10 ⁸	2,1±0,4 x10 ⁸
10 ⁷	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	5,4±0,5 x10 ⁷	1,2±0,4 x 10 ⁷	3,2±0,4 x10 ⁷
10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁵	3,5±0,6 x10 ⁶	2,3±0,1 x 10 ⁶	2,4±0,5 x10 ⁶
10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴	4,1±0,1 x10 ⁵	2,2±0,4 x 10 ⁵	1,7±0,9 x10 ⁵
10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ³	1,1±0,2 x10 ⁴	1,2±0,3 x 10 ⁴	6,6±0,6 x10 ⁴
10 ³	10 ³	10 ³	10 ²	2,2±0,3 x10 ³	1,5±0,2 x 10 ³	1,0±0,3 x10 ³
10 ²	10 ²	10 ²	10 ²	3,3±0,2 x10 ²	3,6±0,2 x 10 ²	1,1±0,3 x10 ²
10 ¹			10 ²			3,0±0,2 x10 ¹

Pela visualização das placas e laminocultivos, correspondentes a inoculação em mesma concentração, observou-se a correlação das técnicas exceto para as concentrações das soluções de 10⁶ UFC.mL⁻¹ a 10⁹ UFC.mL⁻¹ e em diante, que não apresentam diferenças que possam ser visualizadas no laminocultivo, devido a sua sensibilidade de detecção de até 10⁶ UFC.mL⁻¹ de acordo com o laboratório fabricante (Nutrilab, 2008). A partir deste ensaio preliminar podemos observar algumas características referentes ao laminocultivo como, o crescimento de bactérias em meio PCA e/ou VRBA, o crescimento de leveduras em meio Agar Ogye e PCA e o crescimento de fungos em Agar Ogye com possibilidade de crescimento de algumas colônias em PCA, tempo e temperatura de incubação em estufa e confirmar o crescimento de microrganismos conhecidamente deteriogênicos de óleo diesel e misturas com biodiesel nos laminocultivos utilizados neste ensaio.

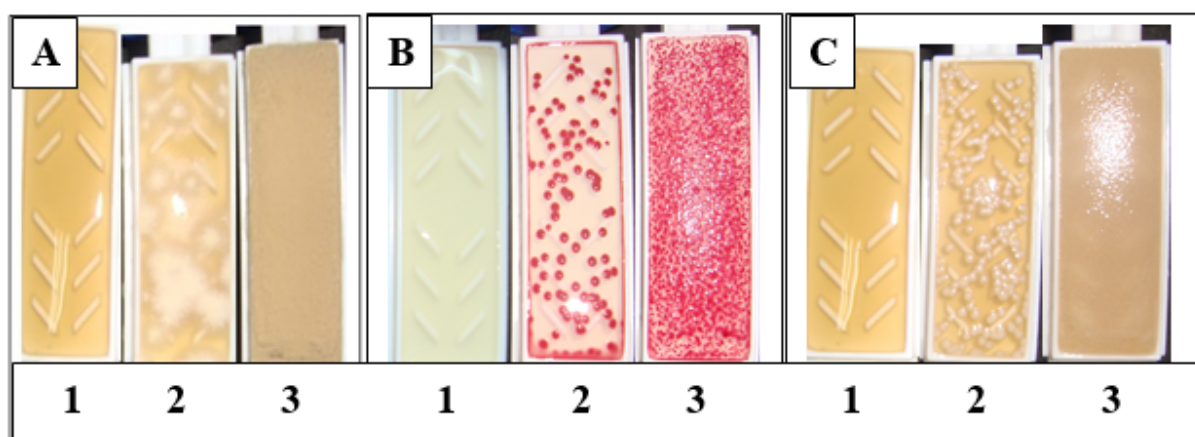


Figura 2. Crescimento do fungo filamentososo (A) *Paecilomyces variotii* no meio de cultivo Agar Ogye, do laminocultivo Nutrilab F. (1- Agar Ogye sem crescimento; 2- Agar Ogye 10³ UFC.mL⁻¹; 3- Agar Ogye 10⁶ UFC.mL⁻¹); (B) *Bacillus subtilis*.... (C) *Candida silvicola*

3.2 Estimativa em fase oleosa

Nas estimativas do número de microrganismos avaliados na fase oleosa, durante 30 dias de experimento, notou-se uma falta de correspondência na comparação do crescimento obtido pelos laminocultivos e contagem. Esta diferença foi observada mais evidente quando as amostras não eram diluídas, sendo imersas diretamente na solução do frasco do experimento com a água de lastro com a contaminação da borra oleosa de 10^6 UFC.mL⁻¹ nas amostras de combustíveis mistura B10 ou B100. Pôde ser observado neste ensaio que quando as amostras de combustível B10 e B100 eram diluídas em solução salina 0,085 g.L⁻¹ e quando era realizada a imersão dos laminocultivos nesta emulsão, a estimativa de células viáveis dos microrganismos presentes na fase oleosa tinha um aumento na contagem quando comparadas às mesmas amostras sem a diluição. Pode ser observado que as amostras diluídas em solução salina 0,085 g.L⁻¹, variam mais do que 1 log na estimativa da contaminação em combustível B10 do que as amostras de laminocultivos inoculadas diretamente na amostra de combustível.

A contaminação na fase oleosa por microrganismos foi significativa demonstrando uma maior estimativa das células viáveis aos 30 dias de experimento. Quando os laminocultivos foram imersos, sem diluição, foi observado um comportamento inverso na estimativa da contaminação microbiana demonstrando ao final dos 30 dias uma contaminação de aproximadamente 10^3 UFC.mL⁻¹. Esta faixa de contaminação corresponde a uma contaminação ambiental e provavelmente não haveria um alerta ou tomada de ação no combustível com este aspecto. Não houve diferença na estimativa entre amostras de B100 e da mistura B10, em amostras diluídas, onde a estimativa ficou próxima aos 10^5 UFC.mL⁻¹ no final dos 60 dias de ensaio. Pode ser observado que o combustível B100 não foi favorecido por sua característica higroscópica na estimativa da contaminação sem a devida diluição, fornecendo contagens na faixa de 10^3 UFC.mL⁻¹, assim como a mistura B10.

Segundo Hill et al. (1997) a metodologia tradicional de contagem de células viáveis para quantificação de microrganismos em amostras aquosas envolve a incubação e a leitura do número de microrganismos em UFC. Este método pode ser realizado por dois procedimentos, a técnica de plaqueamento com a inoculação da amostra em meio de cultivo antes desse se solidificar, ou o espalhamento em superfície de meio cultivo sólido da amostra testada. Nenhum destes métodos é adequado para estimativa de microrganismos em amostras não-aquosas. Com este tipo de amostra não-aquosa, é realizado o procedimento de filtração em membrana onde esta depois é inoculada em meio de cultivo sólido. Um método alternativo é a emulsificação da amostra não-aquosa antes do procedimento convencional de contagem em placa.

Rodríguez-Rodríguez et al. (2010) realizou a investigação da contaminação por fungos filamentosos e leveduras em amostras de combustível provenientes de postos de distribuição, na Costa Rica, uma região tropical, devido aos poucos relatos sobre a microbiota encontrada nestas regiões. A enumeração dos fungos fi-



lamentosos e leveduras foi realizada seguindo a metodologia padrão ASTM D6974-04, similar a IP 385/99, onde cada amostra de combustível foi filtrada em membrana de nitrocelulose antes de ser inoculada em meio de cultura BDA.

Durante o monitoramento microbiológico de um grande número de estabelecimentos distribuidores de combustível diesel, a fim de se garantir a qualidade do produto estocado, a prática de filtração da amostra de combustível demonstra-se dispendiosa e necessita de um técnico responsável com conhecimentos em laboratório de microbiologia para ser realizada. A metodologia de laminocultivos é uma técnica mais rápida e simples de ser realizada, mesmo por uma pessoa sem formação em laboratório de microbiologia, sendo possível adaptá-la para o monitoramento *in situ* a partir da diluição da amostra de combustível, possibilitando a recuperação das células de microrganismos da fase oleosa.

3.2.1 Surfactantes químicos

Foi realizado com base na literatura uma adaptação para a estimativa de microrganismos nas amostras de combustíveis avaliadas no estudo. A normativa francesa AFNOR M 07-070/92 - *Combustíveis para motores diesel e instalações de aquecimento doméstico – Pesquisa de contaminação por microrganismos por meio de ensaios em meio de cultivo em ágar*, descreve a utilização do Tween 80® na concentração de 0,1 % para diluição de amostras de combustíveis e estimativa das concentrações de microrganismos em laminocultivos (Hill, 1998). Na comparação das médias pelo teste de Tukey, em nível de significância de 5 %, foi observado que a resposta da análise do laminocultivo imerso diretamente na amostra de combustível difere de todas as soluções avaliadas. Quando a amostra de combustível é inoculada diretamente em placa ou quando o laminocultivo é imerso diretamente em uma amostra de combustível, sem a apropriada diluição, a concentração de microrganismos na fase oleosa é subestimada. Desta forma, sua diluição é necessária para garantir a correta interpretação da contaminação existente no combustível (Figuras 3A e B).



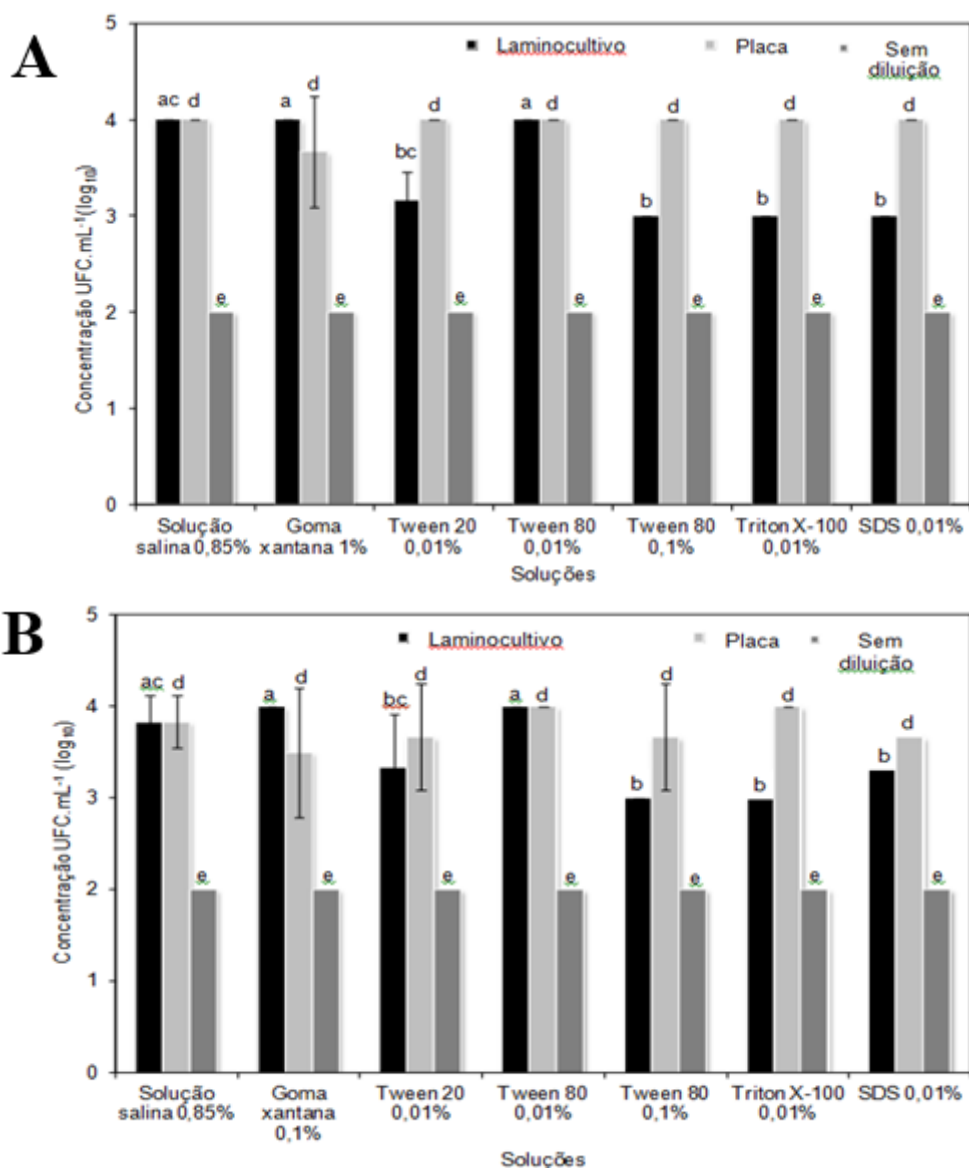


Figura 3A. Estimativa de bactérias e leveduras em óleo B10 em meio PCA. **B.** Estimativa de fungos em óleo B10 em meio Sabouraud e Agar Ogye. Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Quando as soluções diluentes foram testadas para estimativa na metodologia padrão de contagem em placa, não houve diferença estatisticamente significativa entre as soluções, o que demonstra a aplicação satisfatória dessas soluções para estimativa de células viáveis pelo método de referência de contagem em placa, porém um efeito inverso é observado quando as soluções são utilizadas para estimativa de células viáveis pelo método alternativo de laminocultivos.

Nota-se que na metodologia padrão a solução de goma xantana 0,1 % apresentou um desvio padrão diferenciado de 0,57 UFC.mL⁻¹, em relação às outras soluções (Figuras 5a e 5b). Pelo método padrão de contagem em placas e na estimativa dos laminocultivos obteve-se uma boa correlação para a concentração de microrganismos estimada em 10⁴ UFC.mL⁻¹, na solução salina 0,85 % e no surfactante Tween 80 0,01 %. A solução salina obteve uma boa correlação do Método de Contagem em Placa com os laminocultivos, devido ao fato dos microrganismos presentes em gotículas de água dispersas na fase oleosa, migrarem para a solução

aquosa no momento da diluição.

White et al. (2011), na avaliação microbiológica de amostras de combustíveis de tanques de armazenamento, sem a presença de água durante a estocagem, realizou a diluição da amostra de combustível em solução salina basal estéril e após a agitação e homogeneização das duas fases (aquosa e oleosa) foi retirado um volume para a coleta de microrganismos e posterior cultivo.

Na análise de variância entre as soluções testadas, para a estimativa no meio de cultivo PCA dos laminocultivos (Figura 5a), foi observada diferença significativa para cada tipo de diluente testado ($p < 0,05$). Na comparação das médias por Tukey, em nível de significância de 5 %, os diluentes Goma xantana 0,1 % e Tween 80 0,01 % não demonstraram diferença estatisticamente significativa quando comparados ao controle de Solução salina 0,85 % na estimativa pelos laminocultivos. Na comparação das médias por Tukey em nível de significância de 5 %, das soluções de surfactantes Tween 20 0,01 %, Tween 80 0,1 %, Triton X-100 0,01 % e SDS 0,01 % foi observada diferença estatística significativa quando comparada a solução controle de salina a 0,85 %, mas entre si as soluções não tiveram diferença estatística significativa.

Van Hamme et al. (2006), destacam que o impacto de surfactantes químicos na atividade e comportamento microbiano podem depender de vários fatores como a estrutura celular, capacidade de biodegradação ou de efluxo do microrganismo, concentração do surfactante e outras condições ambientais. Os surfactantes aniônicos (como o SDS) são menos tóxicos e mais ativos contra bactérias Gram-positivas do que Gram-negativas e os não-iônicos (como Tweens e Triton X-100) são geralmente não tóxicos. Na Figura 5b, onde são apresentados os resultados para o meio de cultivo específico para contagem de esporos de fungos, observando-se o desvio padrão, a solução salina não demonstrou resultado tão satisfatório quando comparada a solução de goma xantana 0,1 % para estimativa pelos laminocultivos. Estatisticamente não houve diferença da diluição da amostra de combustível em Solução salina 0,85 % com os outros diluentes. A diferença significativa observada ($p > 0,05$), na comparação das médias pelo teste de Tukey, foi da solução de Goma xantana 0,1 % com as soluções de surfactantes Tween 80 0,1 % e Triton X-100 0,01 % já que pela estimativa da contaminação pelos laminocultivos os dois últimos citados foram os que mais se distanciaram do valor real inoculado na amostra de combustível.

A avaliação da estimativa de fungos (levedura e fungo filamentoso), pela metodologia padrão, apresentou contagens com um desvio padrão de 0,28 a 0,70 UFC. mL⁻¹. Como observado na estimativa da concentração de microrganismos no meio de cultivo PCA, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), das soluções utilizadas para estimava de fungos filamentosos e leveduras, pelo método de referência de contagem de UFC.mL⁻¹ em placa. Conforme observado com estes resultados, há diferença significativa na utilização de surfactantes para a estimativa da contaminação microbiana em amostras de óleo. Esta diferença também é

observada quando se utiliza o método de contagem padrão ou o alternativo de laminocultivos, sendo que para alguns surfactantes químicos não houve diferença para realização da contagem em placa, como a solução salina. Como melhor alternativa ao método de laminocultivos foi observado a utilização de solução salina 0,85 % ou, preferencialmente, Tween 80 0,01 % que facilitam a utilização deste método para avaliação da contaminação microbiana em amostras de combustível devido a suas características que garantem uma amostra adequada para análise microbiológica.

4. CONCLUSÕES

Foi possível avaliar o uso de laminocultivos na estimativa de microrganismos deteriorogênicos de óleo diesel em uma fase oleosa e aquosa. A estimativa e o crescimento dos microrganismos deteriorogênicos de óleo diesel (*Paecilomyces variotii*, *Candida silvicola* e *Bacillus pumilus*) em fase aquosa foi comparável com as duas metodologias analisadas, de contagem placa (padrão) e pelos laminocultivos (alternativo). A solução diluente de Tween 80 na concentração de 0,01 % (5mL) apresentou resultados satisfatórios na estimativa de microrganismos da mistura B10 pelo método de laminocultivos.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a empresa Ipiranga Produtos de Petróleo S.A. pelas amostras de combustíveis, financiamento de todos os kits utilizados neste estudo, além de apoio técnico.

Referências

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2003) Resolução nº 899. Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acessado em 03 de Maio de 2012.
- Anacleto, F. E.; Resontoc, P.; Padilha, G.H. (2009) Bedside diagnosis of outpatient childhood urinary tract infection using three-media dipslide culture test. *Pediatric Nephrology*, v. 24, p.1539–1543.
- Aktas, D. F.; Lee, J. S.; Little, B. J.; Ray, R. I.; Davidova, I. A.; Lyles, C. N.; Suflita, J. M. (2010). Anaerobic metabolism of biodiesel and its impact on metal corrosion, *Energy Fuel* v.24, p. 2924–2928.
- Bailey, C.A; May, M.E. (1979) Evaluation of microbiological test kits for hydrocarbon fuel systems. *Applied and Environmental Microbiology*. v. 37, n. 5, p. 871-877.
- Bento, F. M.; Gaylarde C.C. (2001) Biodeterioration of stored diesel oil: Studies in Brazil. *International Biodeterioration and Biodegradation* 47(2): 107-112.
- Bento, F. M.; Bücker, F.; Santestevan, N.; Cavalcanti, E. H. S.; Zimmer, A.; Gaylarde, C. C. et al. (2010) Impacto da adição de biodiesel ao óleo diesel durante estocagem: Um enfoque microbiológico e controle.



Revista Biodiesel, 47, p. 1-5, Caderno Técnico.

Bento, F. M., Peralba, M. C. R., Ferrão, M. F., Zimmer, A. R., Azambuja, A. O., Barbosa, C. S. et al. (2016). Capítulo 5 Diagnóstico, Monitoramento e controle da contaminação microbiana em biodiesel e misturas durante o armazenamento. In Pinho, D. M. M., & Suarez, P. A. Z. (Orgs.), *Armazenagem e Uso de Biodiesel: problemas associados e formas de controle*. (1ª. ed.); páginas 111-174 pg. . Brasília: CDT, UNB.

Berrios, M. (2012) Storage effect in the quality of different methyl esters and blends with diesel. *Fuel* v.91, p.119–125.

Bücker, F.; Santestevan, N. A.; Roesch, L. F.; Jacques, R. J. S.; Peralba, M. C. R.; Camargo, F. A. O.; Bento, F. M. (2011) Impact of Biodiesel on Biodeterioration of Stored Brazilian Diesel Oil. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 65, p.172-178.

British Petroleum (BP) Long term storage of diesel. 2005. Document: ADF1403.doc Issued: February 10, 2005 BP Australia Limited A.C.N. 004 085 616. Page 3 of 3. Disponível em: <http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/australia/corporate_australia/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/f/Long_Term_Storage_ADF.pdf> Acesso em 09 de Outubro de 2012.

Chalut, J.; Rose, D. (2004) Rapid microbiological monitoring methods. In: 24th Annual Electric Utility Chemistry Workshop. **Proceedings...**

Cooney, J. J.; Edmonds, P.; Brenner, Q. M. (1968) Growth and survival of fuel isolates in hydrocarbon-fuel emulsions. *Applied Microbiology*, v. 16, p.569-571.

Diegielewski, W.; Sarnechi, J. (2009) Discussion on microbial contamination of naval fuels. *Polish Maritime Research*. v,16, p. 41-44.

Dodos, G. S.; Konstantakos, T.; Longinos, S.; Zannikos, F. (2012) Effects of microbiological contamination in the quality of biodiesel fuels. *Global NEST Journal*, Vol 14, No 2, p 175-182.

Fregolente, P. B. L.; Fregolente, L. V.; Maciel, M. R. W. (2012) Water content in biodiesel, diesel, and biodiesel–diesel blends. *Journal of Chemical & Engineering Data*. v. 57, p. 1817–1821.

Gammon, J. (2009) *Aviation fuel: Quality control procedures*. 4th edition, ASTM.

Gaylarde, C.C.; Bento, F. M.; Kelley, J. (1999) Microbial contamination of stored hydrocarbon fuels and its control. *Revista de Microbiologia*, v. 30 p.01-10.

Hasseb, A. S. M. A.; Masjuki, H. H.; Ann, L. J. Fazal, M. A. (2010) Corrosion characteristics of copper and leaded bronze in palm biodiesel, *Fuel Processing Technology* V.91, p.329–334.

Hill, E. C. (1998) Use of thixotropic biopolymers as an alternative to agar for the cultivation of microorganisms on solid media. *Polymer Degradation and Stability*. Elsevier Science Limited, p.121-128, n 59.

Hill, T. (2003) Microbial growth in aviation fuel. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, v.75, p. 497 – 502.

Hill, E. C.; Hill, G. (2009) Strategies for Resolving Problems Caused by Microbial Growth in Terminals and Retail Sites Handling Biodiesels. ECHA Microbiology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON STABILITY, HANDLING AND USE OF LIQUID FUELS, 9., 2005. **Proceedings...**

Hill, E. C.; Hill, G. C.; Collins, D. (1997) A new on-site quantitative test for microorganisms in fuel. ECHA Microbiology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON STABILITY, HANDLING AND USE OF LIQUID FUELS, 9., 2005. **Proceedings...**

Jain, S.; Sharma, M. P. Stability of biodiesel and its blends: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v. 14, p. 667–678, 2010.

Klofutar, B.; Golob, J. (2007) Microorganisms in diesel and in biodiesel fuels. *Acta Chimica Slovenica* v.54,p. 744–748.

Maila, M.P; Cloete, T.E. (2005) The use of biological activities to monitor the removal of fuel contaminants—perspective for monitoring hydrocarbon contamination: a review. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v.55, p. 1–8.



- Mattos, A. F.; Aguirra, D.; Sunagawa, D.; Borges, L.; Consoni, R. (2009) Validação de Métodos Microbiológicos. *Revista Fármacos & Medicamentos*, nº. 59, Setembro.
- Ministerio de Minas e Energia (2011). *Cartilla Minoristas - Buenas prácticas de Manejo para el biodiésel y las mezclas en la cadena de distribución de combustibles en Colombia*. Ministerio de Minas y Energía - Dirección de Hidrocarburos.
- NUTRILAB (2008). Responsável Técnico Elisa H. Uemura. Paraná: Laborclin Produtos para Laboratórios Ltda..
- Passman, F. J. (2003) ASTM International. *Fuel and Fuel System Microbiology: Fundamentals, Diagnosis and Contamination Control*, Manual 47. 114p.
- Passman, F. J. *Fuel and Fuel System Microbiology: Fundamentals, Diagnosis and Contamination Control*, Manual 47. ASTM International, WestConshohocken, 2003,114 p.
- Passman, F.; Dobranick, J.K. Relative biodegradability of B-100 biodiesel and conventional low sulfur diesel fuels. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON STABILITY, HANDLING AND USE OF LIQUID FUELS, 9., 2005. Proceeding. Espanha, Setembro, p.18-22, 2005.
- Rauch, M. E.; Graef, H. W.; Rozenzhak, S. M.; Jones, S. E.; Bleckmann, C. A.; Kruger, R. L.; Naik, R. R.; Stone, M. O. (2006) Characterization of microbial contamination in United States Air Force aviation fuel tanks. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v.33,p.29-36.
- Restrepo-Florez, J.-M. et al. Effect of biodiesel addition on microbial community structure in a simulated fuel storage system. *Bioresource Technology*, v. 147, p. 456-463, 2013.
- Rodríguez-Rodríguez, C. E.; Rodríguez-Cavallini, E.; Blanco, R. (2009) Bacterial contamination of automotive fuels in a tropical region: the case of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, v.57(3), p.489-504.
- Siegert, N. (2009) Microbial contamination in diesel fuel - Are new problems arising from biodiesel blends? In: IASH 2009- 11th International Conference on Stability, Handling and Use of Liquid Fuels, Prague, Czech Republic, 18-22 October.
- Sorensen ,G.; Pedersen, D.V.; Norgaard,A.K.; Sorensen, N.K.B. & Nyagaard, S. D. Microbial growth in biodiesel blends. *Bioresource Technology*, v. 102, p. 5259-5264, 2011.
- Schleicher, T., Werkmeister, R., Russ, W. & Meyer Pittroff, R. Microbiological stability of biodiesel - diesel mixtures. *Bioresource Technology*, v. 100, n. 2, p. 724-730, 2009.
- Soriano A. U, Martins, L.F, Santos de Assumpção, Ventura E, Teixeira Gerken de Landa FH, de Araújo Valoni É, Dutra Faria FR, et al. (2014) Microbiological aspects of biodiesel and biodiesel/diesel blends biodeterioration. *International Biodeterioration and Biodegradation* 2015;99:102-14.
- Souza, C. S.; Miranda, R. de C. M., Sena, K. X. F. R.; Araújo, J. M.; Chiappeta, A. A.; Sousa, M. de F. V. Q. (2005) Isolamento e seleção de microrganismos degradadores de derivados de petróleo. In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS.Salvador, Brasil.
- Thompson, M.; Elisson, S. L. R.; Wood, R. (2002) Harmonized guidelines for single laboratory validation of methods of analysis (IUPAC Technical Report. *Pure and Applied Chemistry*. V.74, p. 835-855.
- United States Pharmacopeia (USP) Chapter 1223. "Validation of alternative microbiological methods". USPC Oficial USP32-NF27 Page 731 Pharmacopeial Forum: Volume No. 31(5) Page 1475, 2010. Disponível em: <http://www.academy.luminultra.com/images/stories/docs/USP-1223-validation-of-alternative-microbiological-methods.pdf> Pharm. Forum29 (1). Acesso em 03 de Maio de 2012.
- Van Hamme, J. D.; Singh, A.; Ward, O. P. (2006) Physiological aspects-Part 1 in a series of papers devoted to surfactants in microbiology and biotechnology. *Biotechnology Advances* v.24, p.604-620.
- Vanderzwaag, J. C.; Barlett, K. H.; Atwater, J. W.; Baker, D. (2009) Evaluation of field testing techniques used in a household water treatment study in Posoltega, Nicaragua. *Water Quality Research Journal of Canada*, v.44. p. 122-131.
- Vermelho, A. B; Pereira, A. F.; Coelho, R. R. R.; Souto-Padrón, T. (2006) *Práticas de Microbiologia*. Guanabara Koogan, p. 239, Rio de Janeiro.



Yemashova, A. N.; Murygina, V. P.; Zhukov, D. V.; Zakharyantz, A. A.; Gladchenko, M. A.; Appanna, V.; Kalyuzhnyi. (2007) Biodeterioration of crude oil and oil derived products: a review. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, Dordrecht, v. 6, n.4, p 315-337.

Wang, W.; Jenkins, P.E.; Ren, Z. (2011) Heterogeneous corrosion behaviour of carbon steel in water contaminated biodiesel. *Corrosion Science* v. 53, p.845-849.

Winkens, R.; Nelissen- Arets, H.; Stobberingh, E. (2003) Validity of the urine dipslide under daily practice conditions. *Family Practice*, v. 20, No. 4.

Zimmer A., Cazarolli, J., Teixeira , R.M., Viscardi, S.L.C., Cavalcanti , E.S.H., Gerbase, A.E., Ferrão, M.F., Piatnicki , C.M.S., Bento, F.M. Monitoring of efficacy of antimicrobial products during 60 days storage simulation of diesel (B0), biodiesel (B100) and blends (B7 and B10). **Fuel**, v. 112, p. 153-162, 2013.

Zimmer, A. R., Oliboni, A., Viscardi, S. L., Teixeira, R. M., Ferrão, M. F., & Bento, F. M. (2017). Biodiesel blend (B10) treated with a multifunctional additive (biocide) under simulated stored conditions: a field and lab scale monitoring. *Biofuel Research Journal*, 4(2), 627-636.

White, J.; Gilbert, J.; Hill, G.; Hill, E.; Huse, S.M.; Weightman, A. J. & Mahenthalingam, E. (2011) Culture-independent analysis of bacterial fuel contamination provides insight into the level of concordance with the standard industry practice of aerobic cultivation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 77, n. 13, p. 4527-4538.



CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO DIAGNÓSTICO ESPAÇO - TEMPORAL DAS QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE GARRAÇÃO DO NORTE/PA

APPLICATION OF REMOTE SENSING IN THE DIAGNOSIS OF SPACE -
TEMPORAL OF BURNS IN THE CITY OF GARRAÇÃO DO NORTE / PA

Gabriel Garreto dos Santos
João Paulo Ferreira Neris
Ítala Duam Souza Narusawa
Maciel Garreto dos Santos
Tatiana Pará Monteiro de Freitas

Resumo

O uso do fogo como ferramenta para limpeza de terras agricultáveis, é uma técnica convencionalmente muito utilizada pelos médios e pequenos agricultores familiares, sendo uma alternativa mais viável e barata de produzir em seus diferentes agroecossistemas na produção de alimentos, porém isso acaba ocasionando perdas da biodiversidade e a transformação dos ecossistemas naturais. No Brasil, o monitoramento de queimadas através de imagens de satélites, desempenha papel essencial, especialmente para a região amazônica, onde encontra-se uma maior diversidade nos ecossistemas. Assim, o sensoriamento remoto tem designado fundamental importância, uma vez que possibilita estudar o ambiente terrestre através das interações entre a radiação do eletromagnetismo e substâncias componentes presentes no planeta terra. Desta forma, objetivou-se com este estudo analisar a distribuição e quantificação de focos de calor na microrregião do Guamá, especificadamente no município de Garrafão do Norte-PA, no período de 2014 a 2018, a partir de dados provenientes de monitoramento por satélite de referência AQUA M-T. Para isso, foram utilizados dados de focos de calor do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) e dados de bases vetoriais secundárias disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A partir dos resultados, identificou na série temporal de 5 anos, um total de 575 registros de focos de calor. Dentro desse quantitativo, a cidade de Garrafão do Norte-PA registrou o maior valor para o ano de 2015, cerca de 172 focos, representando aproximadamente 30% desse total; o ano de 2018 registrou 27 focos, menor número de focos durante esses anos representando um valor de 4,69 %. Além disso, por meio da análise de kernel evidenciou que a maior concentração de densidade de focos de calor localiza-se próximo à sede municipal, e também nos entornos com outros municípios que fazem limite com o mesmo. Portanto, conclui-se a localização geográfica para área estudada, houve uma redução significativa com o número de focos de calor, no qual diversos fatores tenham corroborado para esse alcance reduzido. Tais como o aumento de SAF's, uma alternativa de agricultura sustentável ecológica que vem se expandido nesses locais, a implantação de outras culturas como dendê, e por último a inexistência de florestas primárias na região.

Palavras chave: Fogo, mapeamento, sensoriamento remoto, bioma Amazônico.



Abstract

The use of fire as a tool to clear arable land is a technique conventionally widely used by medium and small family farmers. As a more viable and cheaper alternative to produce in their different agroecosystems in food production. Causing loss of biodiversity and transformation of natural ecosystems. In Brazil, the monitoring of fires through satellite images plays an essential role especially for the Amazon region, where there is greater diversity in ecosystems. Thus, remote sensing has been of paramount importance, since it makes it possible to study the terrestrial environment through the interactions between electromagnetic radiation and component substances present on planet earth. Thus, the objective of this study was to analyze the distribution and quantification of hot spots in the micro-region, northeast of Pará, specifically in the municipality of Garrafão do Norte-PA, from 2014 to 2018, from data from satellite monitoring of reference AQUA MT. For this, data from heat sources from the National Institute for Space Research (INPE) and data from secondary vector bases provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) were used. From the results, identified in the 5-year time series a total of 575 records of heat spots. Within this amount, the city of Garrafão do Norte -PA recorded the highest value, for 2015 around 172 outbreaks, representing approximately 30% of this total and the year with the lowest number of outbreaks was 2018 around 27 hot spots representing a value of 4.69%. In addition, through kernel analysis showed that the highest concentration of density of heat spots is located near the municipal headquarters and also in the surroundings with other municipalities that border with it. Therefore, concluding the geographic location for the studied area, there was a satisfactory fall with the number of hot spots, in which several factors corroborated for this reduced range. Such as the increase of SAF's (agroforestry system), an alternative of ecological sustainable agriculture that has been expanded in these places, the implantation of other crops such as palm oil and, finally, the absence of primary forests in the region.

Key-words: Fire, mapping, remote sensing, Amazon biome.



1. INTRODUÇÃO

A utilização do fogo como ferramenta agrícola pode gerar diversas perdas no meio biofísico, entre eles a perda da biodiversidade presente nos diferentes ecossistemas naturais. Além disso, diversos motivos caminham para a degradação ambiental, bem como a prática de corte e queima, incêndios e atividades ligadas com o setor agropecuário.

De acordo com Gonçalves et al. (2012), os desmatamentos juntamente com as queimadas, são dois dos maiores problemas ambientais enfrentadas pelo Brasil atualmente. Embora sejam consideradas distintas, são práticas tradicionalmente associadas, pois em sequência à derrubada da vegetação, quase sempre é praticada a queima do material vegetal.

Assim, existe a necessidade de avançar periodicamente no controle e fiscalização das queimadas nos ecossistemas e ambientes naturais, fomentando a ideia de produção de tecnologias eficientes capazes de monitorar suas ocorrências no planeta.

Atualmente, análises geradas em sistemas de informações geográficas com dados oriundos de satélites em órbitas por meio de práticas de sensoriamento remoto, tem permitido uma ampla visão em relação a distribuição temporal, espacial e padrões das queimadas em diferentes escalas, permitindo melhor estudar as interações do fogo com as relações culturais e socioambientais (PEREIRA et al., 2012).

No Brasil esse serviço é desempenhado pelo Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais (INPE), no qual é responsável por fazer monitoramentos como esse. O órgão realiza o monitoramento diário de focos de calor, para detectar com precisão focos de queimadas que estão cada mais vez avançando na vegetação amazônica.

Nesse contexto, o município de Garrafão do Norte pertencente ao território paraense, estando situado no bioma amazônico, bioma esse que vem enfrentando grandes incidências de queimadas ao longo de décadas. Esse município nasceu de um povoado que se formou em terras do município de Ourém/PA, no qual seus habitantes foram quase que na totalidade, descendentes de imigrantes nordestinos que, consistiam às chamadas frentes pioneiras, as quais foram grandes responsáveis pelo povoamento da região (MOREIRA, 2008). Ainda de acordo com o autor, o município possui destaque para exploração de madeira, no qual é comum deparar-se com pessoas adentrando os ramais e vicinais com tratores e caminhões para o transporte dos troncos de árvores. Ou seja, nota-se que além da degradação ambiental causada pela agricultura e pecuária, o território regional do município sofre ainda bastante com a prática de derrubadas de florestas e comercialização de madeira.

A economia local do município é especialmente voltada a agricultura e setores de produção agropastoris, sendo a mandioca (*Manihot esculenta*) a principal cultura agrícola cultivada na região (ALMEIDA & QUEIROS, 2012).

A agricultura familiar, ainda tem como principal produção as lavouras temporárias como: o arroz (*Oryza sativa*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e milho (*Zea mays*). E com relação as lavouras permanentes, estão entre os produtos: a banana (*Musa spp.*), coco (*Cocos nucifera*), laranja (*Citrus sinensis*), pimenta do reino (*Piper nigrum*) e dendê (*Elaeis guineensis*). Na pecuária, pode-se destacar as criações de animais como bovinos (*Bovinae*), suínos (*Suidae*), caprinos (*Caprinae*) e aves (*Gallus sp.*). No extrativismo vegetal, temos como principais produções o açaí e os produtos madeireiros (IBGE, 2015).

Mediante essa perspectiva, o estudo empreendido objetivou identificar os setores espaciais com indicativos e incidência de focos de calor para os últimos cinco anos, de 2014 a 2018, no município de Garrafão Norte, pertencente ao estado do Pará, através de técnicas de sensoriamento remoto utilizando dados do banco de dados de queimadas (BD Queimadas) disponibilizados pelo INPE.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As queimadas correspondem a uma prática muito utilizada no preparo do solo, no qual utiliza-se constantemente a aplicação do fogo para a limpeza de áreas do terreno para sistemas produtivos na agricultura. Enquanto o termo foco de calor, é utilizado para o registro da ocorrência de incêndios causados pelo fogo na superfície terrestre, obtido através das técnicas de sensoriamento remoto (SILVA FILHO et al., 2009).

Segundo Florenzano (2007), detectar o número de queimadas é um elemento muito importante principalmente quando aliada a técnicas de sensoriamento remoto orbital, em que não só permite, como constitui um importante sistema de monitoramento do meio ambiente, sobretudo quando essas práticas estão associadas ao mapeamento de incêndios florestais e na identificação de áreas devastadas pelo desmatamento. De acordo com Homma et al. (1993), o INPE iniciou em 1975, o acompanhamento das derrubadas e queimada via satélite na Amazônia, hoje existem indicações de que efetivamente milhões de hectares foram derrubadas e queimadas na região.

Nesse contexto, sensoriamento remoto pode ser definido como uma ciência capaz de obter informações de um objeto sem estar em contato físico com ele, podendo ser usado para medir e monitorar importantes características do meio biofísico, e atividades antrópicas no ambiente terrestre através da captação da radiação eletromagnética, que reflete e é emitida pela superfície, a exemplo dos focos de calor JENSEN (2009).



Assim, ao longo das últimas décadas, tem-se notado um aumentado gradativo de áreas atingidas pelo fogo no Brasil, em razão do número da ocupação do seu território, ocasionando uma enorme perda da biodiversidade, e aumento do efeito estufa, a destruição dos microrganismos e consequente perda da fertilidade do solo, além da poluição do ar (GRANEMANN & CARNEIRO, 2009).

O monitoramento de queimadas e incêndios florestais com imagens de satélite, é uma ferramenta muito útil para regiões remotas. A detecção de focos de queima de vegetação nas imagens, utiliza um mesmo modo de identificação de fogo em todas as regiões, diariamente e por anos seguidos, o que permite análises temporais e espaciais da ocorrência do fogo, o que seria inviável de outra forma, dada a precariedade, descontinuidade e diferença de métodos nas fontes de informações locais. Em geral, os dados do satélite de referência permitem essa comparação temporal de qualquer parte do planeta (INPE, 2019).

Ainda de acordo com o INPE (2019), os satélites de referência são satélites que dão informações diárias de focos de calor detectados, sendo comumente utilizados para compor a série temporal ao longo dos anos, e assim permitir as análises e tendências nos números de focos para as mesmas regiões e entre regiões em períodos de interesses. Desta maneira, as geotecnologias surgem como um importante recurso de subsídio na assimilação das queimadas permitindo localizar, quantificar e fazer estudos de análises espaços temporais das áreas onde ocorrem incêndios (ASSIS et al. 2014).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O estudo empreendido foi realizado no Município de Garrafão do Norte, pertencente à Mesorregião Nordeste Paraense e à Microrregião Guamá (Figura 1). A sede municipal está centrada nas coordenadas geográficas: 01° 55' 45" de latitude Sul e 47° 03' 24" de longitude a Oeste de Greenwich. IDESP (2011), fazendo limites com os seguintes municípios ao norte com Capitão Poço e Ourém, ao sul com Nova Esperança do Piriá, a leste com os municípios de Santa Luzia do Pará e a oeste com Capitão Poço. Com uma população de aproximadamente 25.512 habitantes, possuindo uma área territorial de 1.604,4 km² e apresentando como densidade demográfica de 15,66 hab/km² (IBGE, 2018).

Esse município, apresenta clima mesotérmico e úmido. A temperatura anual fica em torno de 25° C, apresentando um período mais quente, com médias mensais em torno de 25,5° C, e um período mais ameno, cujas temperaturas mínimas giram em torno de 20° C. Seu regime pluviométrico fica, geralmente, próximo a 2.250 mm (IDESP, 2011).



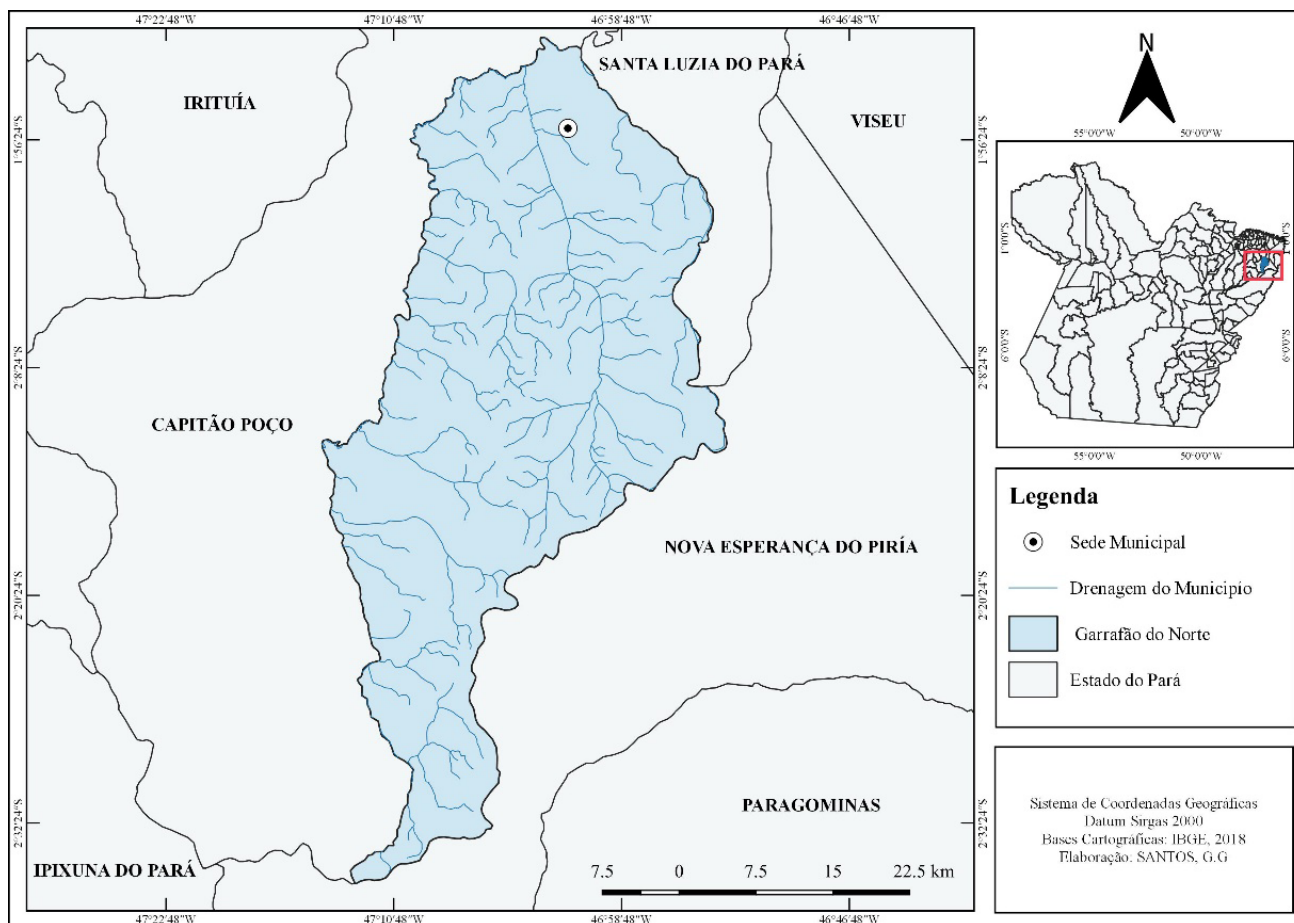


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.
Fonte: Autores (2019)

3.2 Base de dados

Os dados de focos de calor foram extraídos do site do Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais (INPE), na plataforma “Banco de dados de Queimadas” em formato *shapefile* com características: País- Brasil, Estado- Pará, Município- Garrafão Norte, no período de janeiro de 2014 a janeiro de 2019; Focos de satélite- Referência AQUA_M-T; focos do Bioma Amazônico.

Foram feitos também o uso de bases vetoriais secundárias, disponibilizadas por instituições reconhecidas pelo Governo Federal, tais como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

3.3 Tratamento, interpretação e geração dos dados

Os dados formatos de *shapefiles*, de focos de calor (2014 a 2018), foram organizados em uma única base específica de dados, com objetivo de facilitar a manipulação e a análise posteriormente da distribuição temporal anual dos focos de

calor.

Após isso, todo processamento de dados foi realizado no software QGIS, versão 2.14 Com a sobreposição dos dados dos focos de calor e limites territoriais, dados matriciais de densidade de focos de calor acumulado para o período de estudo, foram determinados por meio do algoritmo estimador de densidade de Kernel. A partir da densidade de kernel, foram criados mapas para cada ano em estudo utilizando-se um raio de vinte mil (20000) metros para comparação a nível de distância nos anos de (2014 a 2018), que foram classificados segundo a sua cor e tonalidade, da seguinte forma: vermelho, indica densidade muito alta; laranja, indica densidade alta; amarela, densidade média; verde com tonalidade mais clara, significa densidade baixa; e a cor branco indica densidade muito baixa.

Assim, foram utilizados o algoritmo estimador de densidade de Kernel por um mecanismo presente no próprio Qgis devido este ser um indicador de fácil uso e explanação (CABRAL & SOUZA, 2008).

A distribuição espacial dos focos de calor, as quais são determinadas no mapa de Kernel, são capazes de permitir e verificar quais as áreas de maior incidência nos anos mais críticos. Sendo assim, o objetivo da análise de Kernel é obter de forma sistêmica, estimativa suavizada da densidade de focos de calor por unidade de área. Silva et al. (2009), argumentam que essa contagem é ponderada pela distância de cada evento ao ponto de referência dentro de um dado raio, uma propriedade de relevância para a análise da tendência de um processo estocástico espacial. Além disso, foi gerado um gráfico da ocorrência anual de focos de calor para cada ano por meio do aplicativo Excel-Microsoft.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Com intuito de realizar uma análise espaço temporal das ocorrências de focos de calor no município de Garrafão do Norte/PA nos anos de 2014 a 2018, com o objetivo de quantificar e qualificar as informações obtidas no âmbito crescente e/ou decrescente, os dados vetoriais do tipo formato *Shapefile* das ocorrências foram processados em ambiente SIG, atrelado ao banco de dados geográfico que foi estruturado.

De acordo com Câmara (2001), SIG consiste em um sistema muito importante a qual possui capacidade de recuperar e consultar informações de um banco de dados, trazendo informações alfanuméricas sobre determinado espaço geográfico dos dados referentes a sua localização espacial contribuindo satisfatoriamente para uma visão inédita no meio em que se pretende observar e trabalhar.

Conforme os dados coletados, na fase temporal de 5 anos, apresentados no Gráfico 1, foram detectados por meio do satélite de referência AQUA M-T, um total

de 575 focos de calor. Observou-se anualmente, que dentre os períodos em estudo, a ocorrência de focos de calor foi maior em 2015, com um quantitativo de 172 pontos de focos registrados pelo sensor do satélite, seguido de 2014, com 161 pontos, e 2017 com 139 focos de calor. Ainda no quantitativo anual, observou-se que para o ano de 2018, houve a menor incidência de focos de calor para o município em pauta, com apenas 27 focos.

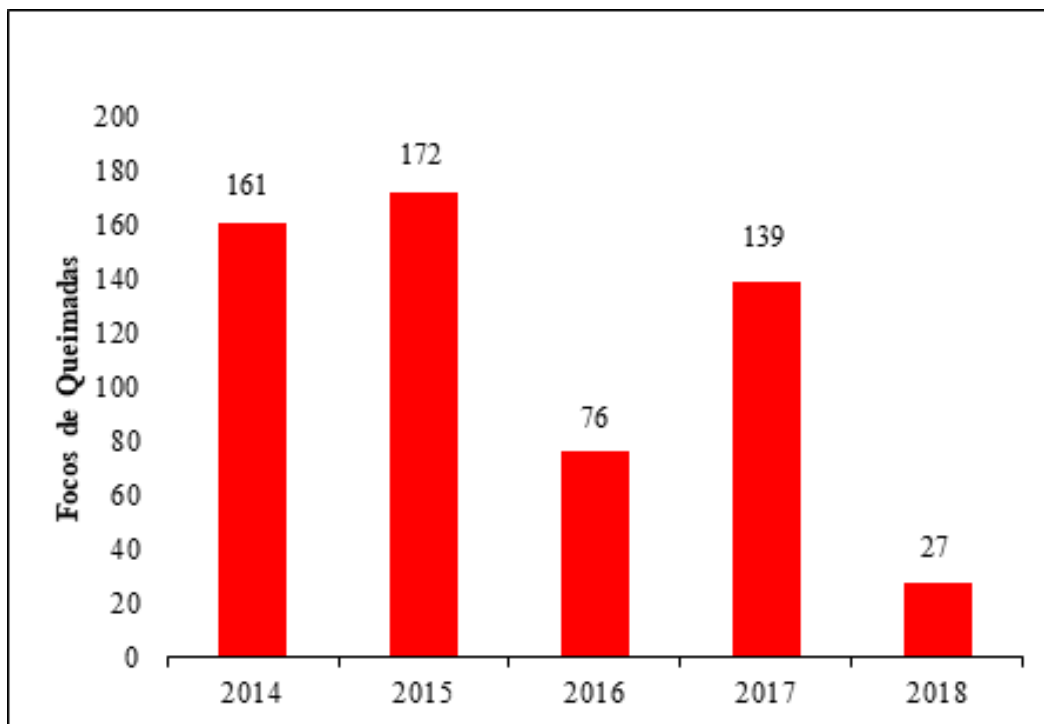


Gráfico 1. Distribuição anual do total de focos de calor para os anos de 2014 a 2018, do município de Garrafão do Norte.

Fonte: CPTEC/INPE

Desse modo, do total registrado de focos de calor durante os anos analisados, o município de Garrafão do Norte-PA representou cerca de 28 % dos focos no ano de 2014, em seguida 29,91 % em 2015, com 13,21 % para o ano de 2016, e 24,17 % e 4,69 % respectivamente nos anos de 2017 e 2018. Além disso, é possível identificar na Figura 2, que a região central do município foi a que mais sofreu focos de calor, existindo uma maior expansão desses focos no sentido oeste do município. Foi possível verificar também um índice de quase dezoito (18) focos de queimadas a cada distância de vinte mil (20000) metros, sendo este o raio utilizado no mapeamento de intensidade de (kernel) para comparações de distância de uma queimada para outra no período de 2014.

MAPA DE FOCOS DE QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE GARRAÇÃO DO NORTE, PARÁ ENTRE OS ANOS DE 2014 E 2018

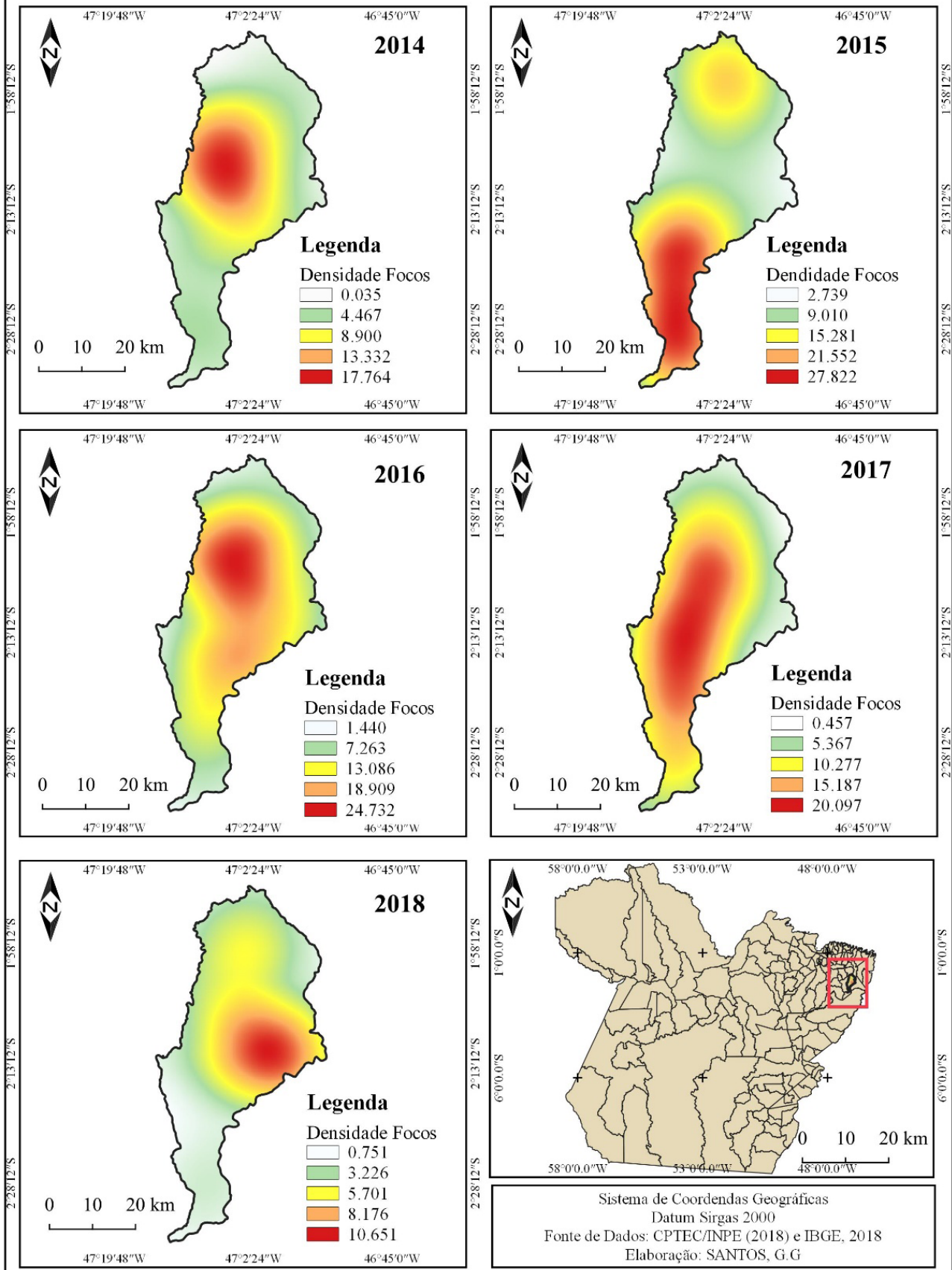


Figura 2. Distribuição anual do total de focos de calor no município de Garrafão do Norte, Pará entre os anos de 2014 a 2018.
Fonte: CPTEC/INPE

Com relação ao ano de 2015 teve um aumento significativo em relação a 2014, em que a gravidade de incidências de queimadas deixou de se concentrar somente na região central conforme pode ser observado na Figura 2, se expandindo mais para a região sul do município, a qual foram detectados pouco mais de 27 focos de queimadas a cada distância de vinte mil metros, que foi o raio estabelecido neste estudo. Ainda pode ser observado no mapa temático, que para o ano de 2015, houve bastante incidências desses focos também para o norte da cidade. Além disso, analisando os dados, verificaram que houve um aumento percentual de 6,83 % no número de focos de calor, comparando os dados dos anos de 2014 com os de 2015.

Para o próximo ano em estudo, sendo este 2016 também contido na figura 2 observa-se, que o número de focos voltou a integrar para região central do município, se expandindo tanto ao leste no sentido a Santa Luzia do Pará, como também ao oeste no sentido Capitão Poço, onde o nível mais severo de focos de queimadas se concentrou em grande escala na região sul, em direção ao município de Nova Esperança do Piriá, que faz limite com a cidade de Garrafão do Norte. Analisando ainda os dados quantitativos de focos de queimadas com relação ao ano de 2016, houve um decréscimo percentual desses focos de 55,81 %, quando comparado com o ano anterior, ou seja, o ano de 2015.

Em relação a 2017, as regiões mais atingidas na área de estudo, foi a região oeste da cidade que faz limites com o município de Capitão Poço, e ao Sul do município a qual faz limite com a cidade de Nova Esperança do Piriá. Desta forma, quando comparada com o ano anterior, podemos observar que houve um aumento percentual de 82,89 % quanto ao número de focos de calor de 2016 para 2017.

E para o último ano em análise da pesquisa, notou-se que as áreas menos atingidas pelas queimadas apontadas como maiores intensidade, foram as regiões Norte e Sul do município, no qual é possível verificar que o recorte municipal está com um preenchimento menor de incidências de focos de calor, e quando comparado com ano anterior houve uma baixa percentual de 82, 57 %.

Desta forma, ao longo dos resultados analisados, observou-se por meio dos mapas de kernel para os anos em estudo, a qual houve uma redução significativa de 83, 22 %, desde o ano inicial na pesquisa sendo ele 2014 até o ano final, 2018.

Essas baixas no número de focos de calor, estar relacionado ao aumento da implementação de sistemas agroflorestais (SAF's), na região, pois desde o ano de 2014 vem sendo construído estratégias de desenvolvimento rural por meio da produção de mudas de espécies, florestais e frutíferas, em viveiros coletivos em comunidades rurais de Garrafão do Norte-PA, visando a diversificação dos agroecossistemas familiares (BENEVIDES, 2019). Ainda de acordo com o autor, essas experiências com SAFs, são resultados de ações do Núcleo de Estudos Pesquisa e Extensão em Agricultura Familiar e Agroecologia atuante da Universidade Federal Rural da Amazônia Campus de Capitão Poço (NEA/UFRA-CCP), em parcerias com o Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Garrafão do Norte (ST-



TR-GN), e Associações de agricultores em parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Agência de Defesa Agropecuária do Estado (ADEPARA) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Tomé-Açu.

Percebe-se que essas atividades e parcerias entre universidades e o meio, venham a desempenhar papel muito importante dentro do contexto de agricultura sustentável e o campo, no qual vem sendo possível notar uma redução satisfatória em relação aos números de queimadas potencializadas por ações antrópicas nos roçados desses trabalhadores camponeses.

Assim, os trabalhos iniciais dessas parcerias, foi a conscientização desses agricultores a produzir de maneira mais consciente e com práticas sustentáveis, havendo encontros e reuniões para apresentar as vantagens dos sistemas agroflorestais, a qual utilizaram o município de Tomé-Açu como exemplo de local como referência em produções com SAF's no estado do Pará, e por este apresentar experiências em agroecossistemas diversificados nos sistemas produtivos dos agricultores familiares.

Segundo Nobre *et al.* (2017), é importante tomar como exemplo e inspirações para realizar tais atividades no campo juntamente com experiências já consolidadas, ou seja, as chances de dá certo são bem maiores. Assim, desta forma os sistemas agroflorestais vêm demonstrando ser um dos grandes fatores que tenha vindo a corroborar com a diminuição de incidências de queimadas para o município de Garrafão do Norte.

Além disso, diversos fatores podem ser apontados como indicativo para essa redução efetiva de focos de queimadas. A exemplo disso, podemos citar a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), que até então era exclusivamente a cultura principal na região, para a produção de farinha. No entanto, com o passar dos anos outras culturas foram sendo inseridas nos diferentes agroecossistemas de produções locais dos agricultores familiares dessa região, bem como dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), fazendo com que uma parcela desses agricultores migrasse para uma alternativa de agricultura menos agressiva aos ecossistemas naturais, diminuindo a prática de corte e queima.

Além disso, segundo o relato de um agricultor, residente em áreas agricultáveis deste município há duas décadas, o número de queimadas vem diminuindo bastante também, devido à pouca quantidade de matas primárias existentes no local para a utilização dessa prática de corte e queima como limpezas dos solos, uma parcela dos produtores rurais utilizam maquinários como ferramenta deste serviço, como tratores disponibilizados para os mesmos pela própria prefeitura municipal da cidade, sendo estes serviços gratuitos de aragem, onde os produtores apenas pagam o combustível necessário para aração de suas terras para os roçados seguintes.

No entanto, é importante destacar que a prática de corte e queima, ainda de acordo com o agricultor, para o município de Garrafão do Norte, ainda é bastante

praticada, embora seja em números reduzidos, devido ao fato de não existir florestas de maneira tão mais intensa com antigamente. O município em questão, atualmente possui quase cerca de 90% de suas áreas desmatadas (INPE/PRODES, 2017).

5. CONCLUSÕES

Houve uma diminuição expressiva com relação ao número de focos de queimadas para a localização geográfica estudada, no qual diversos fatores corroboram para esse resultado. Incluindo eles, o aumento da implantação de sistemas agroflorestais (SAF's), nos sistemas produtivos dos agricultores familiares e camponeses, e também a inserção de outras culturas cultivadas na região, a exemplo disso, a cultura do dendê, e por último, outro fator que colabora para este resultado é própria a inexistência de florestas primárias na região.

Referências

- ALMEIDA, M. V. M.; QUEIROS, M. A. L. **Etnomatemática**: Os Saberes Matemáticos Observados Na Produção De Farinha De Mandioca E Seus Derivados No Município De Garrafão Do Norte-PA, 2012. Disponível em: http://www.cbem4.ufpa.br/anais/Arquivos/CC_ALMEIDA_QUEIROZ.pdf. Acesso em 29 de julho de 2019.
- ASSIS, F. R. V.; MENDONÇA, I. F. C.; SILVA, J. E. R.; LIMA, J. R. **Uso de geotecnologias na locação espacial de torres para detecção de incêndios florestais no semiárido nordestino**. Floresta, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 133 - 142, jan. / mar. 2014.
- BENEVIDES, Paulo Renato. **Experiências com sistemas agroflorestais em agroecossistemas familiares no município de Garrafão do Norte**, Pará. 2019.
- CABRAL, A. P. S.; SOUZA, W. V. **Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU)**: análise da demanda e sua distribuição espacial em uma cidade do Nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 11, n. 4, p. 530-540, 2008.
- CAMARA, G. et al. **Introdução da geoinformação**. 2001. Disponível em: <<http://www.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em 28 de setembro de 2019.
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. Oficina de textos, 2007.
- GONÇALVES, K.S; CASTRO, H.A; HACON, S.S. **As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório**. In: Ciência & Saúde Coletiva. Data de publicação: 01/06/2012. <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a16.pdf>>acesso em 29 de set de 2019.
- GRANEMANN, D. C.; CARNEIRO, G. L. **Monitoramento de focos de incêndio e áreas queimadas com a utilização de imagens de sensoriamento remoto**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2009.
- HOMMA, Alfredo Kingo Oyama et al. **A dinâmica dos desmatamentos e das queimadas na Amazônia**: uma análise microeconômica. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO E ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 31., 1993, Ilhéus. Desenvolvimento agrícola e desenvolvimento rural: anais. Brasília, DF: SOBER, 1993., 1993.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário Preliminar**. 2015. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/garrafaodonorte/pesquisa/19/29761>. Acesso em 28 de



setembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Densidade demográfica:** Garrafão do Norte. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/garrafao-do-norte/panorama>. Acesso em 28 de setembro de 2019.

INSTITUTO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO- SOCIAL DO PARÁ – IDESP. **Estatística municipal do município de Garrafão do Norte.** Pará, 2011. Disponível em: <<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/garrafdonorte.pdf>>. Acesso em 29 de setembro de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia por Satélites:** Sistema Prodes, 2017. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesuc.php>. Acesso em: 20 de out. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Perguntas Frequentes. 2019. **Programa de Monitoramento de Focos.** Disponível em: <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/perguntas.html>. Acesso em: 28 de set de 2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente.** 1ª edição. São José dos Campos: Ed. Parêntese, 2009.

MOREIRA, Aninha Melo et al. **Estudo comparativo do uso da terra em unidades de produção familiar no Nordeste Paraense.** 2008.

NOBRE, H. G. et al. **Agroecologia, sistemas agroflorestais e sua contribuição para a sustentabilidades no nordeste paraense.** In: CANUTO, J. C. (ed.) Sistemas agroflorestais: experiências e reflexões. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.216.

PEREIRA, A. A. et al. **Validação de focos de calor utilizados no monitoramento orbital 335 de queimadas por meio de imagens TM.** Cerne, v. 18, n. 2, p.335-343, 2012.

SILVA FILHO, E. B. da; TELES, L. J. S; SANTOS NETO, L. A. dos. **Ocorrências de focos de calor no estado de Rondônia em 2007.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 123-140, ago. 2009.





CAPÍTULO 3

MARKETING VERDE NO PROCESSO DE GESTÃO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

GREEN MARKETING IN THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND
SUSTAINABILITY PROCESS

Carmino Hayashi
João Paulo Moraes Rabelo
Diego de Souza Sardinha

Resumo

As contribuições do *marketing verde* nos processos de gestão ambiental sustentável nas organizações, torna-se muito representativo na forma de entender e compreender o processo de conscientização ambiental pelos gestores organizacionais em seus diferentes níveis hierárquicos, que devem ser expressos sob formas adequadas de gerenciamento produtivo, paralelamente à sustentabilidade ambiental que melhore a imagem junto ao mercado consumidor por meio do *marketing verde*. Neste estudo, objetivamos analisar e diagnosticar os principais pontos críticos pertinentes aos sistemas de gestão ambiental como forma de sustentabilidade ambiental organizacional, por meio de estudos bibliográficos, buscando alternativas mais viáveis em termos de gestão, envolvendo aspectos qualitativos e funcionais, que viabilizem a adoção do marketing verde como elemento permanente nos processos de gestão e sustentabilidade no contexto empresarial. Entretanto, mesmo diante de um diagnóstico de qualidade ambiental bastante comprometido, ainda podemos vislumbrar algumas perspectivas de convivência harmônica entre os meios de produção (empresas) e os consumidores (sociedade), mitigadas por um reordenamento socioambiental conduzidos por uma gestão eficaz, acompanhados pelas ações educacionais do marketing verde. Isto implica em termos conclusivos, assegurar que são imprescindíveis a manutenção de uma interação equilibrada entre o setor produtivo e os consumidores, onde o marketing verde atue como agente de reeducação e alinhamento entre os custos da preservação ambiental e a manutenção da qualidade de vida de nossa sociedade.

Palavras-chave: Marketing Verde, Marketing Ambiental, Sistema de Gestão Ambiental, Sustentabilidade, Organizações Sustentáveis.

Abstract

The contributions of the "green marketing" in the processes of sustainable environmental management in the organizations, becomes very representative in the form of understanding and understanding the process of environmental awareness by the organizational managers in their different hierarchical levels, that must be expressed under suitable forms of management productive, along with environmental sustainability that improves the image of the consumer market through green marketing. In this study, we aimed to analyse and diagnose the main critical points related to environmental management systems as a form of organizational environmental sustainability, through bibliographic studies, seeking more viable alternatives in terms of management, involving qualitative and functional aspects, that enable the adoption of the "green marketing" as a permanent element in the processes of management and sustainability in the business context. However, even in the face of a highly compromised environmental quality diagnosis, we can still glimpse some perspectives of harmonious coexistence between the means of production (companies) and consumers (society), mitigated by a socioenvironmental reorganization driven by effective management, accompanied by actions marketing campaigns. This implies in a conclusive way, to ensure that it is essential to maintain a balanced interaction between the productive sector and consumers, where green marketing acts as a re-education agent and alignment between the costs of environmental preservation and the maintenance of the quality of life of our society.

Keywords: Green Marketing, Environmental Marketing, Environmental Management System, Sustainability, Sustainable Organizations.



1. INTRODUÇÃO

A preocupação ambiental, tanto por parte da grande maioria dos cidadãos, assim como por parte das organizações empresariais no Brasil, começa a surgir por volta da década de 90, com o advento da *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento* (Rio-92), embora já por volta da década de 70 tenha sido instituída a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) em 1973, e na década de 80 tenha sido criada a Lei 6.938/1981 sobre a Política Nacional de Meio Ambiente Brasileira, eventos estes consolidados pela promulgação da Constituição Federal Brasileira de 1988 (2004), conforme explicitado por Hayashi e Silva (2015a,b).

Anteriormente, por volta da década de 70, no mundo inteiro, com o surgimento das dificuldades relacionados aos problemas energéticos, desencadeados pela crise do petróleo e do modelo de matriz energética utilizado, buscavam-se outras fontes de energia mais racional, sustentável e menos prejudicial em termos ambientais; ocasião em que a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu em 1972 a Conferência sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia), considerado o marco inicial das políticas de gerenciamento em Meio Ambiente, segundo Araújo (2010); Hayashi e Silva (2015a,b)

Nas décadas seguintes, especialmente após a virada par ao século XXI, a partir destas necessidades, as organizações empresariais começaram a desenvolver estratégias buscando atender às exigências de preservação ambiental exigidos pelos consumidores, ocasião em que surgiu a utilização das primeiras ferramentas envolvendo o marketing ambiental, depois mais conhecido como marketing verde. Neste contexto, ao longo dos anos seguintes, as empresas que não se mostraram preocupadas em busca da adequação às boas práticas ambientais, começam a perder espaço no mercado consumidor.

Atualmente, a gestão ambiental como forma de sustentabilidade ambiental nas organizações empresariais, no contexto do marketing verde, apresenta-se como uma das mais importantes expressões na maneira de entender e compreender o processo de conscientização ambiental pelos responsáveis das organizações em seus diferentes níveis, ou seja, mostra qual seria a forma mais adequada que uma empresa deveria adotar no gerenciamento da produção e, paralelamente manter e conservar o meio ambiente, buscando melhorar sua imagem perante o mercado consumidor através do marketing verde. Nesta ótica, a organização pode ainda explorar e obter lucratividades tangíveis e intangíveis, uma vez que existe uma nova perspectiva e visão do mercado em relação às empresas que tem reduzido seus poluentes em detrimento daquelas que não observam estes aspectos qualitativos, buscando apenas os lucros e socializando os prejuízos. Sabidamente, é bastante evidente que a nossa sociedade e o mercado têm-se tornado mais crítico e seletivo em relação às estas questões, buscando produzir e consumir produtos com quali-



dade, mas que tragam ainda em seu contexto produtivo a preservação e qualidade ambiental.

É justamente diante deste quadro de possível degradação ambiental, em que vislumbramos uma nova perspectiva de convivência entre o meio de produção (empresas) e os consumidores (sociedade) que buscam um reordenamento socio-ambiental para melhor qualidade de vida; que surge o marketing verde como um elo de ligação que venha possibilitar uma interação com ganhos ou com menos perdas (equilíbrio) entre o setor produtivo e os consumidores, ou seja, desponta como uma forma de reeducação e alinhamento entre as exigências e custos da preservação ambiental e a manutenção da qualidade de vida de nossa sociedade.

Isto posto, objetivamos levantar os principais pontos críticos referentes aos sistemas de gestão ambiental como forma de sustentabilidade ambiental organizacional, na conjuntura do *marketing verde*, por meio de uma revisão bibliográfica junto as principais revistas indexadas na área específica. Em seguida, os artigos serão analisados, traçando-se um perfil cronológico e comparativo entre os diferentes sistemas, buscando propor novas alternativas mais viáveis em termos de gestão por meio de aspectos qualitativos e de funcionalidade, que viabilizem a utilização do marketing verde como elemento permanente nos processos de sustentabilidade e gestão ambiental no meio empresarial.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho visaram desenvolver um trabalho caracterizado basicamente em pesquisas bibliográficas e documentais (periódicos e revistas indexadas nacionais e internacionais), subsidiadas por uma criteriosa revisão de literatura específica sobre a temática em questão, ou seja, relacionados à gestão ambiental, marketing verde e sustentabilidade.

Isto implicou numa abordagem de caráter qualitativo, envolvendo uma análise subjetiva dos dados levantados, tais como detalhamentos, particularidades e interpretações situacionais relacionados ao tema; complementados por uma abordagem de tipologia analítica que, de acordo com Marconi e Lakatos (2011) envolvem estudos e avaliações relativas às informações pré-existentes, buscando explicações contextuais, assim como explicativas, uma vez que se levantam os fatos, analisam, sintetizam, interpretam e identificam suas causas, visando ampliar generalizações, estruturações e modelos de visão unificada, conforme referendado por Hayashi (2018).

3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

3.1 Gestão Ambiental

Quando referirmo-nos a gestão ambiental podemos entendê-lo como um controle adequado do meio ambiente físico, com o objetivo de permitir a sua utilização de forma racional e técnica, de tal forma que mantenham íntegras as suas comunidades biológicas, ou seja, a gestão ambiental deve representar uma administração correta e equilibrada no uso dos recursos ambientais, por meio de ações ou medidas econômicas, investimentos e potenciais institucionais e jurídicos, com a finalidade de manter ou recuperar a qualidade de recursos e desenvolvimento social (CAMPOS, 2002).

As gestões ambientais atreladas às organizações empresariais tiveram seus primórdios por volta da década de 70/80, principalmente na Europa, onde os esforços concentraram-se principalmente no desenvolvimento das estruturas legislativas e regulamentares, reforçadas por uma estrutura de licenciamento ambiental (SEBRAE, 2008), ao passo que no Brasil este processo foi mais lento e demorado, considerando-se as circunstâncias políticas, sociais e econômicas que assolaram o país.

Inicialmente as organizações empresariais, em especial as indústrias tiveram um comportamento bastante contraditório e de oposição, tendo em vista os aspectos embrionários das questões ambientais, investindo apenas em soluções tecnológicas superficiais visando atender e assegurar apenas as normativas e regulamentações legais, sempre mais restritivas, e com as licenças de operações relacionadas as condicionantes ambientais, na busca de atender ao comando-controle da legislação ambiental cada vez mais rigorosa (SEBRAE, 2008).

O processo de gestão ambiental, de acordo com Bruns (2006), visa não somente uma organização mais eficaz das atividades humanas, de tal forma a minimizar os impactos antrópicos sobre o meio ambiente, mas para as empresas significam também vantagens e maiores facilidades em conseguir financiamentos e até grandes melhoras na imagem de seus produtos perante o seu mercado consumidor, conforme Corazza (2003).

Hoje em dia, todas as empresas, independentemente de seu porte seja no setor público ou no privado, deve obrigatoriamente ter uma preocupação em atingir metas de que envolvam questões ambientais preponderantes, não somente pela busca no atendimento as exigências de seu público consumidor, mas também para que esteja rigorosamente enquadrada no atendimento as normativas, legislações e fiscalizações em vigor no país e no mundo, conforme preconiza Hayashi e Silva (2015b)



Ainda, conforme Hayashi e Silva (2015b) o comprometimento das organizações em atender fielmente aos requisitos socioambientais, desde a escolha das técnicas ambientais mais adequadas, assim como o cumprimento da legislação e alocação dos recursos humanos e financeiros ao longo de toda a sua cadeia produtiva envolvendo atividades, produtos ou serviços, representam uma tendência mundial e de caráter irreversível (HAYASHI e SILVA, 2015a, b, c).

Certamente, a implementação de sistemas de gestão ambiental nas organizações empresariais somente tomou um rumo mais concreto, quando as empresas em todo o mundo tiveram consciência dos ganhos financeiros, observados na identificação e redução de desperdícios, melhora na eficiência da produção, novo potencial de marketing, entre outros aspectos que derivavam destas implementações de gestão ambiental. Da mesma forma, paralelamente houve uma maior conscientização por parte das empresas, que passaram a enxergar também os riscos a que estariam sujeitos caso não aderissem aos empregos de soluções organizacionais e técnicas para minimizar os problemas ambientais que surgiam, tais como acidentes, incapacidade de obter créditos bancários e investimentos privados, perda de mercado e de clientela; fatores estes que acabaram por alavancar a busca por uma melhor gestão e sustentabilidade à reboque do *marketing verde*.

3.2 Sustentabilidade Ambiental

O termo sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável pode ser definido dentro do espectro de eventos que venha atender às necessidades de consumidores das atuais gerações, sem, no entanto, comprometer a capacidade de suprimentos e necessidades das futuras gerações, ou seja, implica na capacidade que o indivíduo ou um grupo de pessoas possui em se manterem dentro de um determinado ambiente sem causar impactos a esse ambiente, conforme conceituação expressa em SESC-SP (2015).

Estes termos tomaram uma forma mais consistente no final dos anos 90, embora a degradação tenha dado seus primeiros sinais cerca de um século antes, por ocasião do início da Era Industrial na Europa, transpondo várias décadas de degradação ambiental sem o mínimo de preocupação com o meio. Somente por ocasião da Rio-92 este termo torna-se evidente nas mesas de discussões, mesmo sendo ainda mal interpretado até hoje, em pleno século XXI (HAYASHI e SILVA, 2015a, 2015b).

Conforme Dovers e Handmer (1992), sustentabilidade pode ser definida como a capacidade de um sistema humano, em resistir ou se adaptar às mudanças endógenas ou exógenas por um tempo indeterminado, da mesma forma que o desenvolvimento sustentável corresponde aos mecanismos de mudanças intencionais e melhorias que pode alterar os atributos deste sistema, de acordo com às necessidades do componente populacional, onde o desenvolvimento sustentável



antecipa-se ao alcance da sustentabilidade, ou seja, a sustentabilidade representa o objetivo final do processo, à longo prazo, também conforme especifica Sartori et. al. 2014; Lange et. al. (2018) e Bráz e Bráz (2018).

Da mesma forma, Sabbagh (2011) conceitua a sustentabilidade ambiental como a forma mais adequada de se garantir a continuidade de um processo nos mesmos níveis em que se encontrava no seu início, conforme reafirmado por Hayashi e Silva (2015a, b), ou seja, consiste na capacidade de autossustentação, de se manter equilibrado em termos ambientais. Neste contexto, representa a exploração de recursos naturais exercidas de forma sustentável, em outros termos, que durará para sempre, não se esgotará nunca, o que nos permite dizer que uma sociedade sustentável corresponde àquela que não coloca em risco os elementos do meio ambiente, conforme estipula Mikhailova (2004). Da mesma forma, o entendimento de desenvolvimento sustentável deve representar melhorias na qualidade da vida e bem-estar de nossa sociedade como um todo, da mesma maneira em que devemos respeitar a capacidade de produção dos ecossistemas nos quais estamos inseridos.

Também conforme endossado por Morrillis et al. (2013), a sustentabilidade ambiental significa que os recursos naturais devem ser utilizados de forma inteligente, o que significa que as diferentes formas de recursos naturais serão preservadas para as gerações futuras, ou seja, representa o entendimento de que se deve saber suprir as necessidades presentes sem interferir nas heranças para as futuras gerações. Silva (2012) vai mais além, detalhando que a sustentabilidade ambiental representa muito mais do que a simples degradação ambiental, uma vez que ela abrange questões pertinentes a competitividade empresarial, tais como a qualidade de vida, uso racional dos recursos, tecnologias limpas, entre outros, demonstrando que a sustentabilidade se trata de um relacionamento entre sistemas econômicos dinâmicos e sistemas ecológicos maiores e também dinâmicos.

Quando nos referimos à questão de gestão e sustentabilidade ambiental, devemos entender toda a abrangência de um leque de ações, que vai desde as questões de saneamento ambiental, passando por temáticas específicas que representam o cerne da questão, até questões mais gerais de bem-estar e outros aspectos socioeconômicos que afligem a nossa sociedade. Neste contexto, sugere-se um amplo projeto preventivo (planejamento) e corretivo com abordagens infraestruturais desde um sistema viário, mobilidade urbana, acessibilidade, distribuição de água e energia elétrica, coletas seletivas de resíduos, arborização urbana, vegetação ciliar de rios e nascentes, mananciais, planejamento ambiental rural e até de um eficiente processo de educação ambiental (HAYASHI e SILVA, 2015a, 2015b).

A gestão e sustentabilidade ambiental vêm se destacando e sendo muito discutida e aplicada em diversas empresas, dentro dos mais diversos segmentos, pois proporcionam diferenças significativas no mercado consumidor por meio da inserção do marketing verde, o que é preconizado por Stringhini (2009) que especifica que tal tratativa "não é apenas uma questão de se sobressair aos seus concorren-



tes, a sustentabilidade é uma questão de sobrevivência para qualquer empresa no mercado”.

3.3 Marketing Verde

Conforme Dias (2007), com o aumento das preocupações sobre o meio ambiente pela sociedade contemporânea, assim como um incremento na consciência ambiental da sociedade, origina-se uma nova geração de consumidores denominados de *verdes*, preocupados com a degradação ambiental proporcionada pelo setor produtivo exploratório e por outro lado, preocupados também com aspectos que proporcionassem uma melhor preservação ambiental, o que ensejariam as proposições de políticas públicas voltadas para um consumo racional mais responsável, fazendo com que o meio ambiente passasse a fazer parte das preocupações e estratégias de marketing (marketing verde).

Esta nova visão e comportamento dos novos consumidores acabam por manifestar suas preocupações relacionadas ao meio ambiente, modificando comportamento de compra e consumo, optando por produtos que resultem em menor impactos e prejuízos ambientais e, sobretudo levando a valorização das organizações sociais ambientalmente responsáveis em relação a sustentabilidade ambiental, da mesma forma como demonstravam seus repúdios em relação aos produtos originários de empresas que não comungassem destas mesmas premissas de proteção ao meio ambiente.

De modo geral, a ciência do *marketing*, possui várias divisões, entre os quais encontramos o marketing ambiental e ou marketing verde. O marketing verde não pode ser considerado meramente um conjunto de técnicas com o intuito de proteger e vender produtos que sejam prejudiciais ao meio ambiente, mas deve ser considerado como um processo de articulação nas interrelações entre consumidores, empresas e meio ambiente. Isto significa dizer que ao adotarmos o *marketing verde* numa organização empresarial, é imprescindível que haja a compreensão dos processos intrínsecos, assim como a importância da preservação ambiental em toda a cadeia produtiva e nas mudanças comportamentais em todos os níveis hierárquicos da empresa, argumentação endossada também por Dias (2009).

Por marketing verde, marketing ecológico ou marketing ambiental podemos entender como “o estudo dos aspectos positivos e negativos das atividades de Marketing em relação à poluição, ao esgotamento de energia e ao esgotamento dos recursos não renováveis”, termo este que surgiu na década de 70, por ocasião de um *workshop* promovido pela *American Marketing Association* (AMA) que objetivava discutir o impacto do marketing relacionado ao meio ambiente, sendo que posteriormente, o marketing ambiental foi discutido por Kotler (1995) que o definiu como sendo “... um movimento das empresas para criarem e colocarem no mercado produtos ambientalmente responsáveis em relação ao meio ambiente”.



Neves (2009) conceituou marketing como um processo social e de gestão, nas quais indivíduos ou grupos alcançam as suas necessidades por meio da criação, oferta e troca de produtos e valores entre si, assim como Kotler; Keller (2006) complementam que o marketing envolve ainda um processo de identificação e satisfação das necessidades humanas e sociais; e Churchill (2000) complementa que a essência do marketing trata de uma demanda envolvendo trocas onde a organização e clientes participam espontaneamente de transações nas quais resultam em benefícios para ambos.

Mais recentemente, Marques (2016) definiu o marketing verde como uma das inúmeras estratégias de marketing que objetiva destacar os benefícios de um determinado produto, seja em sua cadeia produtiva (cultivo, matéria prima, processos, etc.) ou na postura e comportamento de empresa que a produz, no tocante as questões das salvaguardas ambientais, ou seja trata-se de um marketing com forte apelo ambiental.

Em termos práticos, o trabalho executado por Oliveira et al. (2015) objetivaram mensurar os benefícios que o marketing verde poderia proporcionar as empresas que advogassem esta causas, assim como se determinado tipo de marketing pode fortalecer uma determinada marca, na eventualidade desta organização eleger como um dos seus pontos fortes os aspectos ambientais, chegando à conclusão de que realmente as empresas podem obter destaques favoráveis no mercado consumidor, caso opte por trabalhar em termos de uma eficiente gestão e sustentabilidade ambiental.

De forma complementar, Freire (2016), enumera três fatores relevantes que denotam o grau de importância do marketing ambiental, quais sejam, em primeiro lugar o marketing ambiental representa de fato uma enorme vantagem competitiva para as empresas perante o mercado consumidor, em segundo lugar a sociedade assimila cada vez mais a transformação cultural agregando valores ambientais, embora as atitudes e comportamentos não se equivalem efetivamente as dimensões ambientais, e em terceiro lugar refletem apenas uma prática de marketing ambiental meramente pontuais em atendimento a alguns segmentos mercadológico ou legislações específicas, não constituindo parte efetiva da cultura organizacional da empresa.

Gestão e sustentabilidade ambiental, no contexto do marketing verde deve sempre representar um processo de integração, embora aparentemente entre estas duas forças haja alguns diferenciais competitivos, eis que geralmente a gestão ambiental insere-se no âmbito das empresas justamente nas inter-relações entre os interesses produtivos de uma organização e o respeito às normas ambientais e suas questões afetas, tais como desperdícios, poluição, esgotamento de recursos, entre outros, conforme explicitado por Takenaka et al. (2011).

Quando falamos em marketing verde significa um enorme espectro de atividades envolvendo modificação de produtos, alterações de processos de produção,



alterações de embalagens e assim também alteração na publicidade; derivadas das preocupações das empresas em relação às questões ambientais, o que fez com as mesmas tivessem que se adequar a essas responsabilidades ambientais e sociais com competitividade, de acordo com Xavier e Chiconato (2013). Deve-se observar que todo o processo de produção do marketing verde abrange a análise e controle completo de todo o seu ciclo de vida, envolvendo desde a produção, embalagem, transporte, consumo, utilização e até o descarte, e principalmente a reciclagem.

Todo o envolvimento das organizações com o marketing verde oportuniza ganhos também para a sociedade, uma vez que favorece uma nova postura educacional em relação ao meio ambiente, modificando comportamentos em relação às posturas ecológicas corretas, favorecendo com que as empresas conscientizadas envidem esforços no desenvolvimento de novos produtos, com características de maior valor agregado para os produtos que contenham e contribuam efetivamente para uma maior sustentabilidade dos ecossistemas, isto é, a utilização do marketing verde engloba a ideia e o conceito de que é possível criar riqueza e amortecer impactos ambientais, conforme preconiza Gonzaga (2005).

Deve-se ressaltar ainda que além de atender às determinações legais e às exigências dos parceiros e clientes, fortalecendo os produtos e a marca e, o marketing verde garante que a empresa atende aos padrões ecológicos demandados no mundo inteiro, uma vez que países mais avançados já utilizam os *eco-selos* ou *selos verdes*, significando que os seus produtos e serviços atendem aos rigorosos padrões de qualidade ambiental, de acordo com Ferreira Júnior (2008).

Em relação aos selos verdes, como garantia destes padrões de qualidade ambiental e ecológicos, Valério (2008) explanava que "Muitos países já introduziram os *eco-selos* ou *selos verdes*, que garantem que os produtos foram produzidos dentro de padrões severos e restritos de "qualidade ecológica" aprovados em nível nacional. Para usar o selo, a empresa submete-se a constantes supervisões e auditorias. Para os consumidores, os selos são uma referência importante na escolha e decisão de compra do produto, pois significam que a empresa está ecologicamente correta.

Na outra extremidade do marketing verde iremos encontrar os consumidores verdes que são os grandes responsáveis pelo consumo e demandas dos produtos ecologicamente corretos produzidos pelas empresas que preconizam a sustentabilidade ambiental e se utilizam do marketing verde para incrementar suas vendas, uma vez que o marketing verde tem como princípio básico agregar estratégias visando atingir essas clientelas com consciência ambiental, conforme Smith (2009).

De acordo com a definição de Layrargues (2000), consumidor verde é aquele que por ocasião da escolha de um produto, valoriza principalmente se o produto foi produzido de acordo com as normas ambientalmente corretas, ou seja, que em nenhuma etapa do seu ciclo de vida houve prejuízo ao meio ambiente; além das questões da qualidade e preços dos mesmos.

O consumidor verde sempre deverá adotar medidas e atitudes comportamentais de compra e consumo coerentes com a preservação dos ecossistemas, o que pode configurá-lo como um elemento indicador relacionado às exigências por uma produção limpa, o que na verdade representa um agente indutor para as tecnologias limpas.

Destarte, cumpre lembrar que pelo perfil das empresas brasileiras analisadas, embora de forma pouco profunda, apontam que as mesmas ainda se encontram numa fase incipiente em relação a consciência de planejamento, implementação, desenvolvimento e controle de uma gestão sustentável. Tal afirmativa pode ser corroborada pelo pequeno número de empresas que publicizam relatórios socioambientais, em relação ao número de empresas regularizadas e em atividade no Brasil, assim como pela qualidade de informações publicadas, pela omissão de dados e pela falta de análise crítica de seus resultados (MOTA et al., 2013). Além destes destaques, os mesmos autores ainda observam que existem “claras evidências de que há camuflagem de dados, por meio de omissão de indicadores e de resultados negativos transformados em ações de sucesso pelas empresas”, denotando que “as empresas não são claras na definição em serem estrategicamente sustentáveis no intuito de aumentarem sua competitividade no mercado, conforme se autodeclararam inicialmente nos relatórios (MOTA et al., 2013).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelas análises apresentadas e discutidas no presente trabalho, o que podemos deduzir é que no mundo inteiro de forma geral tem ocorrido uma grande preocupação em relação às questões de preservação ambiental, principalmente em decorrência da clara degradação ambiental e possível escassez de recursos naturais, o que certamente desembocará na falta de alimentos para a população em todo o mundo. Isto não significa, entretanto, que esteja ocorrendo uma conscientização real para que as medidas preventivas sejam planejadas e acompanhadas das decisões concretas em relação aos impactos gerados no meio ambiente pela própria humanidade.

Neste contexto, onde se exige maior responsabilidade social por parte da sociedade como um todo, surgem as organizações empresariais preocupadas com a elaboração demandadas por produtos e serviços, ou seja, mediante as cobranças por parte das clientelas consumidoras, as empresas e as marcas passam a demonstrar uma maior preocupação pelas questões ambientais, originando a necessidade de uma maior atenção relacionadas a gestão e sustentabilidade ambiental, desencadeando o que foi denominado de marketing verde ou marketing ambiental. Nesta pequena observação, observa-se mais que uma preocupação ambiental, mas um viés carregado por interesses econômicos por parte da empresa, que embora tenha esta conotação comercial, não deixa de ser um atendimento aos ditames das leis, entremeados por um forte apelo às postulações da sociedade que a sustenta.



Entre as diversas vantagens das organizações em implantar mecanismos de boas práticas em gestão ambiental, proporcionando sustentabilidade ambiental e ainda valer-se do *marketing verde* como elemento promocional, inclusive com vantagens financeiras por meios de isenções tributárias, facilidades creditícias e reconhecimento pelo mercado consumidor, encontra-se ainda o fato de antecipar-se aos procedimentos que serão exigidos futuramente como obrigatoriedade nas empresas. Empresas com visão de futuro, que dispuserem a implantar esse modelo de gestão ambiental, certamente estarão estabelecendo uma política ambiental que além do cumprimento das normativas legais, estarão agregando aos seus produtos e serviços, e conseqüentemente à sua marca e imagem valores intangíveis, associando uma obrigação legal com oportunidade, ou seja, convertendo as fraquezas e ameaças em fortalezas e oportunidades, conforme já preconizava Ferreira Júnior (2008).

Embora o marketing verde, sob o ponto de vista teórico tivesse como foco e objetivo principal, representar uma eficaz maneira de conscientizar a nossa sociedade de forma a induzir benefícios ambientais e minimizar impactos antrópicos oriundos do consumismo exacerbado, infelizmente, observamos que algumas empresas divulgam e apregoam investimentos em questões ambientais, apenas como interesses em buscar vantagens fiscais e socioeconômicas para si, em detrimento dos verdadeiros interesses da população e do planeta. O que nos leva a endossar que, conforme Dias (2009) enfatizou que não basta falar a “linguagem verde”, mas as organizações empresariais devem “ser verdes”.

Finalmente, devemos contextualizar de forma contundente que o marketing verde nas organizações não pode ser complacente ou confundido com o efeito *greenwashing* (maquiagem verde), na qual algumas organizações empresariais, inclusive governamentais, procuram vender uma imagem ecologicamente responsável e correta de seus serviços ou produtos, mas na prática atuam de forma contrária aos interesses dos benefícios ambientais. Estas empresas oportunistas, ancorando-se dos momentos de alta relacionadas às questões ecológicas e de sustentabilidade ambientais, buscam associar seus bens e serviços as atribuições de práticas de responsabilidade socioambiental duvidosas e oportunistas, sem critérios ambientalistas verdadeiros, ou mesmo através da utilização de símbolos e apelos visuais, que induzem o consumidor a conclusões equivocadas sobre os produtos ou serviços que nada possuem em termos de salvaguardas ambientais, conforme também preconizam Silva; Prochnow (2013).



Referências

- ARAÚJO, L. M. de. **Gestão Ambiental: um enfoque no desenvolvimento Sustentável**. Apostila Curso de Agronegócios. Universidade Presidente Antônio Carlos. Uberlândia, MG. 2010. 52 p.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 9. ed. rev., atual. e ampl., São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.
- BRASIL. **Lei Nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981.
- BRÁZ, L M.; BRÁZ, A. C. M. Marketing verde e sustentabilidade como estratégia no fortalecimento da marca. **Revista Científica da AJES**, v. 7, n. 13, p. 38-46, 2018. Disponível em: <www.fatecbauru.edu.br/ojs/index.php/rehutech/article/viewFile/336/244> Acesso em 27 junho 2019.
- BRUNS, G. B. Afinal, o que é gestão ambiental? Ambiente Brasil. Disponível em: <<http://ambientebrasil.com.br>> Acesso em: 29 junho de 2020.
- CAMPOS, L. S. **Sistema de gestão e avaliação de desempenho ambiental**. 2002. 220 p. Tese de doutorado. Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis.
- CHURCHILL, G. A. **Marketing: criando valor para o cliente**. Tradução: Cecília Camargo Bartalotti e Cid-dKnipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2000.
- CORAZZA, R. I. Organizações – gestão ambiental e mudança da estrutura organizacional. **RAE- eletrônica** – v. 2, n. 2, p.1-23. 2003. Disponível em: <www.rae.com.br/eletronica> Acesso em 27 junho 2020.
- DIAS, R. **Marketing ambiental: ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios**. São Paulo: Atlas, 2007.
- DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2009
- DOVERS, S. R.; HANDMER, J.W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, v.2, n.4, p. 262-276, 1992.
- FERREIRA JUNIOR, R. R. **Gestão ambiental como instrumento de marketing** - perspectiva e oportunidade no segmento organizacional. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA – SEGET, 2008, Resende - Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: AEDB, 2008. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/artigos2008.php?pag=63>> Acesso em: 25 maio 2020.
- FREIRE, O. B. de L. Marketing Ambiental: Análise Da Produção Científica Brasileira. **Revista Brasileira de Marketing**. Disponível em: <www.revistabrasileirmarketing.org/ojs-.2.4/index.php/remark/article/.../pdf_270> Acesso em: 23 junho 2020.
- GONZAGA, C. A. M. Marketing verde de produtos florestais: teoria e prática. **Floresta**, Curitiba, PR, v.35, n.2, maio/ago. 2005.
- HAYASHI, C.; SILVA, L. H. de A. A gestão ambiental e sustentabilidade no Brasil. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v. 11, n. 7, p. 37-51, 2015a.
- HAYASHI, C.; SILVA, L. H. de A. Instrumentos de políticas públicas em gestão ambiental e sustentabilidade no Brasil. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista** v. 11, n. 7, p. 52-64, 2015b
- HAYASHI, C.; SILVA, L. H. de A. Políticas públicas de gestão ambiental e sustentabilidade: um estudo de caso do município de Ribeirão Preto, SP. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 7, p. 65-79, 2015c
- KOTLER, P. **Princípios de Marketing**. 7ª ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 1995.
- KOTLER, P.; KELLER, L. K. **Administração de Marketing**. Tradução: Mônica Rosenberg, Cláudia Freire, Brasil Ramos Fernandes. 12º ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006.
- LANGE, K. O.; TRINDADE, L. O.; MARQUES, J. S. Sustentabilidade e marketing verde nas empresas. **RCA – Revista Científica da AJES**, v. 7, n. 13, p. 38-46, 2018.



LAYRARGUES, P. P. Sistemas de Gerenciamento Ambiental, Tecnologia Limpa e Consumidor Verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 2, p.80-88, jun. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n2/v40n2a09>>. Acesso em: 25 junho 2020.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. 2011. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2011. 277p.

MARQUES, M. **Marketing Verde**: o que é e porque ele e pode ajudar a melhorar a imagem da sua empresa! 2016. Disponível em <<https://marketingdeconteudo.com/marketing-verde/>> Acesso em 23 junho 2020.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, nº 16, p. 26-41, 2004.

MORRILIS, T. S. **Sustentabilidade: Reuso de Água da Chuva**. Conic-semesp: 13º Congresso Nacional de Iniciação Científica, Faculdade Anhanguera de Campinas, v. 1, n. 3, jan. 2013.

MOTA, M. O.; MAZZA, A. C. A.; OLIVEIRA, F. C. Uma análise dos relatórios de sustentabilidade no âmbito ambiental do Brasil: sustentabilidade ou camuflagem? **Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, v. 10, n. 1, p.69-80, 2013.

NEVES, M. F. **Planejamento e Gestão Estratégica de Marketing**. 1ª ed, 5ª reimpressão. São Paulo, Atlas, 2009.

OLIVEIRA, A. M. de et al. Marketing Verde: Um diferencial competitivo adotado pelas empresas. **Revista Conexão Eletrônica**, Três Lagoas, v. 12, n. 1, 2015.

SABBAGH, R. B. **Gestão ambiental**. (Cadernos de Educação Ambiental, 16). Secretaria do Meio Ambiente, SMA, São Paulo. 2011. 176p.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo. v. XVII, n.1, p. 1-22, 2014.

SEBRAE. **Programa Sebrae de Gestão Ambiental**. SEBRAE / DF 1995 a 2008. Disponível em: <http://intranet.df.sebrae.com.br/download/ambiental/Relatorios/historico_psga_2008/historico_psga_2008.pdf> Acesso em: 18 junho 2020.

SESC SP. **Conceito de Sustentabilidade**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://sustentabilidade.sescsp.org.br/conceito-de-sustentabilidade>> Acesso em: 25 junho 2020.

SILVA, D. B. Sustentabilidade no Agronegócio: dimensões econômica, social e ambiental. **Comunicação & Mercado**, Dourados - MS, v. 1, n. 3, p.23-34, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.unigran.br/mercado/paginas/arquivos/edicoes/3/3.pdf>>. Acesso em: 26 junho 2020.

SILVA, G. C.; PROCHNOW, W. E. Marketing ambiental versus marketing verde: uma análise crítica da linha tênue para o efeito Greenwashing. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, 2013.

STRINGHINI, S. A. **Implantação do Marketing Verde nas Empresas** – Case Philips. 2009. 69 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação Lato-sensu em Administração de Empresas, Fundação Armando Álvares Penteado, São Paulo, 2009.

SMITH, S. B. M. **O Consumidor Ambientalmente Responsável**. 2009. Disponível em: <<http://www.comunita.com.br/pdf/consumidorambientalmenteresponsavel.pdf>>. Acesso em: 25 junho 2020.

TAKENAKA, E. M. M.; CAMPOS, R. M.; TEIXEIRA, G. K. R. Marketing verde e sua contribuição nas organizações. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n.11, p.1362-1372, 2011.

VALÉRIO, A. **Marketing Ambiental agrega valor ao produto**. Trabalho Monográfico de Conclusão do Curso de Pós-Graduação em Marketing e Comunicação, do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH) Dissertação de Pós-Graduação em Marketing e Comunicação. Belo Horizonte, 2008.

XAVIER, R. N.; CHICONATTO, P. O Rumo do Marketing Verde nas Organizações: Conceito, Oportunidades e Limitações. **Revista Capital Científico – Eletrônica** (rcce), -, v. 12, n. 1, p.1-14, 2013.



CAPÍTULO 4

EFEITO DE PLANTAS FITORREMEIADORAS SOBRE A RESPIRAÇÃO BASAL DO SOLO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

**EFFECT PLANTS PHYTOREMEDIATORS ON BASAL GROUND BREATHING
IN THE WEST REGION OF BAHIA**

Wanessa Almeida da Silva

Thiago Lacerda dos Santos

Ronierix Ribeiro de Souza

Thais dos Santos Rodrigues

Thales Roberto Brandão Malheiros Almeida

Vitória Oliveira Andrade

Cristiane Nair Fabricio Nunes

Alberto do Nascimento Silva

Resumo

A respiração do solo é um dos mais antigos preceitos utilizados para quantificar a atividade microbiana, representando a oxidação da matéria orgânica por organismos aeróbios do solo. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das plantas fitorremediadoras sobre a respiração basal do solo na Região Oeste da Bahia. O experimento foi executado entre abril e junho de 2019, na área experimental da Universidade do Estado da Bahia - Campus IX, em Barreiras - BA. Os tratamentos foram compostos por: T1 - Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*); T2 - Milheto (*Pennisetum glaucum*); T3 - Sorgo (*Sorghum bicolor*) e T4 - área de pousio. Realizou-se as análises em dois instantes: antes e depois do corte das plantas. Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. As coletas de solo foram feitas semanalmente, na profundidade de 0-10 cm de profundidade e encaminhadas para análise laboratorial. Foram determinados o carbono orgânico total (COT), o carbono da biomassa microbiana (CBM), a respiração basal do solo (RBS), o quociente metabólico (qCO_2) e o quociente microbiano ($qMic$). O sorgo apresentou os maiores valores de biomassa microbiana antes do corte das plantas e, após o corte, não houve diferença significativa entre as espécies. No carbono orgânico total, a área de pousio revelou valores maiores. Já em relação ao $qMic$, os valores não se mostraram diferentes entre as espécies antes do corte e, após o corte, o sorgo exibiu os maiores valores. Não observou-se diferenças significativas na respiração basal como também não se observou diferença significativa para o quociente metabólico. Dentre as espécies de plantas analisadas, o sorgo apresentou-se com maiores valores de influencia sobre os atributos biológicos do solo estudado.

Palavras chave: Carbono Orgânico; Biomassa Microbiana; Cobertura do Solo.

Abstract

Soil respiration is one of the oldest precepts used to quantify microbial activity, representing the oxidation of organic matter by soil aerobic organisms. This study aimed to evaluate the effect of phytoremediation plants on basal soil respiration in Western Bahia. The experiment was carried out between April and June 2019, in the experimental area of the State University of Bahia - Campus IX, in Barreiras - BA. The Treatments were composed by: T1 - Pork beans (*Canavalia ensiformis*); T2 - Millet (*Pennisetum glaucum*); T3 - Sorghum (*Sorghum bicolor*) and T4 - fallow area. The analyzes were carried out in two moments: before and after cutting the plants. The treatments were arranged in a completely randomized design, with four treatments and five replications. Soil collections were arranged in a made weekly, at a depth of 0-10 cm, and sent for laboratory analysis. Total organic carbon (COT), microbial biomass carbon (CBM), basal soil respiration (RBS), metabolic quotient (qCO_2) and microbial biomass quotient ($qMic$) were determined. Sorghum had the highest values of microbial biomass before cutting the plants and, after cutting, there was no significant difference between species. In total organic carbon, the fallow area showed higher values. In relation to $qMic$, the values were not different between species before cutting and, after cutting, sorghum showed the highest values. There were no significant differences in baseline breathing, as well as no significant difference for the metabolic quotient. Among the plant species analyzed, sorghum had the highest values of influence on the biological attributes of the studied soil.

Key-words: Organic Carbon; Microbial Biomass; Ground Cover.



1. INTRODUÇÃO

Com a necessidade de obtenção de elevada produtividade e a consequente intensificação das práticas agrícolas, a exploração exacerbada do uso do solo aumentou nos últimos anos. Uma técnica muito utilizada para a extração de contaminantes do solo é a fitorremediação, em que se busca eliminar eventuais poluentes que possam ser tóxicos para algumas culturas (SANTOS; NOVAK, 2013). A avaliação da influência da atuação microbiana no processo da fitorremediação pode ser medida, indiretamente, por meio de diferentes variáveis, tais como a respiração basal que mede a atividade microbiológica do solo, no qual os microrganismos degradam os compostos orgânicos a CO_2 (SILVA et al., 2013). Além deste, a biomassa microbiana, o qual constitui-se um importante agente regulador do processo de decomposição e ciclagem de nutrientes (HUNGRIA et al. 2009). O quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) expressa quanto de CO_2 é liberado pela biomassa microbiana em função do tempo, representando a taxa de respiração específica da biomassa microbiana (ALVES et al., 2011).

Analisando tais características das plantas utilizadas no experimento, o milho se sobressai em relação às demais tratamentos, pois suas características, como a resistência e alta absorção de nutrientes o torna um eficiente estimulador da atividade microbiana do solo (DANTAS, 2010). Pesquisas referentes à relação de plantas fitorremediadoras com a atividade microbiana do solo são necessárias, pois fornecerá referências confiáveis no momento de se escolher uma melhor maneira de se conservar o solo, visto que são poucos os estudos relacionados à associação de plantas, solo e microrganismos na região Oeste da Bahia. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das plantas fitorremediadoras nos atributos biológicos no solo do Oeste da Bahia, ressaltando a respiração basal do solo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Plantas fitorremediadoras

A seleção das plantas indicadas para o uso na fitorremediação deve se considerar espécies que se mostram efetivas e eficientes no processo da remediação dos contaminantes diagnosticados. É importante observar, primeiramente, as características do solo, tais como pH, teor de argila, disponibilidade de nutrientes e aeração, em seguida as particularidades e características das plantas a serem utilizadas, como: capacidade de absorção, concentração e/ou metabolização e tolerância ao contaminante; alta taxa de crescimento e produção de biomassa; resistência a pragas e doenças; ocorrência natural em áreas poluídas, adaptabilidade a estender suas raízes até os contaminantes, além de outras características. Uma



planta dificilmente reunirá todas as características desejadas, mas deve reunir o maior número delas (MARQUES, et al. 2011).

Há diferentes processos envolvidos na fitorremediação que envolvem as características morfofisiológicas das espécies e essas diferem de espécie para espécie. As principais estratégias desenvolvidas pelas plantas se classificam em: fitoextração, fitoestimulação, fitoestabilização, fitovolatilização e a fitodegradação (SILVA, et al., 2019).

2.2 Influência de plantas fitorremediadoras nos atributos biológicos do solo

Dentre as propriedades biológicas, pode-se destacar a respiração basal, ou atividade microbiana, que, assim como outros processos metabólicos, é dependente do estado fisiológico da célula microbiana e é influenciada por diversos fatores do solo, como: conteúdo de água, temperatura, estrutura, disponibilidade de nutrientes, textura, relação C/N e presença de resíduos orgânicos (SILVA et al., 2019). A respiração basal representa a oxidação da matéria orgânica por organismos aeróbicos do solo, que, portanto, utilizam oxigênio como acceptor final de elétrons, até gás carbônico (MOREIRA et al., 2006).

Para o uso de plantas fitorremediadoras na eliminação de contaminantes do solo, as mesmas associam suas raízes aos microrganismos, estimulando o desenvolvimento da atividade microbiana por meio de exsudatos provenientes das raízes que, contendo compostos orgânicos, fornecem nutrientes aos microrganismos (MEERS & TACK (2010).

A redução dos teores de compostos voláteis por evapotranspiração das plantas, até níveis que admitem a sobrevivência e atividade de microrganismos biorremediadores, e as plantas fornecem sombreamento e aumento da umidade do solo, promovendo aos microrganismos condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. Nesse contexto, os microrganismos da rizosfera apresentam potencial para melhoraria da fitorremediação (MISHRA; SINGH; ARORA, 2017).

3. METODOLOGIA

O experimento tem natureza quantitativa e foi desenvolvido em casa de vegetação, entre abril e junho de 2019, na área experimental da Universidade do Estado da Bahia - Campus IX, em Barreiras – BA. O clima predominante na região é tropical com estação seca, baseado na Classificação climática de Köeppen- Geiger: Aw. O solo utilizado é classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado – DIC, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos por: T1 - Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*); T2 - Milheto (*Pennisetum glaucum*); T3 - Sorgo (*Sorghum bicolor*) e T4 - área de pousio.

A semeadura das três espécies foi realizada no dia 28/03/2019 em vasos de 11 L, utilizando a densidade de semeadura de 4 sementes por vaso para o feijão-de-porco e 10 sementes por vaso para o milheto e sorgo. A irrigação foi feita manualmente, duas vezes ao dia e o desbaste feito sete dias após a emergência, deixando-se apenas quatro plantas por vaso para milheto e sorgo e apenas duas para feijão-de-porco.

Para avaliação do efeito das plantas nos atributos do solo foram analisadas as seguintes variáveis: carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal do solo (RBS) e o quociente metabólico. Foram realizadas quatro avaliações (1, 9, 34 e 41 dias após a emergência da cultura) até o florescimento da cultura (antes do corte). Ao atingirem o florescimento, foram cortadas e deixadas a superfície do solo (após o corte), onde foram realizadas mais duas avaliações.

3.1 Carbono da Biomassa Microbiana (CBM)

A determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM) foi realizada pelo método de irradiação de micro-ondas conforme MENDONÇA & MATOS (2005). As análises foram feitas em triplicatas, o solo foi peneirado em peneira de 2mm e condicionado em refrigeração até o momento da análise. O carbono da biomassa microbiana em $\mu\text{g g}^{-1}$ de C no solo foi determinado, conforme a equação 1, calculando-se a diferença do carbono entre amostras irradiadas e não irradiadas:

$$CI, C\tilde{N}I = \frac{(Vb - Vam)(\text{molaridade do sulfato ferroso})(3)(1000)(\text{volume extrator})}{(\text{volume do extrato}) * (\text{peso do solo})} \quad (1)$$

*volume utilizado para a determinação do carbono (mL)

Vb = volume do branco (mL);

Vam = volume da amostra (mL);

3 = resultado da relação entre o número de mols de Cr_2O_7^- que reagem com Fe^{2+} (1/6), multiplicado pelo número de mols de Cr_2O_7^- que reagem com o C^0 (3/2), multiplicado pelo peso equivalente do C (12);

1000 = fator de conversão de unidade.



$$C_{mic} = (CI - C\tilde{NI}) / K_c = \mu\text{g. g de C no solo}$$

$$K_c = 0,33$$

CI = amostra irradiada, C \tilde{NI} = amostra não irradiada

3.2 Respiração Basal do Solo (RBS)

A atividade microbiológica foi avaliada pela respiração basal do solo (RBS), através do método de quantificação do dióxido de carbono (C-CO₂) desprendido das amostras de solo não fumigadas em um período de sete dias, conforme ISER-MEYER (1952) citado por ALEF e NANNIPIERI (1995). A respiração basal do solo em mg de C-CO₂ Kg⁻¹ solo, foi determinada conforme a equação 2:

$$\text{RBS (mg de C- CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo)} = ((V_B - V_A) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / (P_s) / T \quad (2)$$

em que,

V_b (mL) = Volume de ácido clorídrico, padronizado, gasto na titulação da solução controle (branco)

V_a (mL) = Volume de ácido clorídrico, padronizado, gasto na titulação da amostra

M = Molaridade real do HCl

P_s (g) = Massa de solo seco

T (dias) = Tempo de incubação da amostra

3.3 Quociente Metabólico (qCO₂)

O quociente metabólico foi determinado pela razão entre a respiração basal do solo e o carbono da biomassa microbiana, como mostra a (equação 3), conforme Anderson e Domsch (1993).

$$q_{CO_2} = \frac{RBS}{CBM} \quad (3)$$

em que,



RBS – Taxa de Respiração Basal do Solo ($\text{mg de C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e,

CBM – Carbono da Biomassa Microbiana ($\text{mg de CO}_2 \text{ kg}^{-1}$)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Antes do corte das espécies de plantas fitorremediadoras

A Tabela 1 ilustra os valores da respiração basal e do quociente metabólico ($q\text{CO}_2$).

Não foram observadas diferenças significativas na respiração basal, em nenhuma das datas estudadas. Para o quociente metabólico, foram observadas diferenças significativas apenas aos 34 dias após a emergência, sendo os maiores valores observados na área sob pousio.

Tratamento	RB				$q\text{CO}_2$			
	1	9	34	41	1	9	34	41
Feijão	0,89 a	0,96 a	0,47 a	0,55 a	0,010 ab	0,019 a	0,005 b	0,006 a
Milheto	0,63 a	0,77 a	0,40 a	0,49 a	0,010 ab	0,010 a	0,002 b	0,007 a
Sorgo	0,47 a	0,90 a	0,75 a	0,51 a	0,004 b	0,008 a	0,010 b	0,006 a
Pousio	0,76 a	0,39 a	0,97 a	0,24 a	0,031 a	0,012 a	0,035 a	0,005 a

Tabela 1 – Valores médios de respiração basal do solo e quociente metabólico durante a fase de desenvolvimento vegetativo das plantas fitorremediadoras (aos 1, 9, 34 e 41 dias após a emergência).

4.2 Depois do corte das espécies de plantas fitorremediadoras

Analisando a Tabela 2, nota-se que não houve diferença significativa na respiração basal do solo. Também não foi observado diferença significativa para o quociente metabólico. Dadalto et al., (2015) também não observaram diferenças estatísticas entre as plantas fitorremediadoras nos atributos do solo. Com relação ao $q\text{CO}_2$, quando a biomassa microbiana se torna mais eficaz, menos CO_2 é perdido para a atmosfera e uma maior taxa de carbono é incorporado a biomassa microbiana, levando a obtenção de menores valores de $q\text{CO}_2$ (CUNHA et al., 2011). Segundo Silva et al., (2010) tais atributos biológicos do solo são dependentes do estado fisiológico das células dos microrganismos presentes no mesmo, e essas são drasticamente influenciadas por diversos fatores do solo, como, por exemplo, forma de preparo e uso do solo, temperatura, umidade e pH. Segundo estudos já realizados, a liberação de CO_2 para a atmosfera, assim como, o acúmulo do mesmo no solo pelos microrganismos podem provocar distúrbios ecológicos ocasionados na qualidade do solo.



Portanto, torna-se essencial a realização de mais pesquisas relacionadas a interação entre plantas nitrificantes e a microbiota presente no solo.

Tratamento	RB		qCO ₂	
	59	61	59	61
Feijão	0,58 a	0,69 a	0,007 a	0,007 a
Milheto	0,69 a	0,83 a	0,025 a	0,023 a
Sorgo	0,96 a	0,88 a	0,009 a	0,009 a
Pousio	0,53 a	0,75 a	0,004 a	0,005 a

Tabela 2 – Valores médios da Respiração Basal e quociente metabólico após o corte das espécies de plantas fitorremediadoras (aos 59 e 61 dias após a emergência).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que, com base nos atributos estudados, que qualquer uma das três espécies pode ser utilizada, já que, não apresentaram diferenças entre si. Entretanto, mais estudos são necessários para avaliar o impacto dessas plantas em outros atributos/características do solo.

Referências

- ALEF, K. & NANZIPIERI, P. Methods in applied microbiology and biochemistry. London, Academic Press, 1995. 576p.
- ALVES, T. D. S.; CAMPOS, L. L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, 2011.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effect of environmental condition, such as pH on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Amsterdam, v. 23, n. 3, p. 393-395, 1993.
- CUNHA, E. D. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. D. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: II - atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 603-611, 2011.
- DADALTO, J.P.; FERNANDES, H.C.; TEIXEIRA, M.M.; CECON, P.R.; MATOS, A.T. de. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.506-513, maio/jun. 2015.
- DANTAS, C.C.O. e NEGRÃO, F.M. Características agrônômicas do Milheto (*Pennisetum glaucum*). **PUBVET**, Londrina, V. 4. N. 37, Ed. 142, Art 958, 2010.
- GAMA-RODRIGUES, E.F. et al. Nitrogênio, Carbono e Atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.893-901, 2005.
- HUNGRIA, M. et al. A. Soil microbial activity and crop sustainability in a longterm experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v. 42, n. 3, p. 288-296, 2009.
- MARQUES, M.; AGUIAR, C.R.C., SILVA, J.J.L.S. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.1-11, 2011.

MEERS, E. & TACK, F. Assisted Phytoextraction: Helping Plants to Help Us. *Elements – An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry and Petrology: Sustainable Soil Remediation*, v. 6, n. 6, p. 383-388, 2010.

MENDONÇA, E.D.S.; MATOS, E.D.S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de análises**. Viçosa: UFV, 2005.

MISHRA, J.; SINGH, R.; ARORA, N. K. Alleviation of heavy metal stress in plants and remediation of soil by rhizosphere microorganisms. *Frontiers in microbiology*, Bethesda, v. 8, n. 1.706, Sept. 2017.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do solo. **UFLA**, Lavras, MG, 2ª edição, p. 157-158, 2006.

SANTOS, C. F. dos; NOVAK, E. Plantas nativas do cerrado e possibilidades em fitorremediação. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, vol. 7, n. 1, jul. 2013.

SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURI, N.; ALIVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1585-1592, 2010.

SILVA, J. M.; ALBURQUERQUE, L. S. D.; SANTOS, T. M. C. D.; OLIVEIRA, J. U. L. D.; GUEDES, E. L. F. Mineralização de vermicompostos estimada pela respiração microbiana. **Revista Verde**, Pombal, PB, v. 8, n. 4, p. 132-135, 2013.

SILVA, T. J.; HANSTED, F.; TONELLO, P. S.; GOVEIA, D. Fitorremediação de solos contaminados com metais: panorama atual e perspectivas de uso de espécies florestais. **Revista Virtual de Química**, Itapeva, SP, v. 11, No. 1, 18-34, 2019.



CAPÍTULO 5

EFEITO DE DIFERENTES COBERTURAS MORTA VEGETAL SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DA CENOURA E NO CONTROLE DE ERVAS ESPONTÂNEAS

EFFECT OF DIFFERENT VEGETABLE DEATH COVERINGS ON THE
CARROT PRODUCTIVE PERFORMANCE AND ON SPONTANEOUS HERBS
CONTROL

Ivanessa Ramos

Maria da Soledade Reis Santos

Marcos da Costa Teixeira

Lorraine de Oliveira Lauris dos Santos Lima

Sandra Maria Cruz Nascimento

Resumo

Na demanda por alimentos mais saudáveis, o uso de coberturas morta vegetal aparece como uma técnica importante capaz de diminuir problemas do uso de agrotóxicos, como alternativa no controle de ervas espontâneas. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de coberturas de solo com leguminosas sobre a produção e desempenho da cenoura e o controle de plantas espontâneas durante o ciclo da hortaliça. O trabalho foi realizado em São Luis do Maranhão no Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís-Maracanã. A biomassa seca fragmentada das leguminosas Crotalaria, Feijão Guandú, Feijão de Porco e Amendoim Forrageiro constituiram os tratamentos, tendo como controle um tratamento sem o uso da técnica. O uso das coberturas morta proporcionou efeito positivo nas características produtivas da cultura em relação ao tratamento sem cobertura, sendo que a maior produtividade (1,81 Kg m²) foi obtida com a utilização da cobertura morta de feijão guandu. E a reinfestação de plantas espontâneas nos canteiros de cultivo da cenoura cultivar Brasília foi significativamente reduzida, independente da cobertura morta de leguminosa utilizada.

Palavras chave: técnica, leguminosas, características produtivas, reinfestação

Abstract

In the demand for healthier foods, the use of vegetable mulch appears as an important technique capable of reducing problems in the use of pesticides, as an alternative in the control of spontaneous herbs. The present study aimed to evaluate the effect of different types of soil coverings with legumes on the production and performance of carrots and the control of spontaneous plants during the vegetable cycle. The work was carried out in São Luis do Maranhão at the Federal Institute of Maranhão-Campus São Luís-Maracanã. The fragmented dry biomass of the legumes Crotalaria, Feijão Guandú, Pork Beans and Peanut Forrageiro constituted the treatments, having as control a treatment without the use of the technique. The use of mulch provided a positive effect on the productive characteristics of the crop in relation to the treatment without cover, and the highest productivity (1.81 kg m²) was obtained with the use of mulch. And the reinfestation of spontaneous plants in the cultivation beds of the carrot cultivar Brasília was significantly reduced, regardless of the legume mulch used.

Key-words: technique, legumes, productive characteristics, reinfestation



1. INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é a hortaliça de raiz tuberosa comestível que possui maior valor econômico no Brasil, sendo cultivada em todo território nacional. Por ano, ocupa uma área equivalente a aproximadamente 25 e 30 mil hectares, com uma produção estimada em 900 mil toneladas de raízes. Está entre as 10 hortaliças mais plantadas no país (MATOS et al., 2011). Essa posição no ranking se dá pelo sabor agradável e, principalmente, pelo valor nutritivo, sendo uma das principais fontes de pró-vitamina A (principalmente o beta-caroteno) (TEÓFILO et al., 2009).

A demanda por alimentos saudáveis, produzidos em sistemas ecologicamente sustentáveis, tem se tornado cada vez mais realidade no país, do ponto de vista do consumidor e também por causa da dificuldade dos agricultores familiares arcarem com os custos elevados dos sistemas agrícolas convencionais, além dos problemas toxicológicos advindos do mau uso dos agrotóxicos (MARTINS, 2008).

O uso de coberturas mortas vegetais aparece como uma técnica capaz de amenizar tal limitação, por manter as populações reinfestantes em níveis toleráveis nas áreas cultivadas (MACLEAN et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2008). Manter e melhorar a fertilidade do solo são metas também favorecidas pelo uso de coberturas mortas (ESPINDOLA et al., 2006).

O manejo adequado da comunidade infestante é fator primordial para reduzir a interferência das plantas daninhas sobre a produtividade das culturas agrícolas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de coberturas de solo com leguminosas sobre a produção e desempenho da cenoura e o controle de plantas espontâneas durante o ciclo da hortaliça.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A utilização de cobertura morta de solo não é uma prática tradicional na cultura da cenoura, mas acredita-se que essa técnica possa ser vantajosa em pequenas áreas em função das condições de solo exigidas para o cultivo desta espécie, restando apenas analisar sua economicidade. Em sistemas de cultivo orgânico seu uso pode ser bastante vantajoso como forma de controle de plantas daninhas, devido às restrições de uso de produtos químicos neste sistema de cultivo (RESENDE, et al., 2005).

A palhada oriunda da biomassa aérea de leguminosas fixadoras de N², fragmentada e depositada na superfície do solo, é rica em nutrientes, os quais são prontamente liberados devido à sua acelerada taxa de decomposição (AITA & GIA-

COMINI, 2003), influenciando positivamente no desempenho agrônômico das culturas. Isto foi evidenciado nos resultados encontrados por Oliveira et al. (2008), os quais constataram produtividade e acumulação de nitrogênio mais altas em alface cultivada com cobertura morta formada de palhas de leguminosas, quando comparadas com palhas de gramíneas.

Conforme Santos et al. (2011), cenoura cultivada nas parcelas tratadas com resíduos de leguminosas apresentou aumentos significativos de todas as variáveis avaliadas. A reinfestação por plantas espontâneas por unidade de área cultivada alcançou níveis da ordem de 300% superiores em parcelas sem cobertura do solo, na comparação com aquelas que receberam as palhadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Setor de Produção de Agricultura I, do IFMA - Campus São Luis - Maracanã. situado a 2°36'35,94" de Latitude Sul, 44°15'52,02" Longitude Oeste, e altitude de 34 metros. Com temperatura média anual entre 27°C, com precipitação média anual de 2000 mm. O clima da região é do tipo B1 WA, caracterizado como úmido, com moderada deficiência de água no inverno, entre os meses de junho a setembro, (LABGEO/UEMA, 2002).

O solo da área, classificado segundo os critérios da EMBRAPA (2006), é um Argissolo Vermelho Amarelo distrocoeso da Formação Itapecuru. As características químicas e textura do solo, cujas amostras foram coletas na camada de 0 a 20 cm em pré-instalação do experimento estão apresentadas na Tabela 1.

pH	MO	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	V%
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³			-	-	
5,2	34	153	1,9	43	21	29	94,4	69
Areia grossa		Areia fina		Silte	Argila			
%		%		%	%			
44		42		8	6			

Tabela 1- Análise química e física dos solo da área experimental a 20 cm de profundidade

Para realização do experimento, sementes das leguminosas: Crotalaria, Feijão Guandú, Feijão de Porco, Amendoim Forrageiro, foram semeadas em covas de espaçamento de 2,0m x 2,0m previamente adubadas com esterco de bovino. O banco de Leguminosas foi mantido até o final do experimento.

Para a utilização das leguminosas foram feitos o corte da biomassa aérea, depois trituradas e em seguida estas foram secas à sombra. A quantidade aplicada de cada cobertura morta (em base seca) foi de 2,5 kg por área da unidade experimental de canteiro, conforme Oliveira et al. (2008). Os canteiros foram mantidos



durante todo o ciclo da cultura com a cobertura de leguminosas conforme cada tratamento.

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, em cinco tratamentos com quatro repetições. A área da unidade experimental constou de 1,0 m de largura por 2,0 m de comprimento, totalizando uma área de 2,0 m².

Os canteiros para o cultivo da cenoura, foram levantados manualmente com o auxílio de enxadas e previamente adubados conforme Filgueira (2008). Sementes de cenoura da cultivar Brasília foram semeadas em sulcos espaçados de 25 cm no sentido da largura dos canteiros com 1,5 cm de profundidade. Foram realizados dois desbastes, sendo o primeiro aos 14 dias após a semeadura, conservando-se entre 30 e 40 plântulas por metro, e o segundo aos 23 dias, assegurando-se um estande final de 20 plantas por metro de sulco, conforme indicado para a cultura da cenoura (FILGUEIRA, 2008).

O peso, comprimento e diâmetro máximo das raízes tuberosas foram determinados conforme Hortibrasil (2002). A Produtividade da cultura foi determinada considerando apenas as cenouras com diâmetro e comprimento acima de 2,5 e 12,0 cm, respectivamente, conforme Silva et al. (1991). Para avaliar a reinfestação de ervas espontâneas somou-se o peso total de indivíduos por m² de canteiro, em três épocas distintas (20, 50 e 80 dias) a contar da semeadura da cenoura. Foi realizada a análise de variância pelo teste F a nível de 5% de probabilidade, segundo o delineamento proposto e comparação de médias pelo teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a tabela 2, as características: comprimento de raiz e produtividade da raiz não foram influenciadas significativamente pelas coberturas das leguminosas, enquanto o diâmetro de raiz e o peso foram influenciadas significativamente pelas coberturas das leguminosas pelo teste de F.

Contudo, analisando a característica comprimento de raízes da cenoura, através da comparação de médias observou-se diferença significativa dos tratamentos com uso de crotalária e feijão guandu para o tratamento sem uso das leguminosas (testemunha). O tratamento com a cobertura de feijão guandú, apresentou o maior comprimento de raízes (13,13cm). Essa característica tem mais relação com a distribuição de água e nutrientes no perfil do solo, embora, temperaturas amenas contribuam também para o crescimento longitudinal de raízes na cultura da cenoura (FILGUEIRA, 2008).

Para a característica diâmetro de raiz não foi observado diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha (Tabela 2), ao comparar-se as médias. Possivelmente, a uniformidade no padrão de desenvolvimento das raízes tuberosas está



associada às características genéticas da cultivar utilizada, (SANTOS, et al, 2011). Porém ver-se que a testemunha obteve menor diâmetro de raiz comparada a todas as coberturas.

Tratamentos	Peso	Comprimento	Diâmetro	Produtividade
	(g)	(cm)	(cm)	(kg m ²)
Crotalaria	37b	12,21 a	9,01a	1,34ab
Feijão Guandú	71a	13,13 a	9,74a	1,81a
Feijão de Porco	70a	12,68 ab	9,17a	1,76a
Amendoim Forrageiro	52ab	12,57 ab	9,11a	1,61a
Testemunha	27b	10,36 b	7,71a	1,03b
Valores de F	3,03*	6,52 ^{ns}	2,48 *	6,69 ^{ns}
C.V. (%)	39,8	8,73	10,70	16,77

*, ^{ns} = significativo a 1%, 5% e não significativo a 5% pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2- Peso fresco, comprimento, diâmetro e produtividade da cenoura cultivar Brasília, produzida em cultivo protegido com a utilização de diferentes coberturas morta e sem o uso de cobertura sobre os canteiros

Fonte: Própria (2019)

Ainda na Tabela 2, observou-se diferença significativa na comparação das médias entre a testemunha e os tratamentos com as coberturas morta de leguminosas, para a produtividade de raiz de cenoura. A maior produtividade foi obtida quando utilizou-se a cobertura morta de feijão guandú (1,81 kg m²) e a menor produtividade foi observada com o uso da Crotalaria (1,34 kg m²). Observa-se ainda um incremento de 75,73% na produtividade da cenoura com o uso da cobertura da leguminosa feijão Guandú em relação a testemunha. O aporte de nutrientes a partir da decomposição das coberturas mortas formadas de resíduos de leguminosas, também foi observada por Santos et al. (2011) 36,64 t h⁻¹.

Conforme Santos et al. (2011), o efeito benéfico das coberturas mortas com resíduos de leguminosas deve-se, provavelmente, aos nutrientes disponibilizados para a cenoura. A palhada oriunda da biomassa aérea de leguminosas fixadoras de N², fragmentada e depositada na superfície do solo, é rica em nutrientes, os quais são prontamente liberados devido à sua acelerada taxa de decomposição (AITA & GIACOMINI, 2003), influenciando positivamente no desempenho agrônômico das culturas.

Observou-se que a reinfestação de plantas espontâneas foi significativamente menor quando se utilizou coberturas de leguminosas sobre os canteiros, independente do tipo de cobertura. Porém a reinfestação aumenta de acordo com os dias após a semeadura da cenoura. Observou-se que os tratamentos usando as coberturas morta Crotalaria e Feijão Guandú obtiveram um melhor resultado no controle de plantas espontânea durante os três períodos de amostragem dessas plantas (20, 50 e 80 dias após semeadura da cenoura), (Figura 1), o que pode estar associado a

area foliar menor destas duas leguminosas em relação as demais proporcionando uma forração mais compacta, isto é, menos permeavel, da superficie do solo.

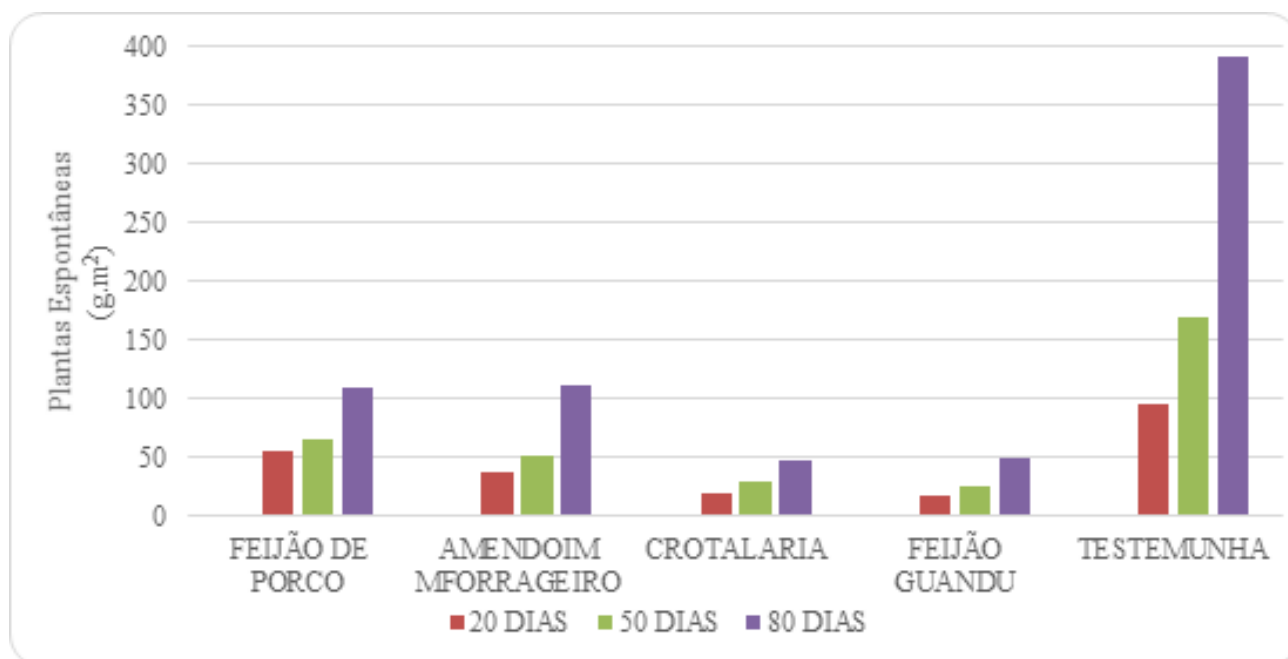


Figura 1- Reincidência de ervas espontâneas no cultivo de cenoura cv Brasília, em tratamentos com a utilização de diferentes coberturas morta e sem o uso de cobertura sobre os canteiros
Fonte: própria (2019)

5. CONCLUSÕES

O uso da leguminosa Feijão Guandú como cobertura morta sobre canteiros proporcionou um incremento de 75,73% na produtividade de cenoura.

A reinfestação de plantas espontâneas nos canteiros de cultivo da cenoura cultivar Brasília foi significativamente reduzida, independente da cobertura morta de leguminosa utilizada.

O uso de leguminosas como cobertura morta de solo favorece o aumento de produtividade da cenoura cultivar "Brasília" produzidas nas condições de clima e solo da Ilha de São Luís.

Referências

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. D.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 321-328, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 418 p.
- HORTBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. 2002. Disponível em: <http://hortibrasil.org.br/> Acesso em: 02 de março. de 2016.
- LABGEO. **Atlas do Maranhão**. 2 ed. São Luis: GEPLAN, 38p. 2002.
- MACLEAN, R. H.; LITSINGER, J. A.; MOODY, K.; WATSON, A. K.; LIBETARIO, E. M. Impact of Gliricidia sepium and Cassia spectabilis hedgerows on weeds and insect pests of upland rice. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 94, n. 3, p. 275-288, 2003.
- MARTINS, G. de O. **Desenvolvimento de raízes de cenoura (Daucus carota L. var Esplanada) em solos submetidos a diferentes compostos orgânicos**. 2008. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.
- MATOS, F. A. C.; LOPES, H. R. D.; DIAS, R. de L.; ALVES, R. T. **Agricultura familiar**: Beterraba. Brasília: Plano Mídia, 2011.
- OLIVEIRA, F. F.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; ESPINDOLA, J. A. A.; RICCI, M. S. F.; CEDDIA, M. B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 216-220, 2008.
- RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S. D.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; GUALBERTO, R.; Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.
- SANTOS, C. A. B.; ZANDONA, S. R.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, 2011.
- SILVA, J. L. O.; CALBO, A. G.; HENZ, G. P. Classificação e beneficiamento de hortaliças. **Informe Agropecuário**, v. 15, n. 169, p. 48-53, 1991.
- TEÓFILO, T. M .S.; FREITAS, F. C. L. de; NEGREIROS, M. Z. de; LOPES, W. de A. R.; VIEIRA, S. S. V. S. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 168-174, 2009.



CAPÍTULO 6

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA TEMÁTICA “RECURSOS HÍDRICOS” NA ESCOLA DE ENSINO TÉCNICO DO ESTADO DO PARÁ DE VIGIA DE NAZARÉ

PROPOSAL OF TEACHING SEQUENCE FOR THE TEACHING OF THE
THEME “WATER RESOURCES” AT THE ESCOLA DE ENSINO TÉCNICO
DO ESTADO DO PARÁ DE VIGIA DE NAZARÉ

Waddle Almeida Nascimento
João de Athaydes Silva Junior

Resumo

O objetivo deste estudo é propor uma Sequência Didática (SD) para facilitar a abordagem prática da temática “Recursos Hídricos” em qualquer disciplina que aborde este tópico e avaliar o uso do SD no processo de aprendizagem do assunto. Este estudo foi realizado em uma Escola Estadual que oferece ensino médio integrado ao ensino técnico na área urbana do município de Vigia de Nazaré, Estado do Pará (Brasil). Este trabalho se utiliza da metodologia de natureza descritiva e foi dividido em três etapas: “Análise da percepção dos educandos quanto a temática “recursos hídricos”; Aplicação da SD; Avaliação da percepção dos educandos pós SD. Para as Análises, foram utilizados como instrumentos de pesquisa questionários estruturados. Para a Análise Inicial o questionário continha cinco perguntas, já para o questionário para Análise Pós SD continha as mesmas cinco perguntas, com o acréscimo de uma sexta que deixava os educandos livres para citarem novos conceitos que tivessem aprendido. Os dados foram analisados pelo método qualitativo, e foi possível concluir que a sequência didática foi validada como recurso aplicável às aulas no contexto das escolas estaduais localizadas em Vigia de Nazaré.

Palavras chave: Ensino Médio; Recursos Hídricos; Sequência Didática.

Abstract

The objective of this study is to propose a Didactic Sequence (SD) to facilitate the practical approach of the theme “Water Resources” in any discipline that addresses this topic and to evaluate the use of SD in the process of learning the subject. This study was carried out in a State School that offers high school integrated with technical education in the urban area of the municipality of Vigia de Nazaré, State of Pará (Brazil). This paper uses the methodology of a descriptive nature and was divided into three stages: “Analysis of the students’ perception regarding the theme “water resources”; SD application; Evaluation of the perception of students after SD. For the Analyzes, structured questionnaires were used as research instruments. For the Initial Analysis, the questionnaire contained five questions, while the questionnaire of Post SD Analysis contained the same five questions, with the addition of a sixth one that left students free to quote new concepts they had learned. The data were analyzed using the qualitative method, and it was possible to conclude that the didactic sequence was validated as a resource applicable to classes in the context of state schools located in Vigia de Nazaré.

Key-words: High school; Water resources; Didactic Sequence.



1. INTRODUÇÃO

O país vive um momento de crise hídrica, na qual muitas cidades sofrem com a falta deste recurso imprescindível à vida. É em virtude deste contexto de escassez vivenciada na contemporaneidade, que se tem associado à definição de uso insustentável da água, a falta de consciência na sua utilização e negligência nos modos de gestão, as quais geram consequências, como a degradação da qualidade da água consumida diariamente pelos cidadãos, que acarretam implicações sociais diretas.

Aproximadamente $\frac{3}{4}$ da superfície do planeta Terra são cobertos por água, que está distribuída entre rios, lagos, oceanos e geleiras. Há ainda a água subterrânea, de significativa importância para o abastecimento humano. De toda essa água, 97% são salgadas (oceanos), restando 3% de água doce, destes, 97% são de água subterrânea. No entanto, menos de 0,1% está disponível em forma de água doce líquida para consumo. Essa pequena porcentagem é destinada para os diversos usos humanos como o uso doméstico, industrial, recreação, agricultura, indústria, hidrelétrica, entre outros. O uso inadequado da água como desperdício e poluição dos corpos hídricos resulta em diminuição da sua qualidade e quantidade disponível para consumo (OLIVEIRA & MOLICA 2017).

Faz-se necessário trabalhar a temática dos recursos hídricos nas mais diversas modalidades de ensino (ensino fundamental, ensino médio, ensino técnico, ensino superior, pós-graduação, e.g.), para assim gerar a consciência ambiental, muitas vezes ausente em parcela da população.

A escolha do tema recursos hídricos e dos conceitos científicos que envolve a água, bem como as práticas metodológicas, são de grande valia para proporcionar ao aluno um momento de ensino aprendizagem concreto, real, onde ele pode atuar como protagonista de ações e entender o seu papel no ambiente diante desse recurso indispensável à vida, seja na sua origem, na sua manutenção ou nas interações com outros sistemas e seres vivos.

Diante disto, verifica-se a importância do ensino eficaz da temática "recursos hídricos", tendo como a Sequência Didática (SD) o recurso para o desenvolvimento da abordagem deste tema. A partir da SD os educandos podem refletir sobre a importância dos recursos hídricos, as problemáticas que envolvem este tema e de que forma a gestão pode auxiliar na preservação destes bens.

Para Andrade *et al.* (2009), "uma sequência apresenta em seu desenvolvimento uma série de atividades que põem em jogo os conteúdos selecionados, tanto conceitos como procedimentos, que o docente decide ensinar". Tais atividades de cunho pedagógico são relacionadas entre si, desenvolvidas por etapa e têm como objetivo o entendimento acerca de um tema.

A utilização da SD, como método de ensino, vem de encontro a uma realidade de ensino precária, onde educandos e educadores se veem inseridos em um contexto de aulas seguidas de outras, em um modelo onde o educador apenas faz o papel de transmissor do conhecimento, tendo uma carga horária extrapolada, trabalhando com uma estrutura física escolar em péssimas condições.

A Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará de Vigia de Nazaré – EETEPA Vigia de Nazaré –, como outras escolas de Ensino Médio do Estado, não se encontram longe desta realidade, tendo professores com altas carga-horárias de sala de aula, acostumada ao método tradicional de ensino.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo geral propor uma sequência didática para facilitar a abordagem prática da temática “Recursos Hídricos” em qualquer disciplina que aborde este tópico e avaliar o uso do SD no processo de aprendizagem do assunto.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa se utiliza da metodologia de natureza descritiva, a qual é normalmente utilizada quando o “[...] foco essencial destes estudos reside no desejo de conhecer a comunidade, seus traços característicos, suas gentes, seus problemas [...], seus professores, sua educação, sua preparação para o trabalho, seus valores, [...] etc”. (TRIVIÑOS, 1987).

Este trabalho foi dividido em três etapas: “Análise da percepção dos educandos quanto a temática “recursos hídricos”; Aplicação da SD; Avaliação da percepção dos educandos pós SD.

2.1 Análise da percepção dos educandos quanto a temática “recursos hídricos”

Para Faggionato (2005), a percepção é “uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, através de sua autodefinição”, o mesmo consegue perceber o ambiente em que está localizado, aprendendo a protegê-lo e a cuidá-lo. Estudar a percepção é de fundamental importância, pois torna possível a compreensão das interrelações entre o homem, o ambiente e suas expectativas, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas.

Estudar a percepção e os conhecimentos prévios dos educandos é refletir não só a realidade individual, como também, os aspectos coletivos da sociedade na sua relação com a natureza. É também fornecer alicerce para as ações de educação



ambiental nas comunidades do estudo no ambiente formal e para as atividades não formais, principalmente se esses estudos são realizados com os participantes da educação formal, ou seja, os estudantes.

Para obtenção dos dados, foi utilizado como instrumento de pesquisa um questionário estruturado (Anexo A), aplicado aos alunos do 3º ano do curso técnico integrado ao ensino médio da ETEPA Vigia de Nazaré, sendo mais específico, o curso de técnico em Meio Ambiente.

O questionário é um procedimento ágil, com menos controle sobre o indivíduo, permitindo tempo para reflexão sobre as respostas, e a organização e posterior análise dos resultados, gerando dados quantitativos, inclusive (RIBEIRO, 2017).

Os critérios de inclusão dos alunos participantes da pesquisa são: alunos do ensino médio integrado ao ensino técnico, com até 18 anos; alunos devidamente matriculados no 3º do curso técnico em meio ambiente.



2.2 Sequência Didática Proposta

A tabela 1 demonstra a SD proposta para o ensino da temática “Recursos Hídricos” do estudo em questão.

TEMA	ESTRUTURA
Antropia, Meio Ambiente e Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none">- Tempo: 2 aulas de 45 minutos;- Leitura dos textos: “Água, fonte de vida” (GHISLENI, 2006); “A escassez da água: um olhar global sobre sustentabilidade e a consciência acadêmica” (DETONI e DONDONI, 2008)
Bacia Hidrográfica	<ul style="list-style-type: none">- Pesquisa- Tempo: 2 aulas de 45 minutos;- Observação das fotos/imagens compartilhadas pelos alunos;- Roda de conversa/discussão mediada pelo professor
Gestão dos Recursos Hídricos e Participação Social	<ul style="list-style-type: none">- Tempo: 3 aulas de 45 minutos;- Leitura do texto: “Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de Bacias Hidrográficas: um estudo nos estados de Nordeste do Brasil” (MORAIS; FADUL & CERQUEIRA, 2018).- Roda de conversa/discussão mediada pelo professor- Elaboração de jogos.
Socialização da experiência	<ul style="list-style-type: none">- Tempo: 1 aula de 45 minutos;- Aplicação dos jogos em outras turmas e socialização oral do que foi debatido no decorrer da SD.

Tabela 1 Proposta de Sequência Didática

Fonte: próprio autor.

2.3 Aplicação e Análise pós aplicação da Sequência Didática

A aplicação das SD em sala de aula é um passo fundamental para a análise do alcance educacional da proposta de ensino. Segundo Zabala (1998) a avaliação das sequências elaboradas pelo professor é um passo importante e natural no planejamento de ensino. O autor afirma



O planejamento e a avaliação dos processos educacionais são uma parte inseparável da atuação docente, já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica, nunca pode ser entendida sem uma análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados. (ZABALA, 1998)

Esta etapa foi realizada nos meses de maio e junho de 2019 em duas turmas do 3º ano, da modalidade de ensino Integrado, do curso técnico em meio ambiente. A Sequência foi aplicada nas aulas da disciplina de Gestão de Recursos Hídricos, tendo a participação de um total de 53 educandos, distribuídos em duas turmas.

A SD foi aplicada depois a Análise dos Conhecimentos Iniciais que foi realizada a partir da aplicação do Anexo A, verificando o nível de informação que os alunos tinham a respeito da temática. Após a aplicação da sequência, foi realizada uma Análise pós SD (Anexo B), para assim avaliar o processo de ensino-aprendizagem da SD para com os alunos.

As duas análises foram feitas a partir de aplicação de questionário com questões discursivas. O questionário da Análise Inicial continha cinco questões, já o questionário de Análise pós SD continha as mesmas cinco questões do questionário de Análise Inicial, com o acréscimo de uma sexta que deixava os educandos livres para citarem novos conceitos que tivessem aprendido.

Para análise das respostas dos educandos, elas foram classificadas como NÃO RESPONDIDA (NR), RESPONDIDA INSATISFATORIAMENTE (RI), RESPONDIDA PARCIALMENTE (RP) e RESPONDIDA SATISFATORIAMENTE (RS).

As respostas classificadas como Não Respondidas foram as deixadas em branco, as classificadas como Respondida Insatisfatoriamente foram as fora do contexto daquilo que foi questionado, as classificadas Respondida Parcialmente foram as que continham parte do conteúdo, entretanto estavam incompletas, e as classificadas Respondidas Satisfatoriamente foram as que os aspectos necessários para esclarecer as questões.



3. RESULTADOS E DICUSSÕES

Neste topico é demonstrada a Análise dos resultados obtidos por meio dos questionarios aplicados antes e após a aplicação da SD proposta, além disso, neste tópico, pode-se verificar de que forma a SD pôde contribuir na construção do conhecimento junto aos educandos.

3.1 Análise dos Conhecimentos Iniciais e Análise Pós Aplicação da SD com os Estudantes

Foi realizada uma análise inicial das respostas dos alunos antes da aplicação da SD e após a aplicação, foi realizado um pós-teste, para assim buscar a validação da SD. Os gráficos posteriores ilustram de que forma ocorreu evolução das respostas dos educandos. Verifica-se uma diminuição de perguntas **Não Respondidas** e de perguntas **Respondidas Insatisfatoriamente**. Por outro lado, houve um aumento significativo de perguntas respondidas **Parcialmente** e **Satisfatoriamente**.

Quando perguntados sobre “o que são recursos hídricos?” pode-se verificar que, inicialmente, mais de 50% dos educandos não responderam a essa questão. Acredita-se que isso possa ter ocorrido por não ser um termo o qual eles utilizem em seu dia-a-dia.

Por outro lado, após a SD, pode-se observar que houve uma diminuição significativa na quantidade de alunos que não responderam e dos alunos que responderam ela de forma insatisfatória a questão.

O gráfico 1 ilustra de uma maneira geral as respostas na Avaliação Inicial e Pós a aplicação da Sequência Didática.



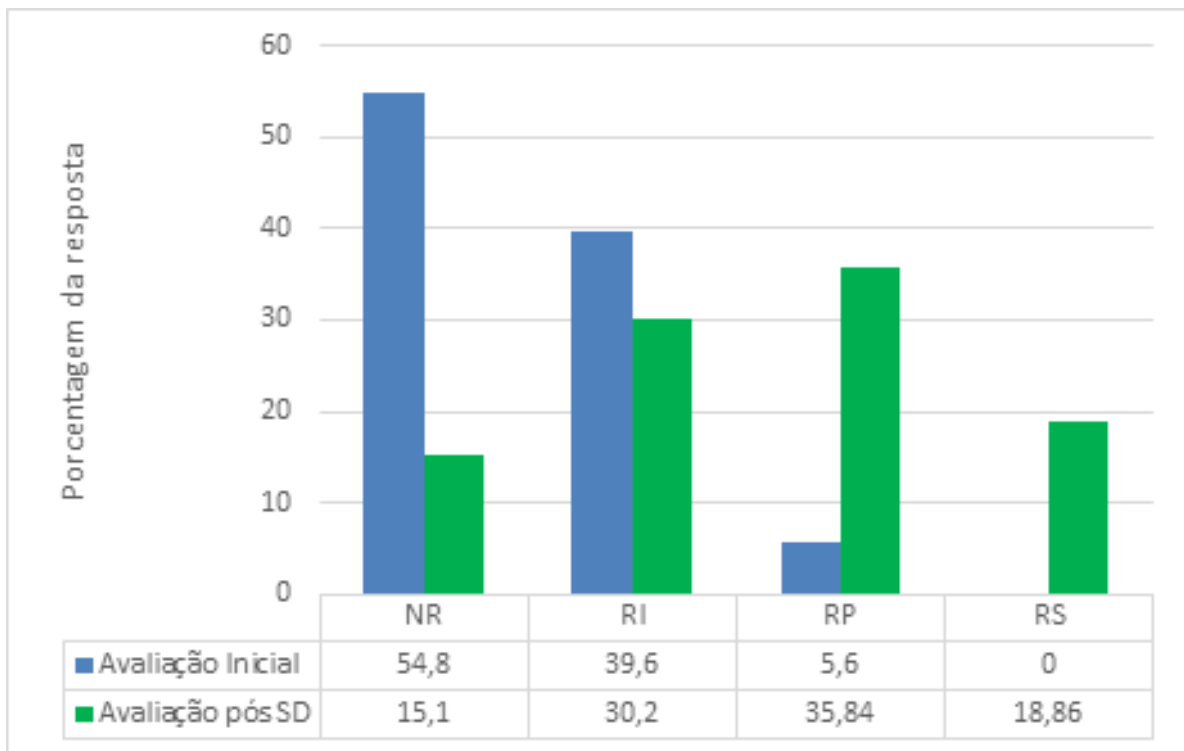


Gráfico 1 O que são os Recursos Hídricos?
Fonte: dados da pesquisa.

Um dos alunos relatou, em uma das rodas de debate, que *"professor, pra mim tudo era água, nunca tinha ouvido falar desse negócio de recursos hídricos... hoje eu sei que tem diferença, e pra minha profissão isso vai ser muito importante"*.

Um dos alunos que respondeu parcialmente a pergunta afirmou que *"eu tinha um ideia sobre isso de recursos hídricos, porque estou me preparando para o ENEM, mas nunca tinha escutado isso aqui na escola...escutar isso nesses trabalhos me fez entender melhor a importância dos recursos hídricos"*.

Com base no gráfico e nos relatos, pode-se verificar que o conceito "Recursos Hídricos" foi aprendido de uma forma significativa. Em sua pesquisa, Atroch (2018) também conseguiu verificar que uma SD bem elaborada consegue contribuir para a aquisição de conceitos e palavras que não estão presentes de forma concreta no dia-a-dia dos alunos.

Quando perguntados sobre os problemas ambientais que afetam os recursos hídricos, observa-se uma diferença grande no número de respostas recebidas, principalmente as respondidas parcialmente e satisfatoriamente (Gráfico 2).

A tabela 2 ilustra as respostas obtidas na Avaliação Inicial, sendo possível verificar que, mesmo não compreendendo o conceito de Recursos Hídricos, os educandos carregam consigo a compreensão do que são os problemas ambientais e de que forma eles afetam o meio.

Problemas ambientais	Freq
LIXO	2
POLUIÇÃO	15
QUEIMADAS	10
DESMATAMENTO	17
FALTA DE CONSCIENTIZAÇÃO DAS PESSOAS	5
DESPERDÍCIO	1
AQUECIMENTO GLOBAL	1
ECASSEZ DE ÁGUA	9
POLUIÇÃO DOS RIOS	22
CAPTURA/DESAPARECIMENTO DOS ANIMAIS	2
TOTAL	84

Tabela 2 Respostas sobre os problemas ambientais que afetam os Recursos Hídricos.
Fonte: dados da pesquisa.

Percebe-se que vários alunos indicaram mais de uma resposta, e que foram capazes de mencionar problemas ambientais globais como "*aquecimento global*", "*desperdício*", "*escassez de água*", outros problemas com enfoque regional como "*desmatamento*", "*lixo*", "*queimadas*", "*poluição*" (aqui entendida como poluição do ar e do solo), "*poluição dos rios*", os quais são temas bastante atuais na mídia.

O desmatamento e as queimadas vieram à tona, possivelmente por se tratar de uma região agrícola e que possui extração de areia. Acredita-se que a poluição dos rios veio à tona por ser uma cidade cercada por rios e igarapés.

Apesar de grande parcela das respostas a maioria dos alunos não relacionou as suas atitudes do cotidiano com o impacto na problemática apresentada. Com base nisso pode-se concluir que os educandos apresentam um entendimento da atitude humana e seus danos no ambiente aquático, mas não se inserem como parte desse processo.



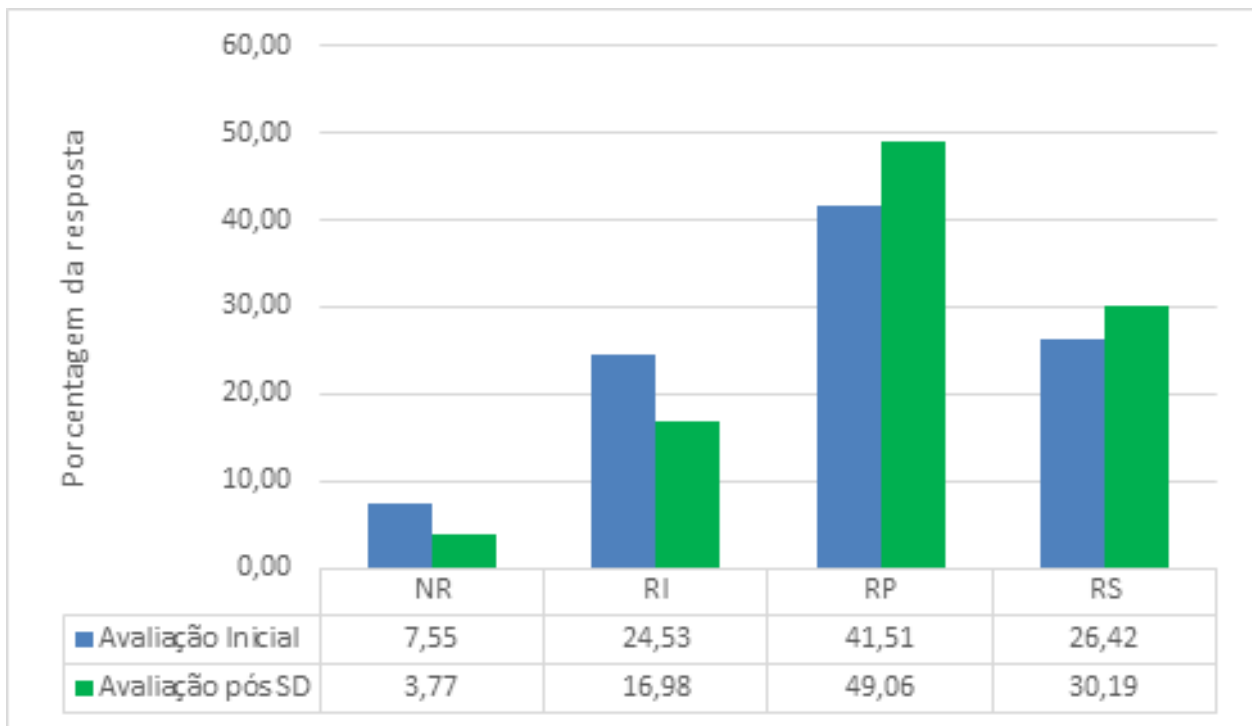


Gráfico 2 Problemas ambientais que afetam os Recursos Hídricos
Fonte: dados da pesquisa.

Na roda de debate, um dos alunos relata que *"eu nem sabia o que era esse negócio de recursos hídricos, mas como eu aprendi aqui na escola o que são problemas ambientais, deu pra ir falando todos aqueles que eu sei"*.

Tal qual a primeira pergunta, as respostas obtidas em "o que são bacias hidrográficas?", na Avaliação Inicial, tiveram muitos dados não respondidos ou respondidos de forma insatisfatória (Gráfico 3).

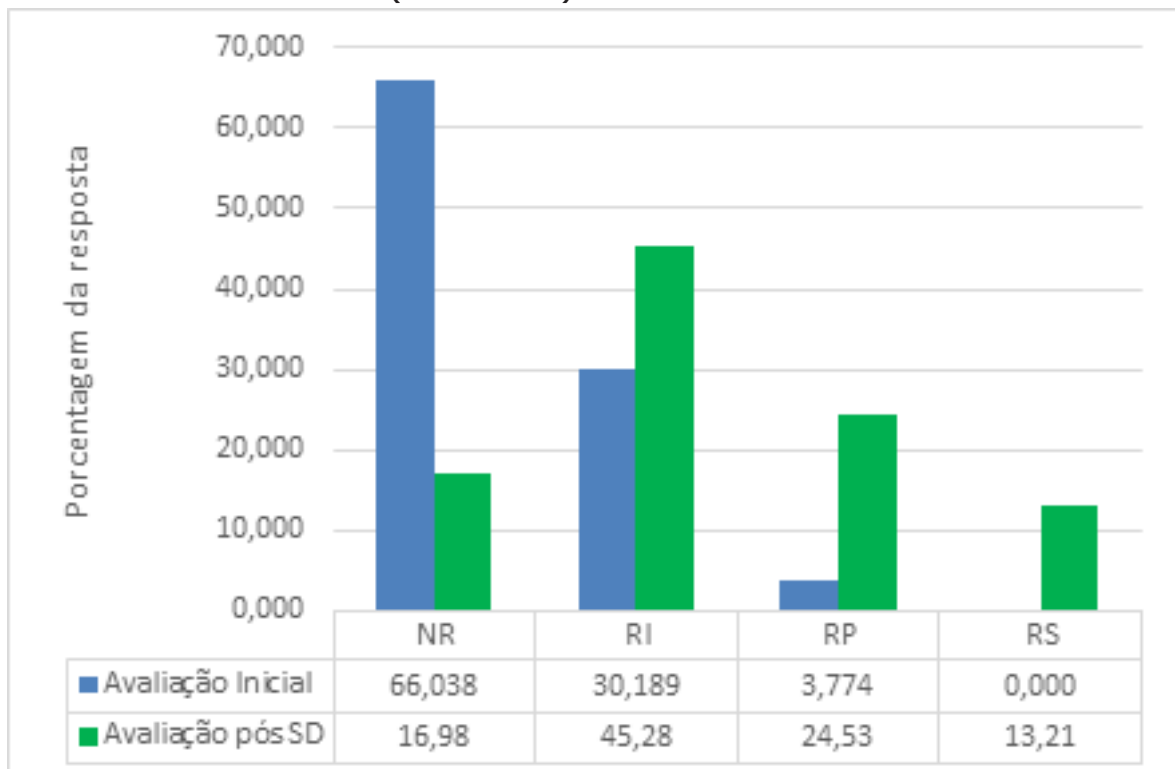


Gráfico 3 O que são bacias hidrográficas?
Fonte: dados da pesquisa.

Entretanto, verifica-se a contribuição significativa que a SD trouxe nessa conceituação. Muitos dos educandos afirmaram nunca terem ouvido falar do conceito de Bacia Hidrográfica e da sua importância para a gestão.

Um ponto relevante a se destacar é sobre as respostas insatisfatórias. Observa-se que ocorreu um aumento destas. Vários alunos responderam que BH era "um grande rio" ou "uma grande área", sendo assim, não tendo respostas para serem consideradas em um nível satisfatório de aceite.

O gráfico 4 demonstra as respostas referente a pergunta "de que forma a gestão pode contribuir para os recursos hídricos?".

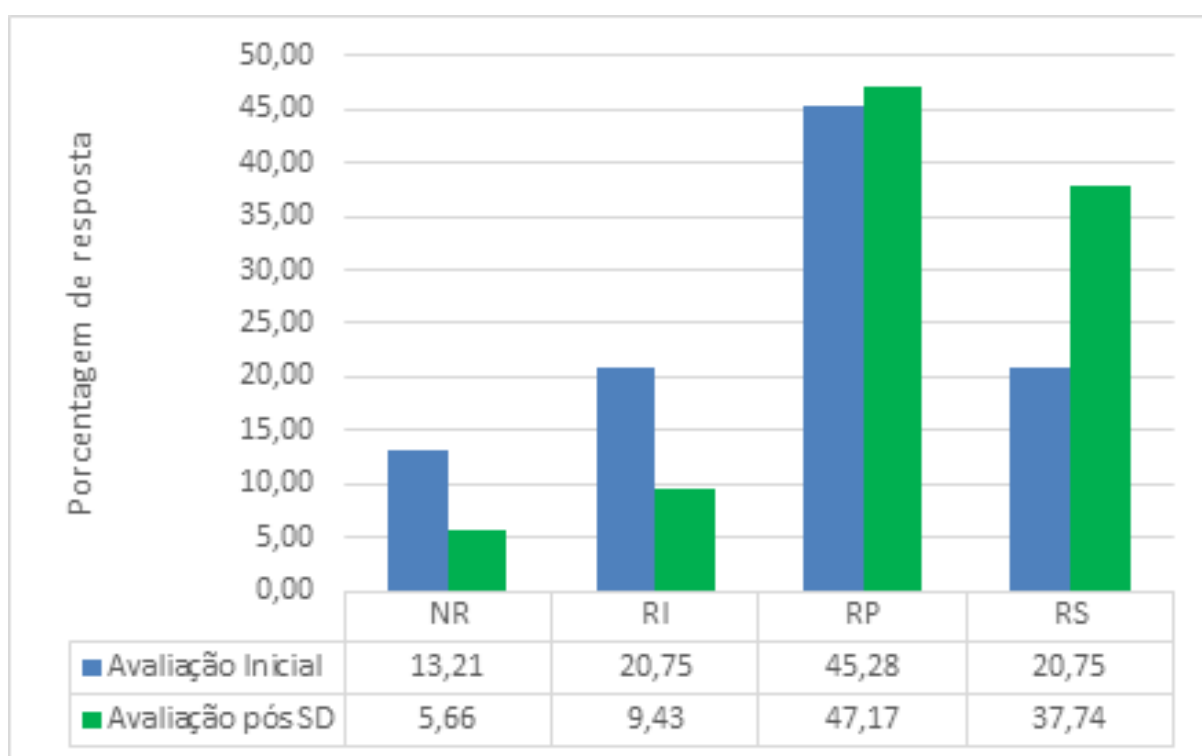


Gráfico 4 de que forma a gestão pode contribuir para os recursos hídricos?
Fonte: dados da pesquisa.

É perceptível um número alto de respostas parcialmente satisfatórias na Avaliação Inicial. Acredita-se que este fato ocorreu pelo entendimento dos educandos quanto ao termo "gestão".

Um dos educandos afirmou que "eu não entendia bem o que era recursos hídricos, entretanto já tinha lido sobre gestão e que uma boa gestão é importante para a preservação dos recursos".

Analisando separadamente a sexta questão (gráfico 5), que foi aplicada somente na Avaliação pós SD, verifica-se uma tendência positiva no sentido do processo de aprendizagem dos alunos sobre a temática "Recursos Hídricos". A sexta pergunta questionava sobre conceitos novos aprendidos pelos alunos durante a aplicação da SD, mais de 80% das questões foram respondidas parcialmente ou totalmente satisfatória.

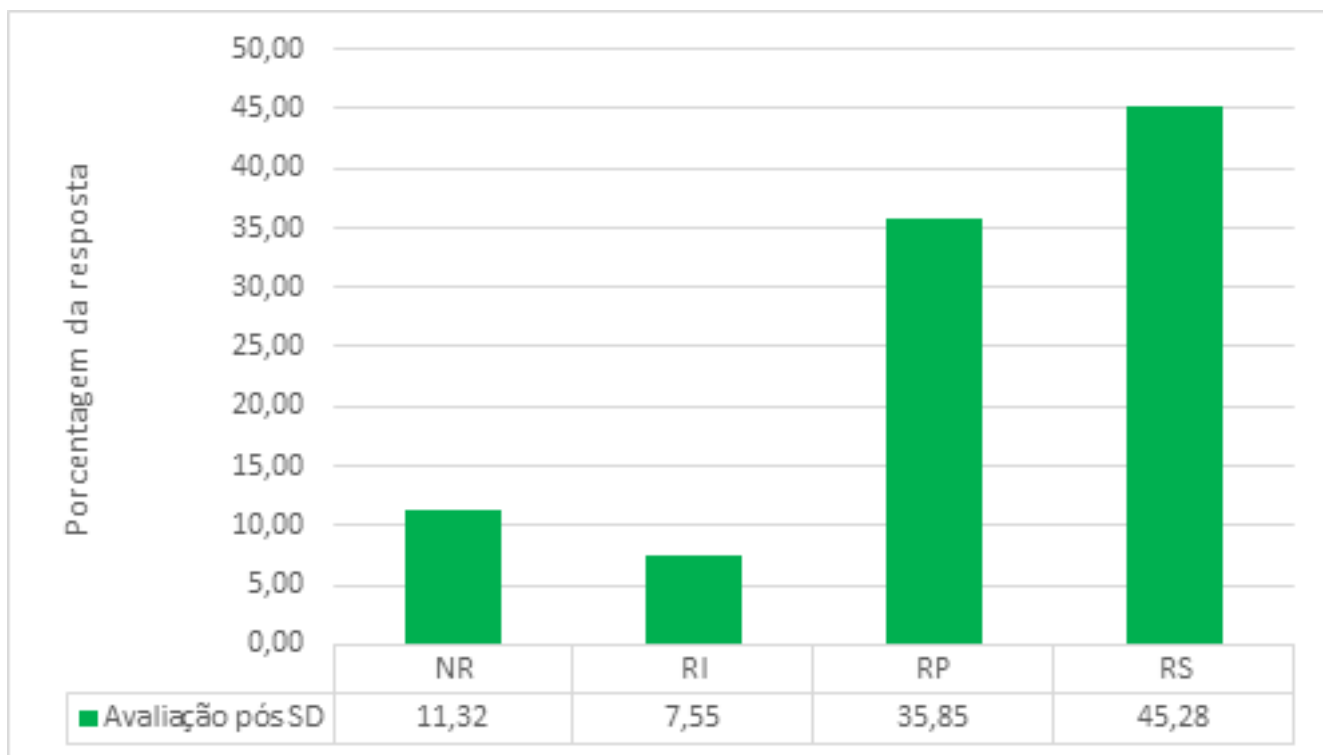


Gráfico 5 Conceitos novos aprendidos pelos alunos durante a aplicação da SD.
Fonte: dados da pesquisa.

Pode-se verificar na sexta questão a utilização dos termos utilizados no decorrer da SD e que estão envoltos da temática "Recursos Hídricos" como "*bacia hidrográfica*", "*gestão integrada*", "*valor econômico dos recursos hídricos*", "*múltiplos usos*", entre outros termos.

4. CONCLUSÃO

Verifica-se que a sequência didática contribuiu para o aprendizado dos alunos e se mostra uma ferramenta de facilitadora para a abordagem prática da temática nas mais diversas aulas.

Observa-se que se criou uma relação de diálogo, principalmente nas rodas de debate, com os educandos, criando assim um ambiente de confiança, fortalecendo as bases para um processo de aprendizagem prazeroso.

É interessante afirmar o fato de que os estudantes aprendem mais quando entendem a lógica que permeia o que está sendo ensinado, quando se sente parte ativa do processo de ensino e quando a relação educador e educando oferece uma atmosfera de compromisso e responsabilidade, resultando em êxito no processo educativo.

Conclui-se que a utilização desta SD se mostrou favorável no processo de aprendizagem dos educandos da EETEPA de Vigia de Nazaré.

Referências

ANDRADE, Gisela. FERNANDEZ CASO, Victoria. DIAZ, Adriano. VILAS, Dafne. **Ciencias sociales:** orientaciones para La construcción de secuencias didácticas. Coordinado por Victoria Fernández Caso y Adriana Díaz; dirigido por Dafne Vilas. Buenos Aires: Escuela de Capacitación Docente – CePA. 1ª Ed., vol 1, 2009.

ATROCH, Rosa de Fátima Silva. **Cianobactérias e Poluição da Água:** uma sequência didática para o ensino de ciências ambientais. Dissertação de mestrado. Belém. 2018.

FAGGIONATO, Sandra. **Percepção ambiental.** 2005. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt4.html>. Acesso em 10 de agosto de 2019.

RIBEIRO, Adelson da Costa. **Meio Ambiente e Educação:** percepção ambiental de jovens alunos acerca da água (IFMT). Dissertação (Mestrado Interinstitucional em Educação). Goiânia. 2017.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.



ANEXOS

ANEXO A – Questionário antes da SD

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE PERCEPÇÃO

- 1- Para você, o que são Recursos Hídricos?
- 2- Quais problemas ambientais afetam os Recursos Hídricos?
- 3- Para você, qual a real importância dos recursos hídricos?
- 4- O que são bacias hidrográficas?
- 5- De que forma a gestão pode contribuir para os recursos hídricos?



ANEXO B – Questionário pós SD

QUESTIONÁRIO DE PÓS SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- 1- Para você, o que são Recursos Hídricos?
- 2- Quais problemas ambientais afetam os Recursos Hídricos?
- 3- Para você, qual a real importância dos recursos hídricos?
- 4- O que são bacias hidrográficas?
- 5- De que forma a gestão pode contribuir para os recursos hídricos?
- 6- Cite alguns termos novos que você conheceu durante as nossas aulas e explique-os.



CAPÍTULO 7

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO IRRIGADO E PRODUÇÃO DE SILAGEM SOB DOSES NITROGENADAS

AGRONOMIC PERFORMANCE OF IRRIGATED CORN AND SILAGE
PRODUCTION UNDER NITROGEN DOSES

Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

Arthur Carniato Sanches

Débora Pantojo de Souza

Danielle Morais Amorim

Monalisa Soares Costa

Jéssica Garcia Nascimento

Jhon Lennon Bezerra da Silva

Cristiane Fernandes Lisboa

Adriano Bicioni Pacheco

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da irrigação com diferentes doses nitrogenadas no crescimento e produtividade de seis híbridos de milho, avaliando o crescimento inicial, produtividade de massa úmida da planta (PTMU) e produtividade de massa seca (PTMS) para silagem, porcentual de grãos no milho (%PG) e a produtividade de grãos (PG). O estudo foi desenvolvido em área experimental da ESALQ/USP, no município de Piracicaba/SP, entre novembro a março de 2017, com sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial (Híbridos e doses nitrogenadas), com 4 repetições. As doses foram constituídas de: 0 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, e 180 kg ha⁻¹. Ao final de 40 dias de avaliação da altura, os melhores resultados foram para os Híbridos H2, H3 e H6. O híbrido H1 obteve menor produtividade de grãos, com os menores %PG de 26,26%. Todos os componentes estudados obtiveram respostas lineares crescentes para doses nitrogenadas. A média geral PTMU e de PTMS para silagem foram de 81.953,87 e 23.993,10 kg ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: irrigação localizada, ureia, tensiometria, *Zea mays*.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of irrigation with different nitrogen doses on the growth and yield of six corn hybrids, assessing the initial growth, wet mass yield of the plant (WMY) and dry matter yield (DMY) for silage, percentage of grain in corn (% PG) and grain yield (GY). The study was carried out in an experimental area at ESALQ / USP, in the city of Piracicaba/SP, between November and March 2017, with a subsurface drip irrigation system. The experimental design was in randomized blocks in a factorial scheme (Hybrids and nitrogen doses), with 4 replications. The doses consisted of: 0 kg ha⁻¹ of N, 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, and 180 kg ha⁻¹. After 40 days of height evaluation, the best results were for the H2, H3 and H6 hybrids. The H1 hybrid had the lowest grain yield, with the lowest GY% of 26.26%. All components studied obtained increasing linear responses to nitrogen doses. The general average WMY and DMY for silage were 81,953.87 and 23,993.10 kg ha⁻¹, respectively.

Keywords: drip irrigation, urea, tensiometers, *Zea mays*.



1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas mais importantes no mundo e, embora o Brasil seja o terceiro maior produtor mundial, não se destaca da mesma forma quanto à produtividade (LIMA et al., 2016). Os fatores de construção dessa produtividade são os que aumentam o rendimento de grãos, destacando-se: o genético (Híbridos) e a fertilidade do solo, nutrição e adubação (LUJAN et al., 2015).

Recentemente, o cultivo irrigado de milho aumentou significativamente, o que levou a alterações no manejo da cultura, criando um sistema mais intensivo para compensar os altos investimentos (PAVINATO et al., 2008). No entanto, para que o milho possa atender aos maiores requisitos de produtividade, é necessária a utilização de híbridos adaptados às diferentes condições ambientais, bem como uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, fatores responsáveis pela qualidade nutricional e aumento da produtividade (GUEDES et al., 2017). Adicionalmente, o uso da irrigação, para redução dos custos por unidade produzida (OLIVEIRA et al., 2015).

O nitrogênio está entre os nutrientes que mais contribuem para o aumento no rendimento de grãos na cultura de milho, pois, assume função importante na parte estrutural nos citocromos, assim como, na molécula de clorofila (BULL, 1993). Enquanto no Brasil a quantidade média de N utilizada no milho é de 60 Kg ha⁻¹, nos Estados Unidos e na China, é de 150 e 130 Kg ha⁻¹, respectivamente (ARAÚJO et al., 2004).

Com adubação nitrogenada em cobertura, em regime de sequeiro na região do Cariri-CE, Costa et al. (2017) obteve um acréscimo de produção da ordem de 506 kg ha⁻¹, com fracionamento de sulfato de amônio em 2 aplicações em vez de apenas uma, com produção máxima de 4.108 kg ha⁻¹. Já, em experimento irrigado na região sul do país, obteve uma média produtiva de 18.081 Kg ha⁻¹ de milho (VIANA et al., 2016), evidenciando a susceptibilidade edafoclimáticas do extenso potencial produtivo do milho a ser explorado.

Além da importância do milho na produção de grãos, com o intuito de manter a produção de leite no inverno mantendo o mesmo rebanho bovino e área ocupada, a silagem de milho é reconhecidamente uma das melhores opções (NOCE et al., 2014; GUEDES et al., 2017). Além, da cadeia leiteira, a silagem de milho também tem sido muito utilizada na produção de ovinos na região Nordeste (SANTOS et al., 2010; CRUZ et al., 2016).

Trabalhando com seis genótipos de milho diferentes em Petrolina-PE, Santos et al. (2010) observaram teores médios de 26,6% e 6,3% de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da silagem de milho, respectivamente. Resultados semelhantes de 26,0% e 6,71 de MS e PB, respectivamente, foram obtidos para a silagem de milho em São Cristovão-SE (CRUZ et al. 2016).

1.1 Características morfológicas do milho

A compreensão da morfologia das plantas torna-se interessante quando analisada ao longo do ciclo de crescimento, por possibilitar a avaliação antecipada das respostas ao adequado crescimento, verificando a existência de falhas dentro do talhão ou linha de plantio ou atrasos ou modificação na apresentação daquela característica a fim de corrigi-los antes de causar perdas produtivas expressivas ao final da safra. Considerando a cultura do milho, compreender a morfologia da planta, possibilita também avaliar as diferenças entre o período de maturação das diferentes cultivares utilizadas.

A prévia identificação de falhas no crescimento pode prever quebras na produtividade final em massa seca da planta, comprimento da espiga e número de fileiras de grãos. As falhas podem ser resposta ao estresse pela falta de água no sistema produtivo, nutrição inadequada e incidência de plantas espontâneas presentes na entrelinha. Além disso, pelo conhecimento da morfologia das plantas são realizados o controle das pragas invasoras no período adequado.

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta Angiosperma, monocotiledônea, pertencente à família *Poaceae*. As plantas de milho após a sua germinação são caracterizadas por duas grandes fases: vegetativa e reprodutiva, onde dentro de cada uma haverá divisões em subfases, as quais apresentarão características específicas de crescimento. A fase vegetativa é caracterizada pelo aparecimento das folhas e crescimento dos colmos e se finaliza com o aparecimento da inflorescência reprodutiva masculina, a qual então inicia-se o período reprodutivo. Alguma deficiência entre as fases vegetativas e reprodutivas haverá diferença muito acentuada entre o aparecimento do pendão masculino para o feminino e a espiga formada apresenta falhas na formação dos grãos.

A planta do milho é composta por os seguintes órgãos principais: grãos, folha, colmo, raízes, inflorescência. O grão é classificado como um fruto seco indeiscente (cariopse), composto por um pericarpo o qual reveste os endospermas vítreo e farináceo e o germe (embrião), essas estruturas estão representadas na Figura 1.

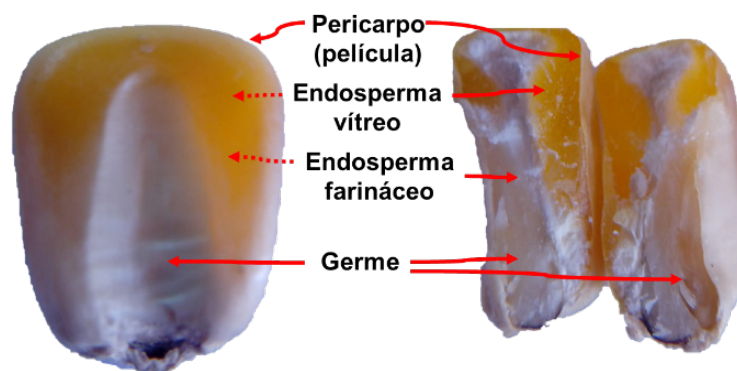


Figura 1 - Esquema demonstrativo das partes da semente do milho

O caule é classificado como colmo cheio, sendo uma haste cilíndrica com nós compactos os quais geram as raízes (abaixo do solo), perfilhos e raízes de suporte (próximo ao nível do solo), as folhas e inflorescência feminina (nós acima do solo), o colmo termina com o pendão da inflorescência masculina (Figura 2.a.). As folhas são dispostas alternadamente e são estreitas com nervura principal visível, apresentam limbo foliar com tricomas, lígula, aurícula e bainha (Figura 2.a.).

O milho é uma planta monoica (Figura 2.a.) com fecundação alógama (fecundação cruzada), apresentando também a protandia. As inflorescências masculinas são pendões no ápice da planta apresentam-se em forma de espiguetas e produzem os grãos de pólen. As femininas são formadas nas axilas das folhas, compostas por estilo-estigma ("cabelos") que conduzem o grão de pólen para os ovários que ficam protegidos pela bráctea (folha modificada que reveste a espiga). Após a maturidade dos grãos, o fruto seco permanece com as brácteas envolvido (Figura 2.b.)

A planta do milho é composta por dois tipos de raízes, as aeras que auxiliam na fixação e as raízes subterrâneas as quais se concentram superficialmente e são fasciculadas (Figura 2.c.).



Figura 2: a) Plantas de milho durante a fase reprodutiva, b) Espiga de milho na fase de colheita, c) Sistema radicular da cultura do milho (MI et al., 2016)

Em geral, a altura das plantas variam de 1,35 a 3,30 m, porém, comparando os híbridos das variedades e em relação ao grau de maturação, segundo o levantamento das características agrônômicas das cultivares da safra 2019/20 de milho (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2020), as variedades apresentam menor altura de espiga e da planta em comparação aos híbridos das categorias superprecoce, precoce e semiprecoce. A diferença entre os híbridos avaliados, está em uma altura crescente das cultivares que apresentam hiperprecocidade até as precoces, aumentando em média até 0,20 m na altura de inserção da espiga e da planta.

1.2 A importância do milho na economia brasileira

O milho é uma das mais importantes culturas comerciais e exerce papel fundamental na economia brasileira. Sua importância é caracterizada pelas diversas formas de utilização, desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho na forma de grão para alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, cerca de 70% no mundo (DUARTE et al., 2020).

Segundo dados do IBGE, a produção de milho no Brasil representou apenas 0,5% do Produto Interno Bruto (PIB), porém esses dados estão apenas retratando a produção do milho em grão, não sendo considerados os milhos especiais e cultivos especiais, como é o caso da produção para silagem, nem computando o efeito multiplicador dessa produção quando o cereal é usado na alimentação de aves e suínos, produtos estes de alto valor agregado e de grande aceitação no mercado internacional.

Com o objetivo de fornecer informações estratégicas a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB tem a responsabilidade de realizar os acompanhamentos das safras brasileiras de grãos. Desta maneira é possível observar o aumento da produtividade de milho entre as safras 2000/01 e 2018/19 (Figura 3).

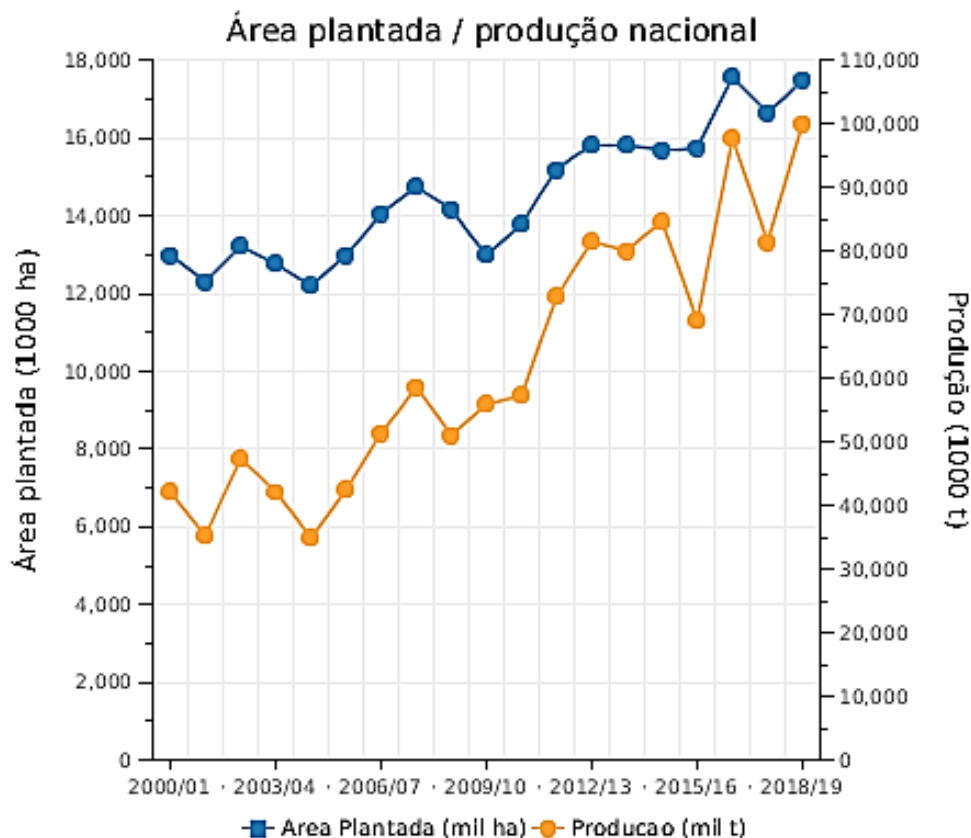


Figura 3: Aumento da produtividade de milho e área plantada entre as safras 2000/01 e 2018/19
Fonte: (CONAB, 2020)

Como se pode notar, a importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto

a fatores sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil (DUARTE et al., 2020).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da irrigação com diferentes doses nitrogenadas sobre alguns componentes de híbridos de milho, sendo eles, crescimento, produtividade de massa úmida, produtividade de massa seca, produtividade e porcentual de grãos no milho para silagem para a região de Piracicaba-SP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Piracicaba-SP, em área experimental situada no *campus* da ESALQ/USP (Latitude 22° 42' sul e Longitude 47° 38' Oeste, com altitude 546 m) de novembro de 2016 à março de 2017. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa - Subtropical de Altitude, com verões quentes, geadas pouco frequentes e concentração das chuvas nos meses de verão (ALVARES et al., 2013).

A análise química do solo na camada de 0 a 0,40 m apresentou 5,3 de pH (H₂O); 72 mg dm⁻³ de P; 9,4 mmol_c dm⁻³ de K; 3,9 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,8 cmol_c dm⁻³ de Mg; 3,1 cmol_c dm⁻³ de H+Al; 0,2 cmol_c dm⁻³ de Al.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial, sendo, o fator 1 híbridos de milho (em um total de seis) e o fator 2 doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹ de N⁻¹), com 4 repetições. O experimento constou de 96 parcelas experimentais com 3,2 por 3,85 m iguais a 12,32 m² cada, totalizando 1182,72 m². Foram utilizados os Híbridos DOW 2B587 (H1), DEKALB 175 Pro (H2), PIONEER 30F53VYHR (H3), DOW 2B587 PW (H4), DOW 2B633PW C4M CRUISER (H5) e Santa Helena SHS7930 PRO2 (H6).

Utilizou-se o sistema de irrigação localizada por gotejamento subsuperficial. As parcelas foram irrigadas por meio de fitas gotejadoras com espaçamento de 0,50 m por emissor, com vazão média igual a 1 L h⁻¹, com três linhas por parcela entre as fileiras de plantas. O manejo da irrigação foi realizado por meio de 6 tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade. Realizou-se uma irrigação de 20 mm de estabelecimento para germinação do milho. O uso da irrigação localizada por gotejamento em grandes culturas promove a economia de água, reduz o risco de salinidade para as plantas, facilita a aplicação de fertilizantes, limita o desenvolvimento de plantas invasoras, reduz o consumo de energia e facilita as práticas culturais, além de reduzir os impactos ambientais (FRIZZONE et al., 2012).

As avaliações de crescimento foram realizadas a cada 8 dias iniciando após a emergência no dia 10 de novembro (5 dias após o plantio), considerado o dia 0



após emergência (DAE). Posteriormente, feitas avaliações aos 8 DAE (18/11/2016), 16 DAE (26/11/2016), 24 DAE (04/12/2016), 32 DAE (12/12/2016) e 40 DAE (20/12/2016). Foram avaliados, a altura de plantas (AP) e gerados as curvas de crescimento dos tratamentos avaliados.

A colheita do milho silagem ocorreu aos 95 dias após plantio em 08 de fevereiro de 2017. O corte para avaliação adotado foi realizado a 0,2 m do solo com colheita de 1 m linear de plantas com plantio em espaçamento 0,7 m, totalizando 0,7 m² de área para avaliação de cada tratamento. Em média 7 plantas por metro linear, com espaçamento de 15 cm entre plantas e densidade populacional de 100 mil plantas ha⁻¹. Foram avaliados, a produtividade de silagem fresca ou úmida (PTSU) em Kg ha⁻¹, a produtividade de silagem em massa seca (PTSMS) em kg ha⁻¹ e o percentual de grãos do milho silagem (PGMS) em %.

Em 20 março de 2017 foi realizada a colheita do milho para avaliação da produtividade Total de grãos (PTG) em Kg ha⁻¹, a colheita de produção, assim como, para a avaliação do milho silagem foi feita em um metro linear de cada parcela (Tratamento). Após colheita, o milho foi acondicionado em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até atingir o teor de umidade próxima entre 13-14%. Após a secagem, foi estimada a produção em 0,7 m² e transformado para produção por hectare.

Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância pelo teste fatorial a 5% de probabilidade e quando constatadas diferenças significativas utilizou-se do Teste de Tukey para o fator Híbridos e análise de regressão para o fator doses de nitrogênio. O software utilizado foi o Assistat 7.7 beta (FRANCISCO e CARLOS, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas (AP) apresentou resultado significativo em função das doses nitrogenadas com crescimento linear ($AP = 55,67 + 0,0251 * \text{Doses de N}$; $p > 0,05$). O Híbrido 6 apresentou a maior altura aos 40 DAE seguido pelos Híbridos H3 e H2 conforme Tabela 1.



	Altura de plantas dos Híbridos de milho (cm)						MG
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
8 DAE	9,33 A	8,77 A	10,69 A	9,13 A	8,75 A	9,73 A	9,4
16 DAE	22,88 A	20,38 A	25,19 A	21,19 A	19,69 A	21,59 A	21,8
24 DAE	40,44 A	36,19 A	44,66 A	41,68 A	36,81 A	41,19 A	40,1
32 DAE	78,25 B	75,19 B	108,6 A	82,63 B	72,63 B	84,25 B	83,5
40 DAE	110,4 D	144,7 AB	141,2 ABC	132,7 BC	127,4 CD	151,6 A	134,7
MG	52,23 C	57,04 BC	66,06 A	57,46 BC	53,06 C	61,67 AB	57,9

Tabela 1: Dados médios de altura de plantas (cm) dos híbridos de milho, Piracicaba-SP, 2016.

* letras maiúsculas na linha seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si considerando um teste de Tukey a 5% de significância.

Neumann et al. (2017) observaram relação direta da altura com produção de biomassa em estudo com 6 híbridos de milho, onde, os híbridos com altura final apresentaram as maiores produções. Neste caso, o rápido crescimento inicial dos híbridos H6, H2 e H3 contribuíram em resultados positivos importantes no final do ciclo (Tabelas 2 e 3). Portanto, a altura é um parâmetro que precocemente pode servir na avaliação de híbridos de milho.

As curvas de crescimento não apresentaram resultados significativos em relação as doses (Figura 4). Diferentemente, em trabalho com os Híbridos DKB 390 YG e DKB 390 PRO em diferentes dosagens de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 Kg ha⁻¹) a altura de plantas mostrou resultados significativos em função das doses, no entanto, a altura foi observada ao final do ciclo que pode ter sido favorecido pelo maior acúmulo de dias.

Não foi possível observar uma grande variação em função das doses nitrogenadas, pois, até o momento de 40 dias após a emergência havia 15 dias em que o nitrogênio tinha sido aplicado. No entanto, é possível observar pequenas variações iniciais entre os 32 e 40 DAE. Ainda, Guedes et al. (2017) aponta que a adubação de fundação afeta diretamente a altura de plantas e da espiga, com maior massa verde de espigas e massa verde total. De tal modo, a adubação de base nos tratamentos foram todas iguais, o que de fato aos 40 dias ainda não foi possível observar grandes diferenças na altura de plantas, posteriormente, não sendo mais observado devido à dificuldade de entrada e avaliação da cultura.

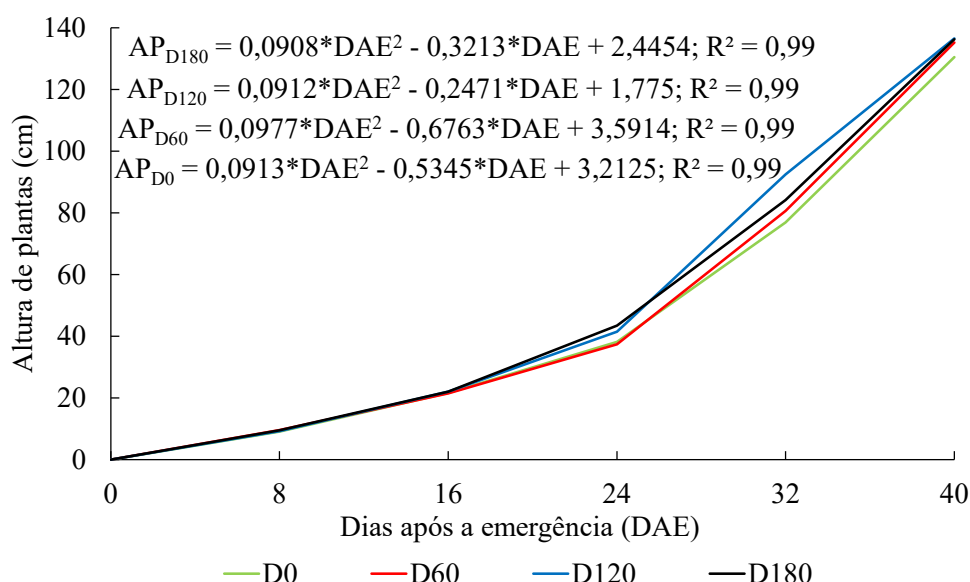


Figura 4: Curvas médias de crescimento em função das doses nitrogenadas, Piracicaba-SP, 2016. Legenda: D0 = 0 kg ha⁻¹ de N; D60 = 60 kg ha⁻¹ de N; D120 = 120 kg ha⁻¹ de N; D180 = 180 kg ha⁻¹ de N

Os valores médios de PTSU, PTSMS e PGMS dos híbridos de milho são apresentados na Tabela 2. A produtividade de silagem úmida e seca não surtiu efeito para os híbridos. A PTSMS média de 23993,1 kg ha⁻¹ foi ligeiramente maior que os valores similares de 18327, 19070 e 19882 Kg ha⁻¹, encontrados por Silva et al. (2016a), Moreira et al. (2015), Guedes et al. (2017), respectivamente.

Variáveis	Híbridos de milho						Média
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
PTSU	81955,4a	78785,7a	88562,5a	85249,9a	79232,1a	77937,5a	81953,9
PTSMS	25225,1a	23806,1a	25908,9a	23837,1a	22540,7a	22640,6a	23993,1
PGMS(%)	29,26 b	36,52 ab	31,99 b	36,17 ab	43,82 a	43,16 a	36,82

Tabela 2: Produção de milho silagem e Percentual de grãos dos híbridos de milho, Piracicaba-SP, 2016/2017

* letras maiúsculas na linha seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si considerando um teste de Tukey a 5% de significância.

Os híbridos H5 e H6 obtiveram as maiores produtividade de grãos (PTG) seguidos pelos híbridos H2 e H4 (Tabela 3). O híbrido 1 apresentou a menor PTG em relação aos híbridos H2, H5 e H6, cerca de 35 e 36% menor que os híbridos H5 e H6, respectivamente. Ainda, a porcentagem de grãos dos híbridos 5 e 6 foram superiores ao híbrido 1.

Variáveis (kg ha ⁻¹)	Híbridos de milho						Média	
	H1	H2	H3	H4	H5	H6		
Doses de	0	5559	5661	5379	6222	8137	7140	6350
	60	6715	8124	6799	8343	9191	8654	7971
	120	8122	9905	9303	9000	10643	10218	9532
	180	7927	11088	10616	10715	10531	12595	10579
PTG		7081 c	8694 ab	8024 bc	8570 abc	9625 a	9651,8 a	8608

Tabela 3: Rendimento médio de grãos por hectare, de cada híbrido, Piracicaba-SP, 2016/2017

* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, considerando um teste de Tukey com 5% de significância.

Todos os componentes estudados apresentaram crescimento lineares, com análise de regressão com ajuste linear e altos coeficientes de correlação (Figura 5). É possível observar que a maior PTSMS (Figura 3b) ocorre na maior dose de 180 kg ha⁻¹ corroborando Souza et al. (2016) que trabalhando com milho doce em Chapadão do Sul/MS encontraram máxima eficiência do uso da água com valor próximo do trabalho, para dose de N (168,4 Kg ha⁻¹ de N).

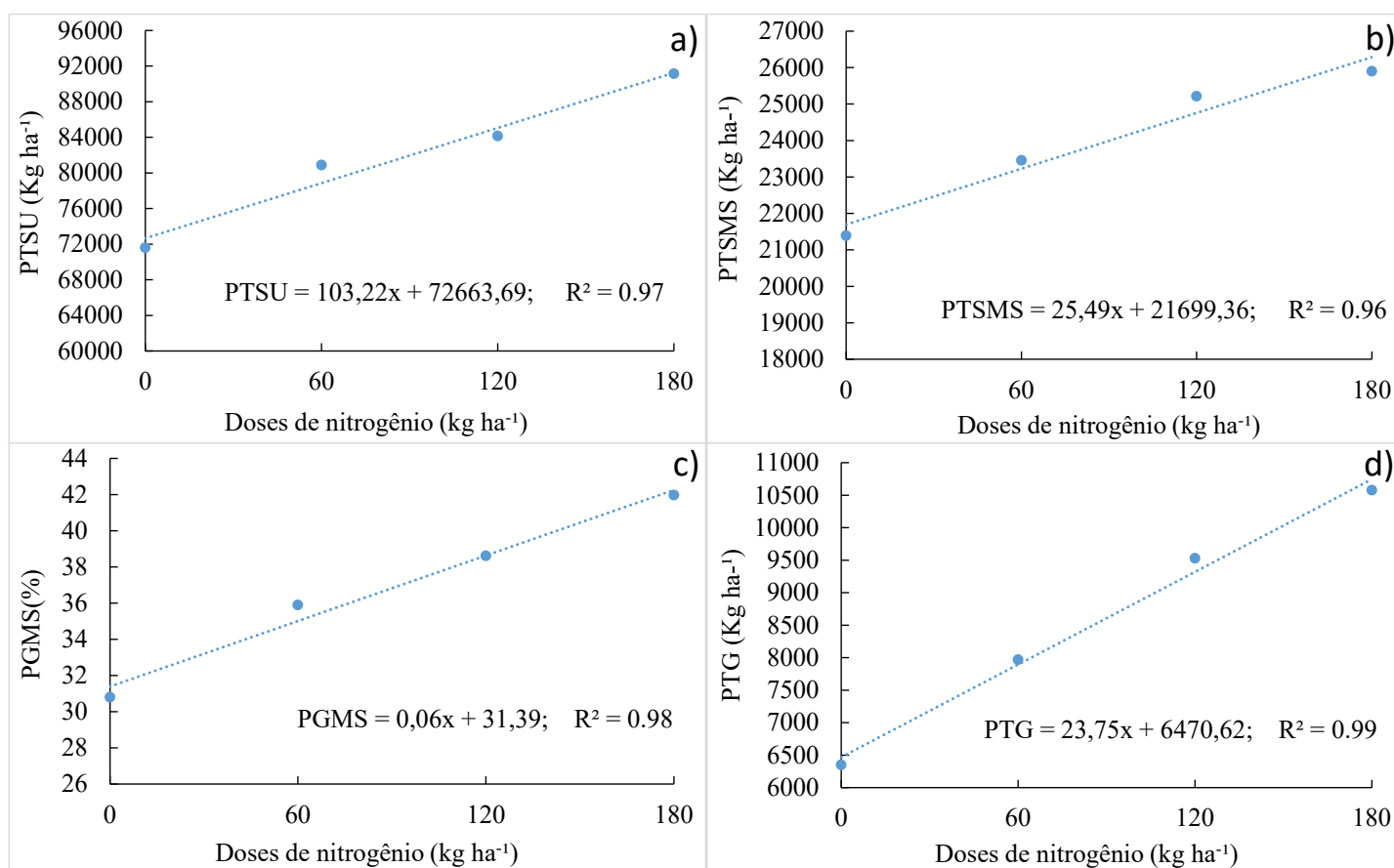


Figura 5: Análise de regressão para a Produtividade Total de Silagem Úmida (PTSU), Produtividade Total de Silagem em Massa Seca (PTSMS), Porcentagem de grãos da matéria seca (PGMS) e Produtividade Total de Grãos (PTG). Piracicaba-SP, 2015/2016.

Assim como no presente trabalho, Silva et al. (2016b) obtiveram respostas lineares semelhantes ao presente trabalho para Produtividade Total de Grãos (PTG), chegando a um máximo de 9.011,7 kg ha⁻¹ com a maior dose de 90 kg ha⁻¹ de N. No trabalho a dose maior de 180 kg ha⁻¹ de N correspondeu a uma PTG de 10.745,6 Kg ha⁻¹, que apesar de dose bem superior ao trabalho de Silva et al. (2016b) a resposta foi ligeiramente superior, por ter influências climáticas, edáficas e híbridos diferentes cada qual de seus trabalhos. Além do mais, a relação adubação e produção fica cada vez mais estreita ao tentar atingir o ápice produtivo.

Freire et al. (2010) encontraram um aumento linear da PTG em função das doses de N, obtendo produções de 15 e 16 Mg ha⁻¹ com dose máxima de 200 kg ha⁻¹. Já, em trabalho com o fornecimento de ureia em cobertura obtiveram produtividade máxima de 14,8 Mg ha⁻¹ de espigas verdes com palha (SILVA e SILVA, 2003). Ambos obtiveram maiores produções que no presente trabalho, no entanto, em função da massa úmida, que porventura diminuiria bastante se convertido em massa seca, aproximando-se ao resultado deste trabalho.

A resposta do milho no aumento de produtividade de espigas em função do fornecimento de N, possivelmente deve-se ao fato desse nutriente causar maiores efeitos nas características de crescimento e desenvolvimento das plantas, as quais, direta ou indiretamente afetam a produtividade, onde o N deve estar disponível pela cultura (OKUMURA et al., 2011). Assim as doses maiores podem ter prolongado o efeito do nitrogênio ao longo do crescimento do milho e contribuído para as maiores produções ocorridas.

No entanto, quando os híbridos são submetidos a doses elevadas de N ocorre uma queda de produção o que pode ser pelo fato do suprimento de N exceder as necessidades da cultura, caracterizando o consumo de luxo (FERNANDES et al., 2005). O potencial produtivo do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas em virtude da grande extração de nutrientes do solo, sendo o N exigido em maior quantidade pela cultura e o que mais frequentemente limita a produtividade (FORNASIERI FILHO, 2007), ou seja, as quantidades onde houve maior produção suprimam as exigências da cultura, tornando-a mais produtiva.

4. CONCLUSÃO

1. O híbrido Dow 2B587 foi o que obteve menor produtividade de grãos, com menor percentual de grãos na produtividade de matéria seca da silagem em relação aos híbridos Dow 2B633PW C4M Cruiser e Santa Helena SHS7930 PRO2.

2. O nitrogênio surtiu efeito positivo nos híbridos, todos os componentes estudados obtiveram respostas lineares crescentes para doses nitrogenadas. Sendo, Os híbridos 2, 3 e 6 apresentaram a maior altura aos 40 DAE, com alturas de 151,6;



144,7 e 141,2, respectivamente.

3. Os milhos mostraram repostas crescentes ao nitrogênio, não atingindo o ápice com as doses aplicadas, evidenciando a necessidade de doses maiores em milho irrigado para encontrar o ponto de inflexão na curva de produção.

Referências

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. DA. Adubação nitrogenada na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.8, p.771-777, 2004.
- BENEVUTE, P.A.N.; PASSOS, L.A.C.; MELO, L.B.B. DE; SILVA, É.A. DA; OLIVEIRA, G.C. DE. Synthetic polymers on water retention and pore distribution in a clayey latosol. *Revista Scientia Agraria* v. 17, p. 24-30, 2016.
- BULL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T., CANTARELLA, H. (Ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63-145.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/>. Acesso em: 10 de junho de 2020.
- COSTA, G. D.; SILVA, M. A. A.; DEMÉTRIO, G. B.; SILVA, M. A.; MATSUMOTO, L. S. Influência Da Adubação Nos Atributos Microbiológicos Do Solo Na Produção De Milho Silagem. *Synergismus scyentifica UTFPR*, v. 9, n. 1, 2014.
- COSTA, M. N. F.; RODRIGUES, W. Á. D.; SILVA, T. I.; PINTO, A. A.; CAMARA, F. T. Desempenho e produtividade do milho em função do cultivar e da adubação de cobertura em regime de sequeiro no Cariri-CE. *Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas*, v. 26, n. 3, p. 310-319, 2017.
- CRUZ, I. V. P.; BACKES, A. A.; FAGUNDES, J. L.; SOUSA, B. M. L.; VIEIRA, J. S.; OLIVEIRA, R. S. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com diferentes silagens. *Boletim de Indústria Animal*, v. 73, n. 2, p. 143-149, 2016.
- DUARTE, J. de O., MATTOSO, M. J., GARCIA, J. C. Importância socioeconômica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.
- FERNANDES, F.C.S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.
- FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. São Paulo: Funep, 2007. 574 p.
- FRANCISCO, de A. S. e S.; CARLOS, A. V. de A. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 29 set. 2016.
- FREIRE, F. M.; VIANA, M.C.M.; MASCARENHAS, M.H.T.; PEDROSA, M.W.; COELHO, A.M.; ANDRADE, C.L.T. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, n. 3, p. 213- 222, 2010.
- FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. Microirrigação: gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem, 2012.
- GUEDES, B. R.; DAMACENO, Y. R. P.; PINTO, A. A.; SANTOS, S. L. L. dos; CAMARA, F. T. da. Produtividade de massa verde de milho transgênico em função da adubação em regime de sequeiro no Cariri-CE. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2017.
- LIMA S. F. DE; ALVAREZ R. DE C.F.; CONTARDI L. M. Influence of row spacing on agronomic parameters

features and dry matter accumulation of maize hybrids. *Ambiência*, v.12, p. 1027–1039, 2016.

LUJAN D. W, MULLER A. L, SIBALDELLI R. N. R.; AMARAL H.F.; FERREIRA R. C. Influência de níveis tecnológicos no rendimento de grãos de diferentes híbridos comerciais de milho em um Latossolo Vermelho Distroférico. *Global Science Technology*, v. 8, p. 79–86, 2015.

MI, G. et al. Ideotype Root System Architecture for Maize to Achieve High Yield and Resource Use Efficiency in Intensive Cropping Systems. *Advances in Agronomy*, v. 139, p. 73–97, 2016.

MOREIRA, E. D. S.; FERNANDES, L. A.; COLEN, F.; CRUZ, L. R. Características agronômicas e produtividade de milho e milheto para silagem adubados com biofertilizante suíno sob irrigação. *Boletim de Indústria Animal*, v. 72, n. 3, p. 185–192, 2015.

NEUMANN M.; LEÃO G. F. M.; COELHO M. G.; FIGUEIRA D. N.; SPADA C. A.; PERUSSOLO L. F. Aspectos produtivos, nutricionais e bioeconômicos de Híbridos de milho para produção de silagem. *Archivos Zootecnia*, v. 66, p. 51–58, 2017

NOCE, M. A.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, D. D. O.; CHAVES, F. F. Fertilization of maize silage using poultry litter in different dosages and systems of application. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 2, p. 232–239, 2014.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D.C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v. 4, n. 2, p. 226–244, 2011.

OLIVEIRA, F. G.; LOPES, R. G. N.; MOREIRA, F. G. D. A.; FIGUEIREDO, E. F. P. De. Influência da uniformidade de irrigação na produção e na rentabilidade de silagem de milho irrigado. *Irriga*, v. 1, n. 2, p. 103–108, 2015.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n. 2, p. 358-364, 2008.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. Sementes de Milho: nova safra, novas cultivares e contínua a dominância dos transgênicos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

SANTOS, R. D. dos; PEREIRA, L. G. R.; ARAÚJO, G. G. L. de; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A. de; NEVES, A. L. A.; COSTA, C. T. F. Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Seis Genótipos de Milho Precoce ou Super-Precoce. *Revista Científica de Produção Animal*, v. 12, n. 2, p. 188–191, 2010.

SILVA, A. G. D.; DUARTE, A. P.; PIEDADE, R. D. C.; COSTA, H. P.; MEIRELES, K. G. C.; BORGES, L. P. Inoculação de sementes de milho safrinha com *Azospirillum* e aplicação de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 14, n. 3, p.358-370, 2016b.

SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. Parcelamento da adubação nitrogenada e rendimento de espigas verdes de milho. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, p. 149-152, 2003.

SILVA, S. F. da; GARCIA, G. de O.; REIS, E. F. dos; DALVI, L. P. Uso agrícola da vinhaça para produção de forragem de milho durante três anos de cultivo. *Irriga*, v. Edição Esp, p. 59–69, 2016a.

SOUZA, E. J.; DA CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; DA SILVA, T. R.; DA SANTOS, O. F. Eficiência do uso da água pelo milho doce em diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 10, nº 4, p. 750-757, 2016.

VIAN, A. L.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; SIMON, D. H.; DAMIAN, J. M.; & BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. *Ciência Rural*, v. 46, n. 3, p. 464-471, 2016.



CAPÍTULO 8

TOXICIDADE POR CONTATO DO COMPOSTO GERANIOL SOBRE Sitophilus zeamais EM MILHO

CONTACT TOXICITY OF THE COMPOUND GERANIOL ON *Sitophilus*
zeamais IN CORN

André Oliveira Conceição

Ana Caroline Santos de Sousa

Daniele Muniz dos Reis

Douglas Rafael e Silva Barbosa

Evilásio dos Santos Cardoso Júnior

Geraldo de Oliveira Sobrinho Júnior

Wanderson Luis da Silva Anjos

Danielma dos Santos Moreira

Antônio Breno Costa Nascimento

Dayvid Rafael Araújo Mendes

Resumo

O milho, *Zea mays* (L.) é uma planta que pertence à família Poaceae, destacando-se no mundo como uma das cultivares mais consumidas. Esta importante cultura comercial sofre com ataque de pragas e doenças, dentre estas encontra-se *Sitophilus zeamais*. O controle desta praga é feito comumente com produtos químicos sintéticos, os quais necessitam de várias aplicações, ocasionando seleção de populações resistentes de insetos, além de aumento de resíduos químicos na cultura. Neste contexto, para minimizar os problemas decorridos da aplicação constante de inseticidas químicos sintéticos, o presente trabalho teve em seu objetivo principal avaliar o potencial dos composto de geraniol para o controle de *S. zeamais* em grãos de milho. Os testes foram realizados no Laboratório Multidisciplinar do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão / Codó. Foram determinadas a toxicidade para insetos não sexados, efeito de concentrações letais na taxa instantânea de crescimento populacional e a repelência do composto testado. Nos testes de toxicidade foram determinadas as concentrações letais CL_{50} e CL_{95} , com o composto geraniol se mostrando que pode ser utilizado no controle de *S. zeamais*.

Palavras chave: Milho, *Sitophilus*, Controle, Composto de geraniol.

Abstract

Corn, *Zea mays* (L.) is a plant belonging to the Poaceae family, standing out in the world as one of the most consumed cultivars. This important commercial crop is attacked by pests and diseases, including *Sitophilus zeamais*. The control of this pest is commonly performed with synthetic chemicals, which require several applications, causing selection of resistant insect populations, in addition to increasing chemical residues in the crop. In this context, in order to minimize the problems resulting from the constant application of synthetic chemical insecticides, the main objective of this work was to evaluate the potential of geraniol compounds in the control of *S. zeamais* in corn kernels. The tests were carried out at the Multidisciplinary Laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão / Codó. Toxicity to non-sexed insects, the effect of lethal concentrations on the instantaneous population growth rate and the repellency of the tested compound were determined. In the toxicity tests, lethal concentrations LC_{50} and LC_{95} were determined, with the compound geraniol showing that it can be used in the control of *S. zeamais*.

Key-words: Corn, *Sitophilus*, control, Geraniol compound



1. INTRODUÇÃO

O milho, *Zea mays* (L.), originário das Américas, é uma monocotiledônea pertencente à família Poaceae, sendo, provavelmente, a mais importante cultura comercial (SILOTO, 2002). Atualmente é cultivado em quase todos os países, podendo ser encontrado nas mais variadas condições de clima e manejo, sendo considerado um dos principais cereais do mundo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

A qualidade das sementes ou grãos pode ser afetada pela ação de diversos fatores, dentre eles, estão as pragas de armazenamento, em especial o *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), que pode ser responsável pela deterioração física do lote armazenado (LORINI et al., 2010). Os insetos adultos e imaturos se alimentam dos grãos e provocam grandes perdas de massa, do poder germinativo e do vigor da semente, do valor nutritivo e do valor comercial dos grãos (SANTOS, 2008).

O controle de *S. zeamais*, em grãos de milho armazenado, tem sido comumente realizado em larga escala, utilizando-se inseticidas sintéticos protetores e fumigantes, os quais, apesar de eficientes e econômicos, podem provocar efeitos indesejáveis, como intoxicação dos aplicadores, presença de resíduos tóxicos nos grãos, aumento dos custos no armazenamento e seleção de populações de insetos resistentes (OBENG-OFORI; AMITEYE, 2005).

As plantas com ação inseticida têm sido utilizadas como método alternativo de controle por meio de produtos na forma de pós, óleos e extrato para as principais pragas de grãos armazenados. Tais plantas provocam mortalidade, repelência, inibição da oviposição, redução no desenvolvimento larval, na fecundidade e fertilidade dos adultos. Por essa razão, muitos pesquisadores vêm tentando isolar compostos presentes em plantas e verificar seus efeitos sobre pragas de importância econômica (MAZZONETTO, 2002).

Das plantas podem ser extraídos óleos essenciais e seus constituintes que vêm sendo bastante utilizados no controle de diversas pragas. A maioria dos óleos essenciais são misturas altamente complexas de mono- (C10) e sesquiterpenos (C15), incluindo fenóis biogeneticamente relacionados (fenilpropenos e cinamatos). Estes compostos são geralmente responsáveis pelos odores característicos e / ou aromas das plantas de onde são obtidos (ISMAN; MACHIAL, 2006).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a toxicidade por contato do constituinte isolado de óleo essencial geraniol sobre insetos adultos de *S. zeamais*.



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil é um país com enorme potencial para a produção de grãos com destaque para o milho (*Zea mays* L.) por ser uma cultura amplamente difundida e cultivada, adaptando-se aos mais diferentes ecossistemas (LIMA-MENDONÇA et al., 2013). No Brasil, a cultura do milho em grão tem acontecido em duas épocas de plantio: a primeira safra no verão, durante o período chuvoso, e a segunda, sem período pré-fixado, o chamado milho safrinha (SANDIM et al., 2011).

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* é uma praga importante de cultivos de milho, *Zea mays* L. (Poaceae) no campo e em unidades armazenadoras e pode se instalar por infestação-cruzada. Larvas e adultos dessa praga danificam grãos inteiros e sadios, incluindo milho; arroz, *Oryza sativa* L.; aveia, *Avena sativa* L.; centeio, *Secale cereale* L.; cevada, *Hordeum vulgare* (L.) Barle e trigo, *Triticum aestivum* L. (Poa ceae) (UKEH et al., 2010). O gorgulho-do-milho coloca seus ovos no interior dos grãos, onde as larvas se desenvolvem. Consequências do efeito prejudicial da redução de peso e perda de qualidade física e fisiológica dos grãos infestados resultam, principalmente, dos efeitos adicionais causados por agentes de deterioração(microrganismos) (HELL et al., 2000).

O controle de outros insetos pragas de grãos armazenados pode ser feito através de óleos essenciais, os quais contêm metabólitos secundários com componentes aromáticos fortes que dão às plantas um distinto odor, sabor ou aroma. São líquidos à temperatura ambiente, de natureza lipofílica, têm densidade menor que a água e contém uma série de componentes bioativos (BOUMAIL et al., 2013).

Os óleos essenciais podem conter centenas de diferentes constituintes, mas certos componentes se apresentam em quantidades maiores. Por exemplo, 1,8-cineole é predominante no óleo essencial de *Eucalyptus* spp., linalol em *Ocimum* spp., limoneno em *Citrus* spp., mirceno em *Curcuma longa* L., carvone em *Carum carvi* L., asarone em *Acorus calamus* L. e glucosinatos em plantas pertencentes a Brassicaceae, cianidrinhas em *Manihot esculenta* Crantz, tiosulfinaos em *Allium* spp., salicilato de metila em *Securidaca longepedunculata* (Fresen.), assim como β -thujoplicina em *Thujopsis dolabrata* (Thunb. ex L. f.) Siebold & Zucc.. Entre os componentes do óleo essencial, os monoterpenóides têm atraído a maior atenção para atividade fumigante contra insetos de grãos armazenados (RAJENDRAN; SRI-RANJINI, 2008).



3. METODOLOGIA

O bioensaio para avaliar o potencial inseticida do composto isolado de óleos essenciais sobre insetos adultos de *S. zeamais* foi conduzido no laboratório Multi-disciplinar do Instituto Federal do Maranhão, Campus Codó.

Criação de *Sitophilus zeamais*. Os insetos foram criados por várias gerações, em grãos de milho, *Zea mays*, acondicionados em recipientes de vidro de 400 mL de capacidade, devidamente fechados com tampa plástica perfurada, revestida internamente com tecido fino transparente tipo *voil* para permitir a passagem do ar. A criação e o bioensaio foram realizados sob temperatura de $28,0 \pm 2,0$ °C, umidade relativa de $60,0 \pm 10,0\%$ e fotofase de 12h.

Composto geraniol. O composto sintético padrão geraniol foi adquirido na empresa Sigma-Aldrich®, com grau de pureza de 98%.

Bioensaio de toxicidade por contato. Inicialmente, foram realizados testes preliminares para estimar as concentrações que causam mortalidade entre 5% e 95% dos insetos *S. zeamais*. Com base nos dados obtidos, foram estabelecidos intervalos de concentração para os bioensaios definitivos. Foram utilizados quatro repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os bioensaios foram realizados sob as mesmas condições da criação de insetos.

As soluções com geraniol e o solvente acetona p.a. foram realizadas em frascos de vidro de 5 mL de capacidade. A partir dos testes preliminares foram calculadas concentrações padrões que variavam entre 1 e 10 % do composto geraniol ($\mu\text{L/mL}$), completando-se o volume para 1 mL com o solvente.

O composto geraniol foi aplicado em grãos de milho com auxílio de micropipetador automático, sendo colocado em 20 g de milho, dispostos em pote plástico com capacidade para 250 mL, o mesmo foi agitado manualmente por um minuto. As concentrações utilizadas foram: 2, 4, 5, 7 e 9%. Para cada concentração (em cada repetição) retirou-se uma alíquota de 100 μL da solução padrão a ser aplicada. Após a evaporação do solvente, 10 insetos não sexados foram liberados para cada repetição. Os potes foram fechados e vedados com tecido tipo *voil* para evitar o escape dos insetos durante o período de exposição ao composto. O tratamento controle foi realizado de modo semelhante, porém os insetos foram expostos apenas ao solvente. Após 24 h contabilizou-se o número de insetos mortos, os mesmos foram considerados mortos quando não respondiam ao estímulo com toque de um pincel.

Análise estatística. As Concentrações Letais (CL_{50} e CL_{95}) do composto foram determinadas através do PROC PROBIT do programa SAS version 8.02 (SAS INSTITUTE, 2001).



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração letal CL_{50} estimada para geraniol sobre *S. zeamais* foi de 9,91% do composto, para esta concentração a variação foi de 7,79 a 16,51% pelo intervalo de confiança (95%) (Figura 1). Já a concentração letal CL_{95} foi de 48,12% com variação de 24,53 a 260,37%. A inclinação da curva para a toxicidade deste composto foi de $2,40 \pm 0,53$, inclinações mais altas indicam que pequenas variações nas concentrações do produto promovem maior mortalidade nos insetos.

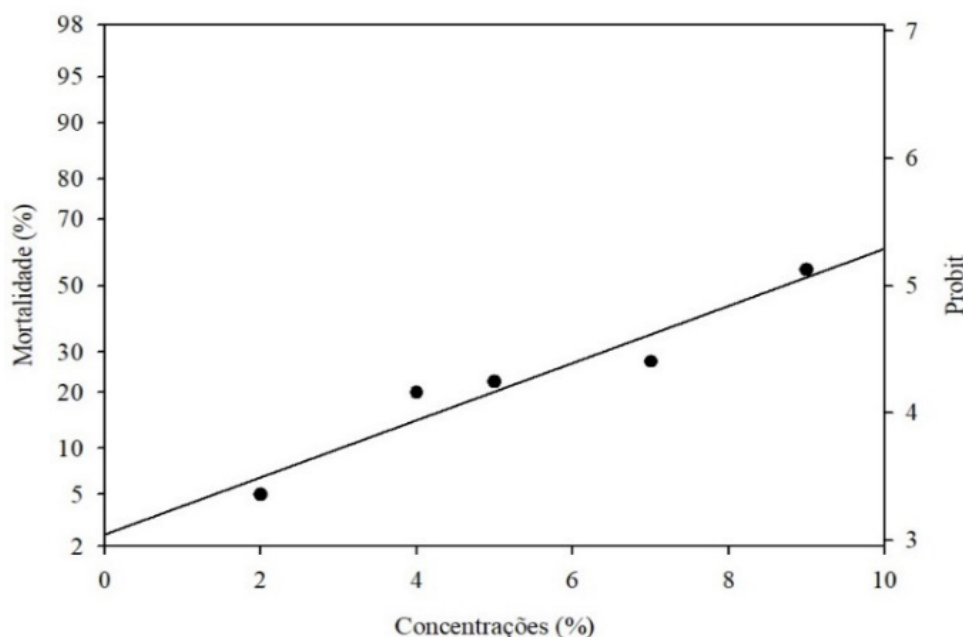


Figura 1 – Toxicidade por contato (%) do composto isolado de óleo essencial geraniol sobre *S. zeamais* em grãos de milho
Fonte: Própria (2019)

Diversas plantas e/ou seus constituintes químicos têm se mostrado efetivos no controle de adultos de *S. zeamais*. Fazolin et al. (2007) observaram que o óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur e K. Shum foi tóxico, apresentando valores de CL_{50} de $14,1 \text{ ng cm}^{-2}$ e de $1.321,6 \text{ ng g}^{-1}$, para os efeitos de contato (papel de filtro) e fumigação, respectivamente, bem como DL_{50} de $14,7 \text{ } \mu\text{g mg}^{-1}$ de inseto para o efeito tópico. Chu et al. (2011) demonstraram maior toxicidade do ascaridole, principal constituinte do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L., em relação ao óleo bruto. Tapondjou et al. (2005) observaram efeito repelente óleo essencial de *Eucalyptus saligna* a *S. zeamais*, apresentando dose letal 50% (DL_{50}) de $0,36 \mu\text{L cm}^{-2}$.

Coitinho et al. (2011) obtiveram CL_{50} de $1,0 \mu\text{L } 40\text{g}^{-1}$ de milho para *Piper hispidinervum* em testes de contato e ingestão, respectivamente, no controle de *S. zeamais*. No presente trabalho, a concentração letal CL_{50} de 9,91% representa a utilização de $90 \mu\text{L } 20 \text{ g}^{-1}$ de milho, indicando que a ação letal aos insetos não necessariamente é representada por apenas um único composto majoritário, mas

pelo sinergismo de diversos compostos presentes nos óleos essenciais, já que os mesmos são uma mistura complexa de mono e sesquiterpenos, em especial.

5. CONCLUSÃO

O composto geraniol pode ser utilizado no controle de *S. zeamais*, porém são necessários testes com outros compostos e com a mistura entre estes para reconhecer o real potencial inseticida sobre este inseto praga de produtos armazenados.

6. AUTORIZAÇÃO

Ao submeter o trabalho, os autores tornam-se responsáveis por todo o conteúdo da obra.

Referências

- BOUMAIL, A.; SALMIERI, S.; KLIMAS, E.; TAWEMA, P. O.; BOUCHARD, J., LACROIX, M. Characterization of trilayer antimicrobial diffusion films (ADFs) based on methylcellulose-polycaprolactone composites. **J. Agric. Food Chem.** v. 61, p. 811-821, 2013.
- CHU, S. S.; LIU, Z. L.; DU, S. S.; DENG, Z.W. Chemical composition and insecticidal activity against *Sitophilus zeamais* of the essential oils derived from *Artemisia giralduii* and *Artemisia subdigitata*. **Molecules**, v. 17, p. 7255-7265, 2012.
- COITINHO, R.L.B.C.; OLIVEIRA, J.V.; GONDIM, M.G.C.J.; CÂMARA, C.A.G. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 35, p. 172-178, 2011.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, v.18, 360 p, 2000.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J.L.V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M.R. Atividade inseticida do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur & K. SHUN (Bignoniaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazônica**, v.37, p.599-604, 2007.
- HELL, K.; CARDWELL, K.F.; SETAMOU, M.; SCHULTHESS, F. Influence of insect infestation on aflatoxin contamination of stored maize in four agroecological regions in Benin. **African Entomology**, v.8, v. 2, p. 169-177, 2000.
- ISMAN, M. B.; MACHIAL, C. M. **Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization**. In: Advances in phytomedicine: naturally occurring bioactive compounds. RAI, M.; CARPINELLA, M. C. Eds. Elsevier, New York, NY. 2006.
- LIMA-MENDONÇA, A.; BROGLIO, S. M. F.; ARAÚJO, A. M. N.; LOPES, D. O. P.; DIAS-PINI, N. S. Artigo consultado. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n.1, p. 91-97, 2013.
- LORINI, I; KRYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante armazenamento. Série sementes**. Londrina: Embrapa, 2010. (Circular Técnica, 73).



MAZZONETTO, F. **Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sob o controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boh) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae)**. 2002. 134 f. Tese (doutorado). Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002.

OBENG-OFORI, D.; AMITEYE, S. Efficacy of mixing vegetable oils with pirimiphos-methyl against the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v.41, p. 57-66, 2005.

RAJENDRAN, S.; SRIRANJINI, V. Plants products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research**, v.44, p.126-135, 2008.

SANDIM, M. S.; KAWAHARA, E. S.; HEINZMANN, L. M. Análise das exportações de milho em grão do estado de mato grosso no período de 2001 a 2010. **Revista Ciências Sociais em Perspectiva**. Cascavel, v. 10, n. 19, 2011.

SANTOS, J. P. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 257-302.

SAS Institute. **User'sguide, version 8.02, TS level 2MO**. SAS Institute Inc., Cary, NC. 2001.

SILOTO, R.C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1997) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho**. Dissertação de Mestrado, ESALQ, Piracicaba, 93p, 2002.

TAPONDJOU, L.A., ADLER, C.; FONTEM, D.A.; BOUDA, H.; REICHMUTH, C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Stored Products Research**, v. 41, p. 91-102, 2005.

UKEH, D.A.; BIRKETT, M.A.; BRUCE, T.J.A.; ALLAN, E.J.; PICKETT, J.A.; MORDUE, A.J. Behavioural responses of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*, to host (stored-grain) and non-host plant volatiles. **Pest Management Science**, v. 66, n.1, p. 44-50, 2010.



CAPÍTULO 9

DETERMINAÇÃO DE METAIS PESADOS NA ÁGUAS DO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ (FORTALEZA-CE)

DETERMINATION OF HEAVY METALS IN THE WATERS OF THE RIO
COCÓ ESTUARY (FORTALEZA-CE)

Ana Lúcia Eufrázio Romão

Aristides Pavani Filho

Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu

Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães

Rivelino Martins Cavalcante

Elini Alves Oliveira de Sousa

Carlucio Roberto Alves

Resumo

Os metais tóxicos figuram entre os principais contaminantes dos recursos hídricos. Presentes em demasia esses metais provocam a deterioração do corpo receptor, a decomposição anaeróbia dos organismos vivos, odor pronunciado, alteração de cor e de turbidez da água dentre outras. Objetiva-se com esse trabalho determinar a presença de metais pesados (zinco, cobre, chumbo, ferro e cromo) no estuário do Rio Cocó. As coletas foram realizadas entre os dias 21 a 25 de julho de 2019. Em cada ponto de amostragem foram realizadas 2 coletas intercaladas por 3 h. Tendo sido as coletas realizadas a 60 cm do espelho d'água. Foram recolhidos 150 mL de amostras de água e acondicionadas em tubos de falcon de 50 mL previamente tratados com ácido nítrico a 15%. As determinações das concentrações de metais nas amostras foram realizadas a partir das análises espectrométricas em espectrofotômetro de absorção atômica. As concentrações de metais nas amostras variaram entre 0,17 e 0,4 mg/L para o zinco e 0,05 a 0,14 mg/L para o ferro. As análises permitiram inferir que a presença de zinco se encontram em concentrações significativamente superiores aos estabelecidos pelo órgão. As concentrações de ferro nas águas do estuário estão em conformidade com os limites impostos pelo Conama. Os demais elementos analisados encontravam-se abaixo do limite de detecção do equipamento, estando, portanto, em conformidade com o limites estabelecido pelo Órgão.

Palavras-chave: Estuário; Rio Cocó; Sabiaguaba; Contaminação; Metais

Abstract

Toxic metals are among the main contaminants in water resources. High concentrations of these metals cause deterioration of the recipient water body, anaerobic decomposition of living organisms, pronounced odor, color change and water turbidity, among others. The objective of this work is to determine the presence of heavy metals (zinc, copper, lead, iron and chromium) in the Cocó River estuary. The water sample collections were carried out between the 21st and the 25th of July 2019. At each sampling point, two collections were performed interspersed with 3 h. The collections were made at 60 cm from the water surface. 150 ml of water samples were collected and placed in 50 ml falcon tubes previously treated with nitric acid at 15%. The determinations of the concentrations of metals in the samples were carried out from the spectrometric analyzes in an atomic absorption spectrophotometer. The concentrations of metals in the samples varied between 0.17 and 0.4 mg / L for zinc and 0.05 to 0.14 mg / L for iron. The analyzes made it possible to infer that the presence of zinc is found in concentrations significantly higher than those established by the Conama, National Environment Council. Iron concentrations in the estuary waters are according to the limits imposed by Conama. The other elements analyzed were below the detection limit of the equipment, therefore being in compliance with the limits established by the Council.

Key-words: Estuary; Cocó River; Sabiaguaba; Contamination; Metals



1. INTRODUÇÃO

Em decorrência do avanço industrial a acumulação de metais pesados no meio ambiente, sobremaneira no solo e água, tornou-se um problema ambiental importante. Este tipo de material tóxico é encontrado nos resíduos da indústria textil, mineração, curtumes, galvanoplastia e da indústria eletrônica e petroquímica, bem como decorrentes do uso de pesticidas, fertilizantes, dentre outros. Além dos danos ambientais, contaminação dos solos e corpos d'água, os metais pesados fazem parte da classe de poluentes persistentes e bioacumulativos com potencial para causar severos danos à saúde humana (SOARES, 2017).

Metais são elementos químicos situados, principalmente, à direita da tabela periódica. São sólidos na temperatura ambiente, exceto o mercúrio, conduzem eletricidade, em sua maioria, são dúcteis e maleáveis e podem formar ligas com outros metais. Em seus estados atômicos, apresentam-se no estado neutro, ao reagirem com não metais adquirem carga e passam para configuração de íons (KOTZ E TREICHEL, 2002).

Em certas quantidades, alguns íons minerais são essenciais ao bom funcionamento do organismo humano, tais como: sódio (Na^+), potássio (K^+), magnésio (Mg^{2+}) e cálcio (Ca^{2+}). Estes íons atuam como centros catalíticos, ativam ou regulam funções biológicas quando interagem com moléculas específicas, provocando a modificação em sua estrutura (KOTZ E TREICHEL, 2002).

Embora essencial à manutenção da homeostase biológica, a acumulação de metais nos organismos pode assumir proporções tóxicas, basta que estes se encontrem acima dos limites fisiologicamente toleráveis. Comumente, a principal fonte de contaminação por elementos tóxicos é o descarte de efluentes industriais que irão poluir solo e água. A presença desses metais em efluentes deve atender aos limites máximos estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Vide tabela 3. (BRASIL, 2008).

Os metais tóxicos presentes nos efluentes figuram entre os principais contaminantes dos recursos hídricos. Presentes em excesso esses metais provocam a deterioração do corpo receptor, a decomposição anaeróbia dos organismos vivos, odor pronunciado, alteração de cor e de turbidez da água dentre outras (AGUIAR e NOVAES, 2002).

Dentre os ambientes suscetíveis à contaminação por metais pesados estão os mares, os rios, e as regiões de estuários. Devido alta produtividade e o fluxo de maré os estuários são as principais vias de transferência de água, sedimentos, nutrientes e poluentes dos continentes para os oceanos (COUCEIRO; SCHETTINI, 2010).



Esses ambientes são os grandes responsáveis pela fertilização das águas costeiras ou funcionam como verdadeiras estações depuradoras naturais de esgotos antes do seu lançamento ao mar, evitando ou retardando a poluição marinha (GREGO *et al.*, 2017).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Procedimentos metodológicos

Os pontos para amostragem (P1, P2, P3, P4 e P5) foram determinados através geoprocessamento considerando ampla faixa do estuário com base na área que sofre influência direta do regime de maré. A distribuição geográfica dos pontos de coleta pode ser visualizada na imagem de satélite que consta na Imagem 1.

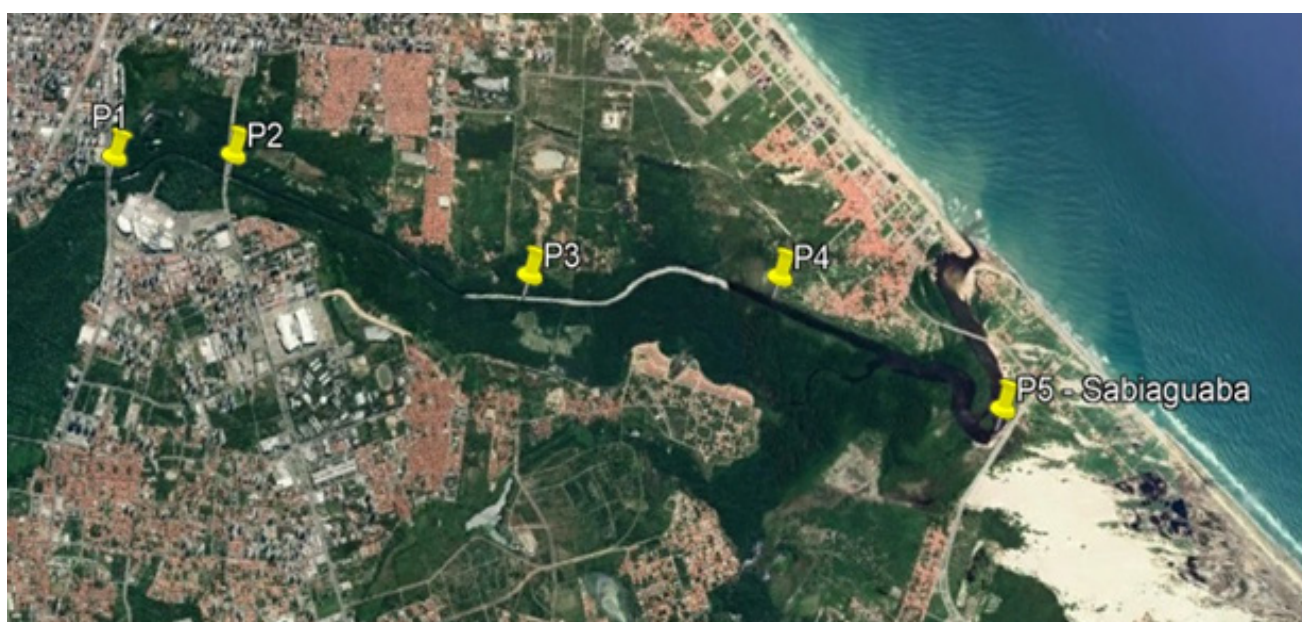


Imagem 1- Imagem aérea dos pontos de coleta
Fonte: imagem de satélite, Google Earth (2019)

Foram selecionados 05 pontos ao longo do estuário do Rio Cocó, compreendendo um percurso de 7,3 km entre a ponte da Av Eng. Santana Júnior e a região da Sabiaguaba. Foi realizada uma incursão a cada ponto, uma vez por dia entre os dias 22 a 25 de julho de 2019. A Tabela 1 apresenta a localização, a data e os horários de coleta dos pontos do Rio Cocó:

Ponto de Coleta	Ponto	Latitude	Longitude	Data	Hora de início
Ponte Av. Santana Junior	P1	3°45'8.43"S	38°29'26.52"O	23/07/19	11:30
Ponte Av. Sebastião de Abreu	P2	3°45'14.75"S	38°28'58.59"O	22/07/19	09:40
Condomínio	P3	3°45'58.32"S	38°27'55.19"O	25/07/19	10:00

Comunidade	P4	3°46'13.00"S	38°26'57.00"O	24/07/19	10:40
Sabiaguaba	P5	3°46'53.88"S	38°26'13.04"O	21/07/19	14:30

Tabela 1- Pontos de coleta conforme localização georreferenciada
* Fonte: próprios autores

Em cada ponto de amostragem foram realizadas 2 coletas intercaladas por 3 h. Tendo sido as coletas realizadas a 60 cm do espelho d'água. Foram recolhidos 150 mL de amostras e acondicionadas em tubos de falcon (50 mL) previamente tratados com ácido nítrico a 15%. Para a coleta de amostra foi utilizada pipeta (Foto 2) com capacidade para coletar até 250 mL de água e calibrada para recolhimento às profundidades de 70, 60, e 50 cm do espelho d'água, conforme Foto 1. O equipamento de coleta utilizado neste experimento foi idealizado e confeccionado pelos próprios autores do trabalho.



Foto 1- Procedimento de coleta de amostra de água em P5.
Fonte: Site da Universidade Estadual do Ceará (2019)



Foto 2- Imagem, em detalhe, do equipamento utilizado para coleta de água
Fonte: Próprios autores

No decorrer das coletas fora determinados condutividade elétrica, pH, resisti-

vidade, densidade, sólidos totais dissolvidos, salinidade e temperatura da água. A determinação dos parâmetros físico-químicos em todos os pontos foi realizada *in situ* através da utilização de Sonda multiparamétrica Aqual Troll 400 da In-Situ Inc. 221 East Lincoln Avenue, Fort Collins, CO 80524 USA, acoplada ao barco robótico IRACEMA, Foto 3.



Foto 3- Registro da saída dos pesquisadores para os pontos de coleta
Fonte: Site da Universidade Estadual do Ceará

Os principais parâmetros utilizados para discutir a qualidade da água do estuário foram temperatura, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e salinidade. A partir dos dados coletados, posteriormente tabulados, retirados os erros e organizados no programa Microsoft Excel, foi definida a malha de interpolação, os limites máximos e mínimos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A planície flúvio-marinha do rio cocó abrange as áreas compreendidas entre os trechos do rio localizados na BR-116 até a sua foz. Essa região forma o estuário da bacia do rio cocó. Nesse trecho as características físico-químicas são adversas, a salinidade da água e do solo são elevadas, provocada principalmente pelas inundações de água salina trazidas pelo regime de marés e os níveis de oxigênio no solo são baixos. Ainda assim, na região, há uma densa vegetação dominada pela presença de espécies vegetais característica de manguezais tais como *Rhizophora mangle L.*, *Avicenia Schaveriana Stapf. e Leech*, e *Laguncularia racemosa* (SEMACE 2010).

A área do estuário está totalmente inserida no Parque Ecológico do Cocó. O parque foi criado pelo Governo Estadual através do decreto de nº 22.253, de 05 de setembro de 1989, tendo sido ampliado a partir do decreto nº 22.587, de 08 de junho de 1993. A área total do parque abrange 1.155,2 hectares e seus limites correspondem ao trecho nas proximidades da BR-116 à foz do Rio Cocó (FREIRES et al., 2014).

3.1 Qualidade da água (parâmetros físico-químicos)

Os padrões de qualidades das águas dos corpos hídricos são regulamentados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005). Este aparato foi alterado posteriormente da Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008, que altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA, nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições de descartes de efluentes.

Os parâmetros físico-químicos associados à qualidade da água avaliados no decorrer do presente estudo foram a condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos e pH. Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 2.

MÉDIAS DOS PARÂMETROS MEDIDOS										
Parâmetro	P1		P2		P3		P4		P5	
	t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2
Condutividade (µS/cm)	710,41	776,07	829,39	842,48	1346,90	1323,90	2323,10	1340,42	12814,07	58672,35
Salinidade (PSU)	0,32	0,35	0,38	0,38	0,61	0,57	1,09	0,61	6,93	37,06
Sólidos (g/L)	0,45	0,48	0,52	0,52	0,84	0,78	1,46	0,83	7,77	35,70
pH	6,00	6,31	7,04	7,06	6,37	6,70	6,37	6,57	6,83	6,97

Tabela 2 - Médias dos parâmetros físico-químicos obtidos nos 5 pontos de amostragem em função do tempo 1 (t1) e tempo 2 (t2)
Fonte: próprios autores

Conforme pode ser observado na tabela acima o pH variou entre os tempos de coleta e os pontos de amostragens avaliados. Contudo, é possível determinar que o pH da área oscila muito pouco (6,00 a 7,06), estando sempre próximo da neutralidade.

Conforme Silva e colaboradores (2009), as alterações de pH nos corpos hídricos também podem ser provocados pela presença de água da chuva. O aumento no volume de água dos rios pode fazer com que a acidez da água diminua provo-

cando a elevação do pH e fazendo com que ele se aproxime da neutralidade em função da maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido.

Os sólidos totais dissolvidos e a salinidade sofreram alterações significativas entre os pontos avaliados, principalmente em relação a P4 e P5. Nos ecossistemas aquáticos lóticos, a concentração de sólidos está fortemente associada às impurezas encontradas no curso da água. As fontes naturais dessas partículas decorrem de processos erosivos ou presença de organismos e detritos orgânicos. As causas antropogênicas envolvem descarte de lixo e lançamento de esgotos (SARDINHA *et al.*, 2008; BRASIL, 2014).

3.2 Qualidade da água (poluentes)

Muito embora os sistemas aquáticos naturais sejam abertos e dinâmicos, sofrendo, por isso, modificações contínuas na sua composição química, a constituição das águas marinhas é formada por íons cloreto, sódio, cálcio, potássio, magnésio e sulfatos. Estes elementos majoritários são classificados como componentes conservativos, constituindo cerca de 99% da massa total de sólidos dissolvidos. Enquanto nos sistemas de águas doces os elementos predominantes são o cálcio, magnésio e carbonato. Além destes também são encontrados sódio, potássio, fósforo, ferro, enxofre e silício. Os elementos conservativos incluem os gases dissolvidos O_2 , CO_2 e N_2 , os íons fosfato e nitrato, compostos orgânicos dissolvidos e elementos traços, dentre eles o cobre, zinco, cromo, molibdênio, vanádio, manganês, dentre outros e materiais particulados como areia, argila e coloides (COSTA 2008).

De acordo com a **Resolução nº 357** de 2005 do CONAMA as águas são distribuídas em 9 classes: 05 delas enquadradas como águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰); 02 classificadas como águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30‰) e as outras 02 na categoria de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30 ‰). A partir dos dados da Tabela 2 é possível verificar que a região estudada estaria enquadrada, dependendo do nível da maré, em salobra e salina.

Regiões de estuário costumam ser divididas em três zonas distintas, são elas: a Zona de Maré do Rio (ZR), formada pela área de salinidade praticamente igual a zero, ou porção mais fluvial mais elevada que sofre somente influência física da maré; a Zona de Mistura (ZM), região caracterizada pela mistura da água doce do rio com a água do mar; e a Zona Costeira (ZC), área costeira adjacente ao mar ou foz do rio e região de salinidade bem próxima a encontrada no mar. Apesar dessa classificação os limites entre as diferentes zonas na prática não são estáticos, apresentam variabilidade espacial e temporal sob a influência direta da maré e do clima, seja em decorrência das descargas fluviais, da direção e velocidade dos ventos e da circulação da região costeira (GORAYEB; VICENTE DA SILVA; DE ANDRADE MEIRELES, 2014)



Neste estudo foi avaliada as presenças dos metais cromo, ferro, chumbo, cádmio, zinco e cobre como parâmetros de qualidade das águas do estuário. De acordo com o CONAMA as águas salobras e salinas podem ser classificadas nas classes, especial, classe 1, 2 e 3. As águas da categoria de água especial são destinadas: "a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e, b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas". O órgão estabelece que para ambas as categorias devem ser observadas, em termos de qualidade da água, as presenças dos metais avaliados conforme os teores padrões (limites máximos) descritos na tabela 3.

PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA - LIMITES		
CLASSE	Salobras	Salinas
Cádmio (Cd) mg/L	0,005	0,005
Chumbo (Pb) mg/L	0,01	0,01
Cobre (Cu) mg/L	0,005	0,005
Cromo (Cr) mg/L	0,05	0,05
Ferro (Fe) mg/L	0,3	0,3
Zinco (Zn) mg/L	0,09	0,09

Tabela 3- Valores limites determinados pelo CONAMA para presença de metais nas águas enquadradas na classificação especial
Fonte: CONAMA (2019)

Nas amostras avaliadas não foi possível quantificar os teores dos metais cromo, chumbo, cádmio e cobre. Estes elementos encontravam-se abaixo do limite de detecção do equipamento utilizado. Contudo, os teores de ferro e zinco foram determinados para os trechos avaliados e estão descritos na Tabela 4.

TEOR DE METAIS DETERMINADOS				
Ponto de coleta	Zinco (Zn) mg/L		Ferro (Fe) mg/L	
	t1	t2	t1	t2
P1	0,17	0,19	0,11	0,14
P2	0,2	0,21	0,1	0,1
P3	0,26	0,26	0,08	0,05
P4	0,37	0,4	0,1	0,08
P5	0,28	0,3	0,07	0,08

Tabela 4- Teor de ferro e zinco em mg/L nos pontos de amostragem nos tempos 1 (t1) e tempos 2 (t2)
Fonte: próprios autores

A baixa concentração dos metais avaliados, abaixo do limite de detecção do equipamento utilizado, pode estar associada ao alto volume de água descarregado na região devido as fortes chuvas. No ano (2019), de acordo com balanço da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), as precipitações da estação chuvosa foram caracterizadas como as melhores dos últimos sete anos e a terceira melhor já registrada no Estado do Ceará nos últimos 20 anos. De acordo com o órgão, choveu 676,3 milímetros entre os meses de fevereiro e maio, 12,6% acima do esperado. A média histórica da quadra chuvosa é 600,7 milímetros (FUNCEME, 2019). Certamente, a estação chuvosa teve influência sob os parâmetros físico-químicos determinados.

Silva (2013) avaliou as presenças dos metais ferro, mercúrio, níquel, chumbo, zinco, cádmio manganês e cobre, encontrando concentrações consideráveis apenas para o ferro e manganês. No presente estudo, apenas as concentrações dos metais e ferro e zinco foram significativos.

Conforme pode ser observado a partir dos registros da Tabela 4, o teor de ferro nos pontos avaliados variaram de 0,05 a 0,14 mg/L. Silva (2013), estudando a região durante os meses compreendido entre junho de 2012 a janeiro 2013 registrou, em valores médios, teor de 0,181 mg/L para o ferro para o ponto equivalente a P1 e para 0,157 mg/L para ponto equivalente a P2. No estudo, o autor relata que dentre os seis meses de avaliação, em 4 deles não houve ocorrência de chuvas na cidade (índice pluviométrico na cidade ficou em 0,0 mm), tendo sido o período avaliado caracterizado como temporada de estiagem.

É importante notar que ao longo dos pontos avaliados as concentrações de ferro na água parece obedecer a tendência de reduzir conforme os pontos de amostragem se aproximam da foz do rio, apresentando elevação considerável em P4. Ver Gráfico 1.



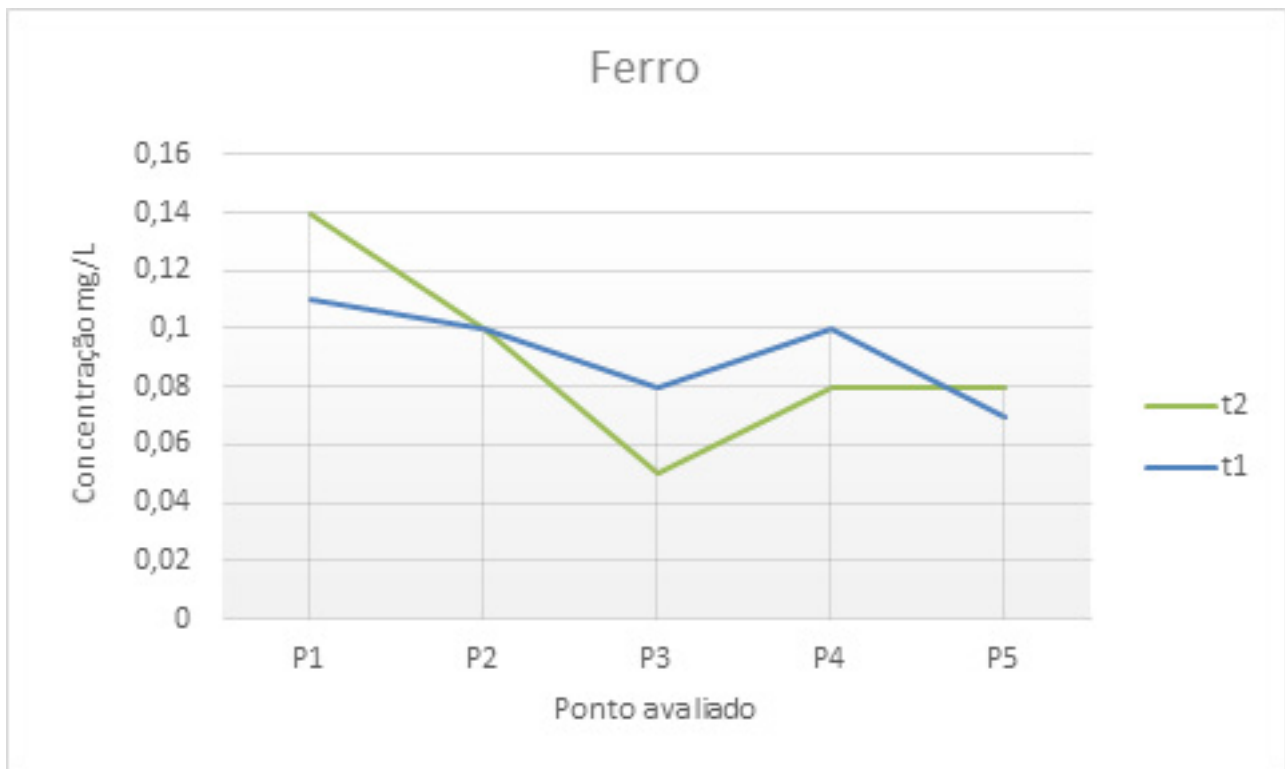


Gráfico 1- Concentração de ferro nas amostras de água em função do ponto de amostragem
Fonte: Próprios autores

A partir da tabela 4, é possível verificar que as concentrações encontradas para o zinco variaram entre 0,17 e 0,4 mg/L. Outro fator importante a considerar é que as concentrações desse elemento na água aumentam conforme os pontos de amostragem se aproximam da foz do rio. Silva (2013) avaliou a presença do zinco na região durante os meses compreendido entre junho de 2012 a janeiro 2013, o autor não registrou presença desse metal nas amostras avaliadas.

No presente estudo, foi observado teores de zinco em limite significativamente superior aos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA (0,09 mg/L).



Gráfico 2- Concentração de zinco nas águas, conforme ponto de amostragem
Fonte: próprios autores

Conforme é possível verificar a partir do gráfico 2 os teores de zinco atingem a concentração máxima em P4, vindo sua concentração cair novamente em P5, ponto onde a influencia da maré é mais significativa dentre os pontos avaliados.

A presença de metais nos corpos hídricos pode ocorrer naturalmente, em decorrência de processos geoquímicos e intemperismo do material de origem ou como resultado de atividades antrópicas. Uma das causas antrópicas pode estar relacionada a atividade mineradora, onde o carreamento desses elementos está associado à lixiviação de rejeitos estocados, dos efeitos de erosão e do rompimento de barragens e, uma vez nos corpos aquáticos, podem ser transportados ocasionando contaminação de ambientes distantes das fontes de poluição (MELO *et al.* 2012).

O zinco é um elemento químico essencial aos organismos vivos, atuando no metabolismo de proteínas e ácidos nucleicos, estimulando a atividade de várias enzimas e sistema imunológico. Ainda é empregado como um suplemento nutricional para promover o crescimento de plantas superiores. Contudo, é tóxico em altas concentrações, podendo provocar alterações na função do ferro e redução da função imunológica (CAVALCANTI *et al.*, 2014)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado foi possível verificar que as concentrações de ferro e zinco na área estudada estão acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA. A concentração do zinco aumenta conforme o ponto de amostragem se aproxima da foz, enquanto que para as concentrações de ferro essa tendência se inverte, tendo os teores mais elevados se concentrado nos pontos mais continentais. Contudo, para ambos os metais ocorre inversão da linha de tendência no ponto P4, localização vizinha ao ponto mais próximo da foz. As águas avaliadas encontram-se em desacordo com a legislação vigente.

5. AGRADECIMENTOS

- Centro de Tecnologia da Informação Rena Archer – CTI/NE
- Instituto de Tecnologia da Informação e Comunicação – ITIC
- Polícia Ambiental do Estado do Ceará
- Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação
- Universidade Estadual do Ceará – UECE

Referências

AGUIAR, M. R. M. Palermo; NOVAES, A. Cardoso. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, vol.25, nº 6b São Paulo Nov./Dec. 2002.

BRASIL. **Resolução n 0 397, de 03 de abril de 2008**. Publicado no Diário Oficial da União no 066 de 07 de abril de 2008, págs. 68-69.

_____. **Resolução n ° 357, de 17 de março de 2005**, Publicado no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

CAVALCANTI, P. P *et al*. Contaminação de um afluente do reservatório de Furnas por metais traço. **Braz. J. Biol.** São Carlos, v. 74, n. 4, p. 877-885, novembro de 2014. Disponível em . acesso em 19 de agosto de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.07013>.

COSTA, Carla Regina *et al* . A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008 . Available from . access on 18 Aug. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000700038>.

COUCEIRO, M. A. A.; SCHETTINI, C. A. F. Estudo da dinamica dos sedimentos em suspensao do estuario do rio rangua (sc): Possiveis efeitos da drenagem acida da atividade de mineracao de carvao. **Geociencias**, v. 29, n. 2, p. 251–266, 2010.



FREIRES, E. et al. Análise socioambiental do entorno do estuário do Rio Cocó – Fortaleza / Ceará. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** - REGET, v. 18, n. 4, p. 1487–1511, 2014.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA (FUNCEME). **Quadra chuvosa do Ceará em 2019 fica em torno da média**. Julho de 2019. Disponível em <http://www.funceme.br/?p=5023>. Acesso em 10 de agosto de 2019.

GORAYEB, A.; SILVA, V. E.; MEIRELES, A. J. Meio Ambiente e condições de sustentabilidade da planície flúvio marinha do Rio Pacoti – Ceará – Brasil. **Geoambiente Online**, n. 2, p. 1–17, 2014.

GORAYEB; VICENTE DA SILVA; DE ANDRADE MEIRELES, 2014) GREGO, C. K. DA S. *et al.* Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio timbó (PAULISTA – PE). **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 2, p. 181–199, 2017.

KOTZ E TREICHEL. Química e reações químicas, 4ª ed. **Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.** Rio de Janeiro, RJ. 538 pag. 2002. Do original Chemistry and Chemical Reactivity.

MELO, V. F.; ANDARADE, M.; BATISTA, H. A; Favaretto, N. Chumbo e zinco em águas e 14 sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais. **Quim. Nova**, v. 35, n. 1, p. 22-29, 2012.

SARDINHA, D. DE S. *et al.* Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 13, n. 3, p. 329–338, 2008.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO CEARÁ (SEMACE). Parque Ecológico do Rio Cocó. Dezembro/ 2010. Disponível em: SILVA, J. A poluição no rio Cocó, sub-bacia B-2, margem direita, e a expansão urbana de Fortaleza-CE. Aleph, p. 01–155, 2013.

SILVA, A. E. P. et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazonica*, v. 38, n. 4, p. 733–742, 2009

SOARES; M. D. A. **Desenvolvimento de um método de extração e pré-concentração em fluxo para determinação de Cádmio em amostras de interesse alimentício utilizando a palha do café como adsorvente**, 2017. Dissertação, 90 f. Universidade de Goiás, Catalão, 2017.

MELO, V. F; ANDRADE, M.; BATISTA, A. H.; FAVARETTO, N.; Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais. **Quim. Nova**, v. 35, n. 1, p. 22-29, 2012.

SILVA, A. E. P. *et al.* Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 733–742, 2009

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO CEARÁ (SEMACE). **Parque Ecológico do Rio Cocó**. Dezembro/ 2010. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/08/paque-ecologico-do-rio-coco/>



CAPÍTULO 10

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS - MA

EVALUATION OF THE SANITARY SEWAGE SYSTEM IN THE
MUNICIPALITY OF SÃO LUÍS - MA

Jacyara Garcia Gomes

Lucas Andrade Mello

Claudemir Gomes de Santana

Resumo

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela lei (BRASIL, 2007), o objetivo deste trabalho foi avaliar de forma preliminar o sistema de esgotamento sanitário ligados à falta deste no município de São Luís, capital do estado do Maranhão, com uma população de 1.014.837 habitantes, sendo 955.600 habitantes residentes da área urbana, de acordo com o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram coletados dados junto à Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA), responsável pela concessão de esgoto sanitário da cidade, análise bibliográfica e dados do governo no ano de 2018. Identificou-se pelo Instituto Trata Brasil que São Luís subiu três posições no ranking do saneamento de 79º no ano de 2017 para a posição de 76º no ano de 2018, com o indicador de atendimento total de esgoto em 47,75% o que representa um valor abaixo, quando relacionado à média nacional que é de 51,90%. Deste modo, o sistema atual mostrou-se ineficiente e providências devem ser tomadas para solucionar os problemas sanitários e ambientais de São Luís.

Palavras chave: Esgotamento Sanitário, Saneamento Básico, São Luís.

Abstract

In Brazil, basic sanitation is a right guaranteed by the Constitution and defined by law (BRASIL, 2007), the objective of this work was to evaluate the preliminary form or the sanitary sewage system linked to the lack of this municipality of São Luís, capital of the state of São Luís. Maranhão, with a population of 1,014,837 inhabitants, with 955,600 inhabitants in the urban area, according to the last census of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Data were collected from the Environmental Sanitation Company of Maranhão (CAEMA), responsible for granting the city's sanitary examination, bibliographic analysis and government data in the year 2018. Identified by the Trat Brazil Institute, São Luís rose three positions in the ranking to perform sanitation from 79º in 2017 to a 76º position in 2018, with the indicator of total sewage service at 47.75% or representing a lower value, when related to the national average, which is 51.90%. In this way, the current system proved to be inefficient and arranged to be captured to solve sanitary and environmental problems in São Luís.

Key-words: Sewage, Basic Sanitation, São Luís.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2004), saneamento é “o conjunto de medidas adotadas em um local para melhorar a vida e a saúde dos habitantes, impedindo que fatores físicos de efeitos nocivos possam prejudicar as pessoas no seu bem-estar físico mental e social. No Brasil, esse conceito está previsto pela Lei Federal nº 11.445/07 e também é um direito assegurado pela Constituição (BRASIL, 2007) onde estabelece as diretrizes de serviços como esgotamento sanitário, abastecimento de água, drenagem e limpeza urbana, manejo de águas pluviais e de resíduos sólidos.

A falta de esgotamento sanitário afeta diretamente a saúde da população, o ambiente em que ela vive e o desenvolvimento econômico e social (BRASIL, 2015). Desta maneira, além da melhora no meio ambiente e no desenvolvimento da região, o destino adequado dos efluentes gerados, se torna uma forma preventiva para o surgimento de doenças relacionadas à falta desse sistema.

O objetivo deste trabalho foi avaliar de forma preliminar a situação do sistema de esgotamento sanitário no município de São Luís, capital do estado do Maranhão, com uma população superior a 1 milhão de habitantes.

Com o aumento populacional na capital maranhense, ao longo dos anos, observou-se o agravamento da situação sanitária existente. Devido às limitações do sistema de saneamento, a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA) em parceria com a empresa ESSE Engenharia e Consultoria, desenvolveu no período de 1995 a 1998 estudos e projetos que foram denominados “Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís”, com objetivo de melhorar as condições sanitárias da época e futuras (ANJOS NETO, 2006).

O programa teve como abrangência maior a Ilha do Maranhão no qual estão estabelecidos além do município de São Luís, os municípios de São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. Segundo Anjos Neto (2006) dentre as premissas do “Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís” estão:

- a) Sistema tipo separador absoluto;
- b) a ampliação da rede coletora, interceptores e emissários;
- c) o tratamento dos esgotos;
- d) a desinfecção dos efluentes.
- e) arranjos espaciais dos componentes do sistema que propiciem a máxima

modulação possível das unidades;

- f) soluções econômicas, sanitária e ambiental; estrutura gerencial e capacitação técnica para manutenção e operação do sistema existente e a implantar;
- g) captação de recursos para dar suporte ao Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís.

O projeto foi dividido em cinco etapas, onde ocorreriam as obras e escalonamento dos investimentos (ANJOS NETO, 2006). No entanto, das etapas com metas para 2005, 2010, 2015 e 2020, nem todas foram cumpridas.

Além do Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís, a capital maranhense também contou com o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) criado pelo governo federal em 2007 para investir em projetos de infraestrutura logística, energética, social e urbana do País. Em 2011, foi inaugurada a segunda etapa do PAC com um maior número de investimentos para a área de saneamento, em 2015, o Programa Mais Saneamento foi lançado pelo governo do Estado do Maranhão.

De acordo com CAEMA (2016) entre as metas do Programa Mais Saneamento estão:

- a) aumento da cobertura do serviço de esgotamento sanitário – aumentar para 70% a coleta e tratamento de esgoto até o final de 2018;
- b) melhores condições de balneabilidade das praias;
- c) interceptação de esgotos e a despoluição dos Rios Pimenta, Claro e Calhau;
- d) inauguração da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Vinhais
- e) reforma das ETEs Bacanga e São Francisco;
- f) a construção de 355 km de redes coletoras e interceptores
- g) a construção de 34 estações elevatórias de esgoto (EEE),
- h) a construção de uma nova ETE (Anil)
- i) supressão dos pontos de lançamento de esgoto e a despoluição da lagoa da Jansen.



2. METODOLOGIA

Para a elaboração do artigo, adotou-se a pesquisa qualitativa de caráter descritivo e aplicada, uma vez que buscou gerar informações para uma aplicação prática posterior, além de análise documental, levantamento bibliográfico e realização de visitas à Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA), Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA) através de contato direto por entrevista para a coleta de dados e verificação do atual sistema de esgotamento sanitário de São Luís.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de esgotamento sanitário de São Luís foi objeto de diversos planejamentos, mas não obteve os resultados em implantações satisfatórias e integradas. De acordo com o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico, no município de São Luís “o atendimento vem ocorrendo mais em função da pressão do crescimento urbano em aglomerados e áreas de maior concentração do que de diretrizes gerais de um planejamento global” (SÃO LUÍS, 2011, p. 110).

Segundo informações do Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas, da Agência Nacional das Águas, com pesquisa realizada no ano de 2013, a população do município de São Luís era de 995.438 habitantes e o sistema de esgotamento sanitário era realizado pela prestadora de serviços CAEMA. Os dados levantados da pesquisa foram do Sistema de esgotamento sanitário do ano de 2013 com listagem das estações de tratamento existentes e planejadas/estudadas, além de alternativas técnicas e investimentos estimados para o ano de 2035 (BRASIL, 2017). Além da CAEMA, a Prefeitura Municipal de São Luís também é responsável por parte dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, além dos serviços de drenagem.

No ano de 2018, a Cidade de São Luís encontrava-se na 76ª posição no ranking do saneamento nas 100 maiores cidades do Brasil, segundo os números oficiais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades. No ano de 2016, a capital maranhense mostrava um cenário alarmante, onde apenas 8% do esgoto produzido na capital era tratado. Em 2017 o indicador de esgoto tratado por água consumida, da cidade era de 8,77%, e em 2018 era de 11,04 % (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

O sistema de esgotamento sanitário de São Luís é do tipo separador absoluto, abrange a área urbana da cidade, além do corredor Bacanga-Anjo da Guarda e áreas periféricas dos municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar (ANJOS NETO, 2006).



De acordo com Anjos Neto (2006, p.14), “o sistema está dividido em 5 (cinco) bacias de esgotamento sanitário denominadas: Bacia Anil, Bacia Bacanga, Bacia Paciência, Bacia Oceânica e Bacia Jeniparana, topograficamente definidas a partir dos talwegues naturais e declividade do relevo” (Figura 1).

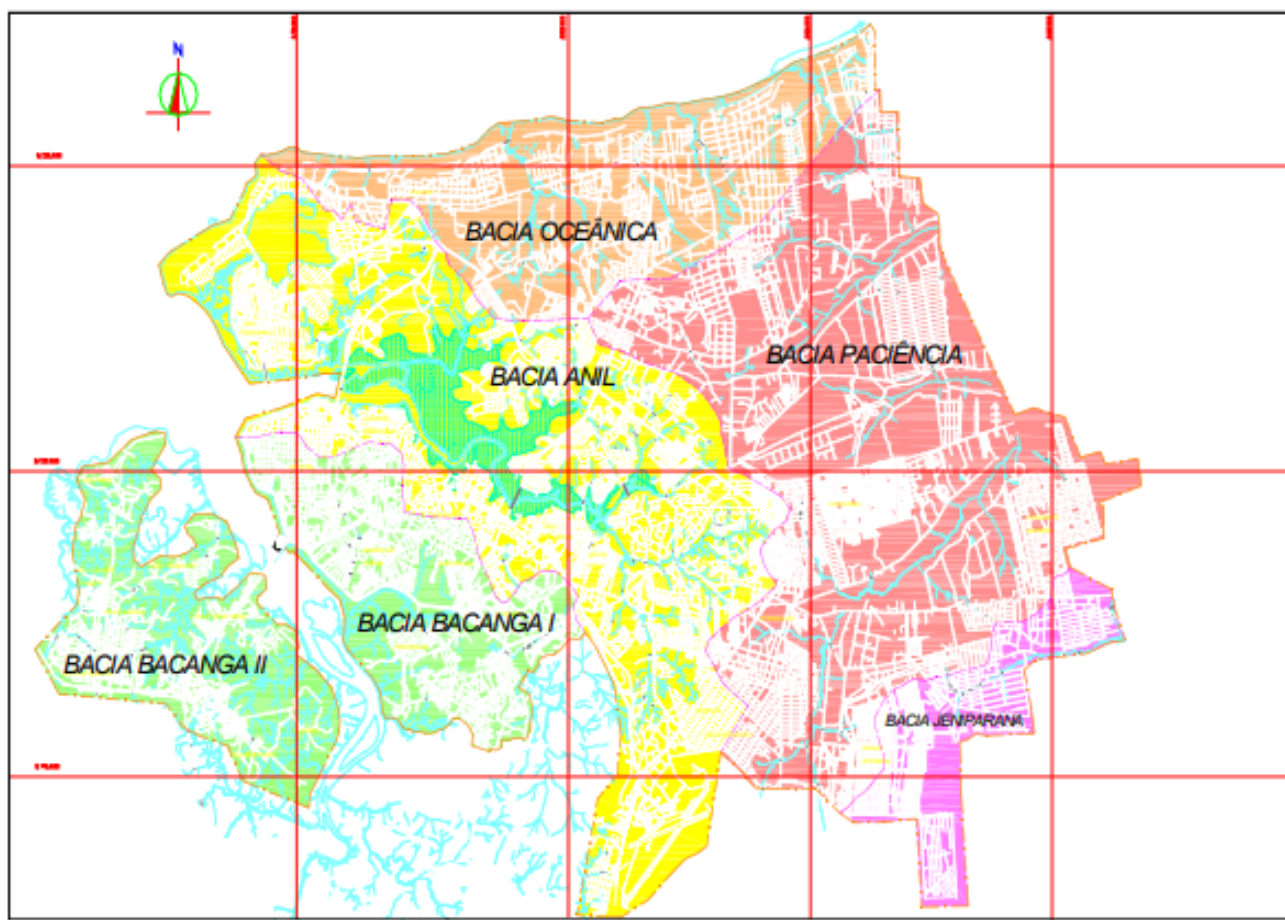


Figura 1 – Bacia de Esgotamento Sanitário
Fonte: Anjos Neto (2006)

Sobre a parcela dos esgotos, e dos índices de atendimento, vazão, carga gerada e carga lançada do sistema de esgotamento sanitário de São Luís (2013), são demonstrados na Tabela 1:

Parcela dos esgotos	Índice de atendimento	Vazão (L/s)	Carga Gerada (Kg DBO/dia)	Carga Lançada (Kg DBO/dia)
Sem coleta e sem tratamento	32,5%	383,8	17460,3	17460,3
Soluções individuais	19,4%	229,5	10441,4	4176,5
Com coleta e sem tratamento	44,3%	523,6	23820,1	23820,1
Com coleta e com tratamento	3,8%	44,7	2032,0	711,2
Total		1181,5	53753,7	46168,0

Tabela 1 – Sistema de Esgotamento Sanitário (2013)
Fonte: Adaptado de Brasil (2017)

Na Tabela 2, é feita uma breve descrição do plano de escoamento dos principais Sistemas de Esgotamento:

Sistema de esgotamento	Plano de Escoamento
São Francisco	através de rede coletora, interceptores, elevatórias, linhas de recalque/emissários que devem direcionar os esgotos para a ETE Jaracati.
Anil	somente por meio de rede coletora, com vários pontos de lançamento "in natura" nos cursos d'água e nos dispositivos de drenagem pluvial.
Bacanga (na área do projeto Reviver – Centro Histórico)	se dá através de rede coletora, um interceptor e 9 estações elevatórias/linhas de recalque.
Vinhais	em termos de coleta e encaminhamento dos esgotos, é o mais complexo, pois apresenta grande extensão territorial e maior número de estações elevatórias e linhas de recalque.
Anjo da Guarda (margem esquerda do rio Bacanga)	está localizado na margem esquerda do rio Bacanga e é desprovido de sistema dinâmico de esgotamento sanitário. Dessa forma, a população utiliza fossas secas, rudimentares e em alguns poucos casos, fossas sépticas, seguidas por sumidouros. É frequente observar a existência de ligações de esgoto nas redes de águas pluviais, quando esta existe. A operação desse sistema é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de São Luís.

Tabela 2 – Plano de escoamento dos principais sistemas de esgotamento
Fonte: Adaptado de CAEMA (2013)

Segundo Gomes (2018, p.30): "atualmente no município de São Luís existem quatro Estações de Tratamento de Esgoto, a ETE Jaracati, ETE Bacanga, ETE Vinhais e a ETE, 101 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), além de aproximadamente 1.989.412 m de rede coletora de esgoto" (Tabela 3). Essas obras impactaram em melhorias para a coleta e tratamento de esgoto da cidade atendendo mais de 1 milhão habitantes, de acordo com a CAEMA.

ETE	Rio	Capacidade de Tratamento	Utilização Atual	Tipo de Tratamento
Bacanga	Rio Bacanga	250 l/s	10% da capacidade	Ozonização
Jaracati	Rio Anil	700 l/s	90% da capacidade	Ozonização
Vinhais	Rio Anil	700 l/s	40% da capacidade	Ozonização
Anil	Rio Anil	900 l/s	10% da capacidade	Ozonização

Tabela 3 – Estações de Tratamento de Esgoto de São Luís
Fonte: Gomes (2018)

De acordo com CAEMA (2013), o Diagnóstico da Situação Atual, elaborado no ano de 2008, relatou uma lista de intervenientes identificados nas redes coletoras existentes, sendo ainda atuais na realidade local, podendo-se destacar os principais:

- a) ausência de ligação padronizada, inclusive falta de caixa de gordura e não separação do esgoto da água pluvial;
- b) utilização do ramal predial (mesmo corretamente construído) de forma inadequada
- c) com lançamento de objetos domésticos e de uso pessoal;
- d) arraste de sedimentos (principalmente areia) para os componentes da rede de esgoto, tanto no nível intradomiciliar, quanto no espaço público, devido às conexões
- e) cruzadas esgoto/água pluvial;
- f) obstruções de causas diversas;
- g) obstrução em pontos de lançamento de esgotos nos corpos receptores, por
- h) aterramento da área, lançamento de lixo, etc;
- i) rupturas por abatimentos e outras causas decorrentes do processo de implantação ou
- j) de operação, excesso de cargas, recalques diferenciais de origens variadas, etc;
- k) inadequação de declividades e diâmetros;
- l) ausência de PVs nos pontos requeridos (distância entre PVs insuficiente);
- m) tampas de PVs soterrados;
- n) esmagamento e rupturas de tubulações decorrentes de má pavimentação e erosões;
- o) edificações construídas sobre rede coletora.

Para CAEMA (2008) os principais problemas de operação e manutenção do sistema de esgotamento sanitário estão relacionados com a situação física do sistema:



- a) a ocorrência de instalações intradomiciliares e intraprediais inadequadas,
- b) o arraste de sedimentos, e o carregamento de gordura e de resíduos sólidos diversos;
- c) o baixo índice de atendimento por rede coletora de esgoto;
- d) a existência de trechos de rede coletora em precário estado de conservação;
- e) a ocorrência de significativas extensões de interceptores e emissários em estado de conservação precário e/ou subdimensionado;
- f) a ocorrência de grande número de eventos que obstruem, danificam e inviabilizam o escoamento normal do esgoto nas tubulações da rede coletora, interceptores e emissários;
- g) a grande ocorrência de interconexões entre redes de água pluvial e redes de esgoto sanitário, resultando em vazões parasitárias muito aumentadas;
- h) o alto número de elevatórias com equipamentos danificados; a inexistência de um plano para priorização de recuperação da rede coletora, interceptores e emissários;
- i) a necessidade de um plano para priorização técnica e econômica no processo de implantação de novas unidades do sistema; o índice do volume tratado de esgoto se igual a zero;
- j) a necessidade de projetos para recuperação das ETEs Jaracati e Bacanga.

4. CONCLUSÃO

No Brasil, 43% da população possui esgoto coletado e tratado, em São Luís esse índice é de apenas 3,8% , o que pode ser considerado como um atendimento precário, 44,3% têm seu esgoto coletado e não tratado; 19,4% utiliza soluções individuais (fossa séptica) e 27% não possuem coleta nem tratamento, isto é, sem atendimento por serviço de coleta sanitário (BRASIL, 2017). As políticas de saneamento básico devem estar integradas às políticas nacionais e regionais de recursos hídricos e as políticas regionais e locais de desenvolvimento urbano e saúde pública. Dispor o esgoto sem o adequado tratamento compromete a qualidade da água nas áreas urbanas, causando impacto na saúde da população, além de dificultar o atendimento de usos a jusante, como abastecimento humano, balneabilidade, irrigação.



No contexto apresentado, estudo de caso em São Luís adquire grande importância por causa da ausência histórica desses serviços de esgotamento sanitário e a vulnerabilidade que as populações mais pobres se encontram conclui-se que:

- a) investimentos na área devem ser realizados com urgência para que haja a universalização do acesso ao serviço de saneamento básico;
- b) existe grandes dificuldades técnicas e gerenciais, devido a escassez de estudos que abordem a temática de forma integrada e interdisciplinar, assim como a inexistência de informações públicas, sendo assim, deve-se elaborar estudos e projetos de engenharia para manter o cadastro atualizado, e as informações disponíveis a todos;
- c) deve-se ampliar as unidades do sistema de esgotos , além de modernizar e melhorar o nível de eficiência operacional, visto que existem estações elevatórias paradas, estações de tratamento inoperantes, rompimentos de redes coletoras e obstrução de pontos de lançamento poluidores dos rios e córregos;
- d) o monitoramento constante e eficaz pelos órgãos fiscalizadores e executores deve ser realizado corretamente;
- e) a falta de acesso da população aos serviços adequados de saneamento podem causar doenças de veiculação hídrica.

Referências

ANJOS NETO, S. P. **Aspectos históricos e diagnóstico técnico operacional do sistema de esgotos sanitários de São Luís**. São Luis, 2006.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 2007** – Dispõe sobre o Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2007.

_____. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Agência Nacional das Águas – ANA. Brasília, 2017.

_____. **Manual de Saneamento**. Fundação Nacional da Saúde – FUNASA. Brasília, 2015.

CAEMA. COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO MARANHÃO (CAEMA). **Com 'Mais Saneamento', praias da Grande São Luís passam a ter condições adequadas ao banho**. 2016. Disponível em: <http://www.caema.ma.gov.br/portalaema/index.php?option=com_content&view=article&id=1518:2017-01-09-19-01-57&catid=34:noticias&Itemid=236>. Acesso em 14 de Outubro de 2018.

_____. COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO MARANHÃO (CAEMA)/ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. (Org.). **Projetos Executivos do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de São Luís - Etapa 1 – Sistemas São Francisco, Anil, Vinhais e Bacanga: Diagnóstico da Situação Atual**. Volume I. (Tomo I). São Luís: Caema, 2008.

_____. COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO MARANHÃO (CAEMA)/ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. (Org.). **Estudos de Concepção, Projetos Básico e Executivos dos Sistemas Complementares de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Município de São Luís - Etapa 2. Estudo de concepção Caracterização da AID e Diagnóstico do Sistema Existente De Esgotos. Memorial**



descritivo. Volume I. (Tomo I). São Luís: Caema; ESSE, 2013.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2018.** Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2018>>. Acesso em 18 de Outubro de 2018.

GOMES, J. G. **Proposta de unidade de tratamento de água no leito do Rio Anil, em São Luís – MA.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil –Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2018. 76p.

SÃO LUÍS. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de São Luís: relatório síntese.** São Luís: Hidraele; ESSE, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water, Sanitation and Hygiene Links to Health.** 2004. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/en/>. Acesso em: 30 de Outubro de 2018.



CAPÍTULO 11

LEVANTAMENTO DE ASPECTOS AMBIENTAIS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS EM MUNICÍPIOS DO PONTAL DO TRIÂNGULO MINEIRO COM A FERRAMENTA MAPEAMENTO PARTICIPATIVO

SURVEY OF ENVIRONMENTAL ASPECTS OF URBAN WATERSHEDS IN
MUNICIPALITIES OF PONTAL DO TRIÂNGULO MINEIRO WITH THE
PARTICIPATORY MAPPING TOOL

João Lemes Peçanha Neto

Paula de Aguiar Silva

Bárbara Cristina Guerra Curti

Maria Eduarda da Silva

Armando Castello Branco Junior

Resumo

O Mapeamento Ambiental Participativo é um instrumento de gestão, planejamento e educação ambiental que visa a valorização da percepção da população local, considerando que a experiência cotidiana permite, aos moradores, melhor resgatar os problemas ambientais e referendar as potencialidades do lugar. O objetivo do presente trabalho é a realização de um mapeamento dos aspectos ambientais envolvidos na dinâmica das bacias hidrográficas urbanas de municípios do Pontal do Triângulo Mineiro utilizando a ferramenta do mapeamento participativo. O trabalho foi desenvolvido em oficinas nos municípios de Iturama e União de Minas, no Pontal do Triângulo Mineiro. Os participantes passavam inicialmente por uma “familiarização geográfica/cartográfica” e depois orientados a pensar sobre aspectos que afetariam as bacias hidrográficas urbanas e marca-los no mapa. Da vivência de cada um, foram sendo elaborados mapas apontando locais e situações relevantes para as bacias hidrográficas urbanas. Os aspectos apontados eram relacionados aos temas água, ar, solo, animais, vegetação e resíduos. Cada grupo também elaborou suas próprias legendas. Os mapas gerados foram compilados em um único, para cada cidade, e tratados digitalmente. Os resultados revelaram uma riqueza de informações que além de auxiliar os gestores públicos municipais no planejamento, execução e monitoramento de ações ambientais também permitiu o registro histórico da região. A questão da educação ambiental também foi evidenciada ao longo das oficinas.

Palavras chave: recursos hídricos, mapeamento ambiental participativo, gestão ambiental.

Abstract

Participatory Environmental Mapping is an instrument of management, planning and environmental education that aims to enhance the perception of the local population, considering that everyday experience allows residents to better rescue environmental problems and endorse the potential of the place. The objective of the present work is to carry out a mapping of the environmental aspects involved in the dynamics of the urban watersheds of municipalities in the Pontal do Triângulo Mineiro using the participatory mapping tool. The work was developed in workshops in the municipalities of Iturama and União de Minas, in the Pontal do Triângulo Mineiro. Participants initially went through a “geographical / cartographic familiarization” and then were asked to think about aspects that would affect urban watersheds and mark them on the map. From the experience of each one, maps were drawn up pointing out relevant places and situations for urban watersheds. The aspects mentioned were related to the themes of water, air, soil, animals, vegetation and waste. Each group also developed its own captions. The generated maps were compiled into a single one, for each city, and treated digitally. The results revealed a wealth of information that, in addition to helping municipal public managers in the planning, execution and monitoring of environmental actions, also allowed the historical record of the region. The issue of environmental education was also highlighted during the workshops.

Key-words: water resources, participatory environmental mapping, environmental management.



1. INTRODUÇÃO

É notório que o uso do solo e dos recursos hídricos geram consequências ambientais à curto, médio e longo prazos. Neste contexto, alguns aspectos como o escoamento superficial da água, os processos erosivos e as enchentes além de alterações na dinâmica fluvial tem papel relevante no que pode ser compreendido como fonte de riscos ambientais (TUNDISI e MATSUMARA-TUNDISI, 2011).

A possibilidade de apontar situações mais vulneráveis que possam gerar danos diretos e/ ou indiretos ao homem e à coletividade ou mesmo para as comunidades aquáticas é desejável em termos de planejamento urbano. Salienta-se que estas situações de vulnerabilidade podem ser originadas de eventos agudos ou cumulativos (NUNES et al., 2011; TOMINAGA, 2012).

Tendo em vista os possíveis prejuízos causados por erosão, assoreamento, enchentes, disposição de resíduos, lançamento de efluentes e ocupação de áreas impróprias, tem-se que os mapeamentos podem colaborar nas propostas de intervenção governamental no ambiente (SILVA, 2015). Tais propostas podem focar no controle de tais problemas, minimizando seus impactos e riscos ambientais e promovendo a recuperação das áreas degradadas.

O Mapeamento Ambiental Participativo (MAP) é um instrumento de gestão, planejamento e educação ambiental que visa a valorização da percepção da população local, considerando que a experiência cotidiana permite, aos moradores, melhor resgatar os problemas ambientais e referendar as potencialidades do lugar (CARPI Jr.; PEREZ FILHO, 2005).

O MAP valoriza a percepção e o conhecimento da população envolvida cotidianamente com aspectos ambientais que são, de fato, riscos ambientais ou que podem colaborar para situações que gerem riscos ambientais. Esta proposta de trabalho vem sendo desenvolvida por diversos autores como por exemplo, Carpi Jr. e Perez Filho (2003), Dagnino e Ladeira (2005) e Silva Filho et al. (2015), que dão clareza ao fato de não se tratar da substituição de uma forma de produzir ciência por outra. O que se pretende é adicionar e integrar as percepções, mapas mentais e outros tipos de fatores não cognitivos junto aos métodos já amplamente utilizados nas pesquisas ambientais.

O uso das fontes locais de informação, com a valorização do conhecimento dos moradores, lideranças e trabalhadores da região, inclusive quanto à memória de episódios ambientais passados na região, aliado à experiência técnica dos profissionais envolvidos neste trabalho permitiu o diagnóstico das bacias hidrográficas urbanas dos municípios alvo do estudo. Este diagnóstico colabora não apenas quanto à criação de registros físicos mas também para o desenvolvimento de uma consciência ambiental coletiva nas comunidades e o fortalecimento do senso cívico



de comunidade.

O objetivo do presente trabalho é a realização de um mapeamento dos aspectos ambientais envolvidos na dinâmica das bacias hidrográficas urbanas de municípios do Pontal do Triângulo Mineiro utilizando a ferramenta do mapeamento participativo.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no período de fevereiro a julho de 2019 nos municípios de Iturama e União de Minas, no Pontal do Triângulo Mineiro.

Antes da realização do mapeamento propriamente dito, várias etapas foram realizadas para viabilizar os trabalhos em cada município, desde o levantamento e contato com lideranças municipais e possíveis parceiros para a logística dos trabalhos, o delineamento de estratégias de divulgação, a elaboração e impressão de bases cartográficas além da apresentação da proposta de trabalho para as lideranças municipais e, finalmente, o chamamento da comunidade para os trabalhos.

As atividades foram executadas em oficinas e, em cada uma, grupos de trabalho de 5 a 10 pessoas eram formados para a execução das tarefas.

Os trabalhos nas oficinas foram iniciados com a “familiarização geográfica/cartográfica” dos participantes de modo que era solicitado que localizassem locais conhecidos. Em seguida, foram orientados a pensar sobre aspectos que afetariam as bacias hidrográficas urbanas e marca-los no mapa com canetas e/ ou lápis coloridos. Da vivência de cada um, sem importar a instrução dos participantes, foram sendo elaborados mapas apontando locais e situações relevantes para as bacias hidrográficas urbanas. Assim, os aspectos foram sendo distribuídos em eixos relacionados aos temas água, ar, solo, animais, vegetação, efluentes e resíduos. Saliencia-se que cada grupo de trabalho também teve que elaborar legendas próprias. Este é o protocolo de mapeamento ambiental participativo seguido no presente trabalho e proposto por diversos autores (DAGNINO e CARPI Jr., 2006; DAGNINO, 2007; SILVA FILHO et al., 2015).

Cada oficina durava cerca de 3 horas.

Os mapas elaborados pelos grupos de trabalho foram posteriormente compilados em um único mapa de cada município e então tratados digitalmente.

Os arquivos digitais serão disponibilizados para os gestores públicos municipais e para as lideranças de cada município.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 5 oficinas no município de Iturama, totalizando a participação de 170 pessoas e 2 oficinas em União de Minas com um total de 70 pessoas.

Os mapas finais, de cada município, compilados a partir dos mapas elaborados nos grupos de trabalho em cada oficina são apresentados nas Figuras 1 e 2.

Conforme revelado nas Figuras 1 e 2, os resultados geraram uma riqueza de informações e detalhamento de aspectos ambientais no tecido urbano que é muito valioso para o planejamento, execução e monitoramento das ações ambientais municipais. Assim, estes resultados contribuirão sobremaneira com os trabalhos dos gestores públicos municipais. Fujimoto (2002) expõe que para o tratamento dos problemas ambientais nada mais indicado que trabalhar na escala onde estes fatores podem ser mais facilmente identificados.

Outro aspecto relevante é que passa a existir um registro histórico no município que serve de base para futuros trabalhos e comparações em termos de avaliação de impactos ambientais e urbanização. Conforme aponta Sanches (2013), um dos grandes problemas na área de avaliação de impactos ambientais é o registro passado, o histórico de uma região, que muitas vezes não existe e dificulta tanto a avaliação como a previsão dos impactos de empreendimentos.





Figura 1: Mapeamento Ambiental Participativo realizado a partir das oficinas de trabalho no município de Iturama/MG.

Fonte: Peçanha Neto et al., 2020



Figura 2: Mapeamento Ambiental Participativo realizado a partir das oficinas de trabalho no município de Iturama/MG.

Fonte: Peçanha Neto et al., 2020

O desenvolvimento das oficinas pelos participantes também aborda a questão da educação ambiental, tanto a não formal como a informal. Foi gratificante receber os relatos dos participantes sobre a experiência de pensar e expor suas ideias, conversar a respeito de temas que, apesar de importantes, passam “desapercebidos” no dia-a-dia e, acima de tudo, perceber que “você pode fazer parte e fazer a diferença no local onde vive”. Salienta-se os vários relatos de participantes quanto ao mudar de opinião após conhecer melhor certos temas e comparar ideias com outras pessoas das oficinas. Desta forma, conforme apontam alguns autores, a abordagem pelo MAP promove a associação concreta entre sociedade e meio ambiente (RONCHE, 1998; FREITAS, CUNHA, 2002).

Considerando-se a participação de professores, tanto do ensino fundamental como do ensino médio e superior, de servidores públicos da área ambiental e até gestores municipais tem-se que as oficinas funcionaram como modelo de uma ferramenta que pode ser utilizada para a elaboração de outras temáticas também relevantes no cotidiano das comunidades. Houve a verbalização deste aspecto pelos participantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados permitem confirmar a eficiência, a versatilidade e praticidade do uso da ferramenta de mapeamento participativo em estudos ambientais de levantamento de aspectos e impactos ambientais. Da mesma forma, comprovam o fato de que a sociedade responde quando é provocada a se manifestar.

A participação da comunidade, dos municípios avaliados, foi efetiva e cada um dos participantes passou a ser um elemento de divulgação dos conhecimentos compartilhados nas oficinas. Mapas gerados com riqueza de informações e detalhes são fundamentais para o planejamento urbano e contribuem para uma melhor gestão municipal, devendo ser estimulada a realização de atividades desta natureza sobre outras temáticas urbanas e essenciais.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos às lideranças municipais de Iturama e União de Minas que confiaram na proposta do projeto e nos auxiliaram para sua efetivação.



Referências

- CARPI JR. PEREZ FILHO A. Participação popular no mapeamento de riscos ambientais em bacias hidrográficas. **Anais do X Simpósio Brasileiro de Geografia Física 8 Aplicada**, Rio de Janeiro, nov. 2003.
- CARPI JR. PEREZ FILHO A. Riscos ambientais na Bacia do Rio Mogi-Guaçu: proposta metodológica. **Geografia**, 2005, v.30, n. 2, p. 347-364.
- DAGNINO RS. **Riscos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Campinas/São Paulo**. 2007. 127 p. Dissertação (Mestrado), Geografia, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2007.
- DAGNINO RS, LADEIRA F. Esboço metodológico para uma cartografia dinâmica do ambiente na bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas, Campinas – SP. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. São Paulo, 2005. p. 3479 – 3487.
- DAGNINO RS, CARPI JR. S. **História, Desafios e Perspectivas do Mapeamento Ambiental Participativo no Estado de São Paulo**, In: DIAS LS, BENINI S. Estudos Ambientais Aplicados em Bacias Hidrográficas. 2 ed. Tupã, ANAP, pp. 13- 28, 2016.
- FREITAS M, CUNHA S. A Geomorfologia, os estudos da complexidade e o desenvolvimento sustentável. **Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, São Luís**, 2002. 8 p.
- FUJIMOTO N. Implicações ambientais na área metropolitana de Porto Alegre - RS: um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. **Geosp – Espaço e Tempo, São Paulo**, 2002, n. 12, p. 141-177.
- NUNES RTS, FREITAS MAV, ROSA LP. **Vulnerabilidade dos recursos hídricos no âmbito regional e urbano**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2011.
- ROHDE G. **Mudanças de paradigma e Desenvolvimento Sustentado**. In: Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. Org. Clóvis Cavalcanti. São Paulo/Recife: Cortez/ Fundação Joaquim Nabuco, 1998. p. 41-53.
- SANCHEZ LE. **Avaliação de impacto ambiental – Conceitos e métodos**. 2ª Edição. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2013.
- SILVA ACA. **Mapeamento participativo de riscos ambientais no bairro rural Água Fria, São José do Rio Pardo**. 2015. Monografia (Bacharelado), Geografia, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2015.
- SILVA FILHO JL, SILVA ACA, CARPI JR. S. **Mapeamento Participativo Aplicado ao Estudo de Riscos Ambientais no Bairro rural Sítio Novo, São José do Rio Pardo, São Paulo**. In: Periódico Eletrônico do XI Fórum Ambiental da Alta Paulista. Educação Ambiental. v 11, n 04, 2015, pp. 55-67.
- TOMINAGA LK. **Análise e mapeamento de risco**. In: Tominaga LK, Santoro J, Amaral R. Desastres Naturais – Conhecer para prevenir. 2ª Edição. Instituto Geológico, São Paulo, 2012.
- TUNDISI JG, MATSUMARA-TUNDISI T. **Recursos hídricos no século XXI**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2011.

CAPÍTULO 12

EFEITO DO AMBIENTE SOBRE AS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E TEMPERATURA CORPORAL DE CAPRINOS LEITEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO QUIRERA DE ARROZ EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO

EFFECT OF THE ENVIRONMENT ON PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND BODY TEMPERATURE OF DIET FEEDING MILK RICE IN CHARERA RICE REPLACING CORN

Gutemberg Cavalcante dos Santos

Aldivan Rodrigues Alves

Marília da Silva Cruz

Jefferson Thiago Pinto de Sousa

Bruna Dutra da Silva

Andreia Freitas de Oliveira

José Flavio Ferreira de Oliveira

Maria Veronica Meira de Andrade

Vandenberg Lira Silva

Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos

Resumo

A adaptabilidade é avaliada pela habilidade do animal se ajustar às condições ambientais sendo importante compreender a capacidade de adaptação das diversas raças. A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre ganho e perda de calor, assim, objetivou-se avaliar o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas e a temperatura superficial e das regiões corporais de cabras leiteiras na região Leste maranhense. O experimento foi conduzido no setor de caprinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus Caxias. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura superficial (TS) e as temperaturas em diferentes regiões do corpo dos animais. As avaliações fisiológicas foram realizadas e registradas em duas aferições diárias, às 9 e 15 h, três vezes por semana, em períodos alternados conforme o delineamento experimental 4 x 4 (duplo) com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAS. Os parâmetros fisiológicos não foram afetados pelas dietas e pelos horários de coleta ($P > 0,05$). Observou-se as maiores temperaturas superficial e das regiões do corpo dos animais durante o turno da tarde em relação ao turno da manhã ($P < 0,05$). A substituição do milho pela quirera de arroz não altera as respostas fisiológicas e temperaturas superficiais e regiões corporais de cabras leiteiras. A temperatura superficial e das regiões do corpo de cabras leiteiras eleva-se em períodos de coleta realizados a tarde.

Palavras-Chave: Ambiência; fisiologia; ruminantes; temperatura.

Abstract

The adaptability can be assessed by the ability of the animal to adjust to the environmental conditions, highlighting the importance of knowledge about the adaptability of different breeds, so that the maintenance of body temperature is determined by the balance between heat gain and loss. The objective of this study was to evaluate the effect of the environment on physiological responses and surface temperature and body regions of dairy goats in the eastern region of Maranhão. The experiment was conducted in the goat sector of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão - Campus Caxias. The physiological parameters evaluated were: rectal temperature (RT), respiratory rate (RR), heart rate (HR) and surface temperature (TS) and temperatures in different body regions of the animals. The physiological evaluations were performed from records, in two daily measurements, at 9 and 15h, three times a week, in alternating periods according to the 4 x 4 (double) experimental design with four replications. Data were subjected to analysis of variance and averages were compared by Tukey at 5% probability using SAS software. Physiological parameters were not affected by diets and collection times ($P > 0.05$). The highest surface and body temperature of the animals were observed during the afternoon shift compared to the morning shift ($P < 0.05$). The replacement of corn by rice crop does not alter the physiological responses and surface temperatures and body regions of dairy goats. The surface and body temperature of dairy goats rises in the afternoon collection periods.

Keywords: Ambience, physiology, ruminants, temperature



1. INTRODUÇÃO

A adaptabilidade pode ser avaliada pela habilidade do animal se ajustar às condições ambientais, inclusive, em condições de extremos climáticos e nesse aspecto, destaca-se a importância do conhecimento da tolerância e da capacidade de adaptação das diversas raças para a adequada exploração animal, de modo que a manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre o ganho e a perda de calor (MALHEIROS FILHO et al., 2014) e sobretudo com a criação de animais adaptados ao clima da região (NÓBREGA et al., 2011). Diante desse fato, a interação ambiente e animal torna-se ponto de relevância sobre a produção animal, principalmente no que diz respeito a eficiência da produção, uma vez que, as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva, tornando-se necessário, identificar os fatores que tem relação e/ou influenciam a vida produtiva do animal.

Ressalte-se que a realização de pesquisas com raças caprinas de leite e seus mestiços na região maranhense contribuem no diagnóstico de animais mais adaptados à realidade local tendo-se como base, o conhecimento de parâmetros fisiológicos, como a frequência respiratória e cardíaca, temperatura superficial e retal, que são afetados pela temperatura e umidade relativa do ar e pelo período do dia. Diante da escassez de dados relacionando os efeitos climáticos sobre a fisiologia animal, essas avaliações podem trazer benefícios para quem deseja estabelecer a exploração animal, otimizando a produção de pequenos ruminantes na região meio-norte do estado do Maranhão. A difusão de tecnologias na caprinocultura leiteira no Leste maranhenses pode constituir uma das alternativas para geração de emprego e renda no campo, especialmente para pequenos e médios agricultores, todavia a escassez de informações técnicas, bem como, estudos avaliativos sobre o efeito de variáveis climáticas sobre parâmetros fisiológicos dos animais na região meio-norte do Maranhão como forma de atenuar os efeitos sobre desempenho produtivo.

A alimentação animal é baseada no uso de concentrados tradicionais, como o milho e farelo de soja, todavia, a inclusão dessas fontes alimentares na dieta dos animais tende a elevar os custos de produção, principalmente com a baixa disponibilidade de alimentos e o aumento do preço dos alimentos concentrados em períodos de sazonalidade, e dessa forma a utilização de alimentos alternativos disponíveis na região de produção animal torna-se uma importante fonte alimentar e com preços acessíveis. Nesse sentido, o leste maranhense dispõe de coprodutos com potencialidade para a alimentação de ruminantes, como por exemplo, a quirera de arroz, um coproduto com potencial para substituir alimentos concentrados como o milho, e esse fato deve-se ao aporte de proteína e energia que a quirera possui em relação ao milho, de 8,47% e 3846 kcal/kg vs 8,26% e 3925 kcal/kg, respectivamente (ROSTAGNO, 2017).



Nossa hipótese baseia-se no fato em que as cabras leiteiras alimentadas com quirera de arroz em substituição ao milho em distintos turnos ao longo do dia podem sofrer estresse térmico levando a alteração dos parâmetros fisiológicos e de sua temperatura superficial e de diferentes regiões do corpo. Dessa maneira, a proposta visa avaliar o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas e a temperatura superficial e de diferentes regiões corporais de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo a inclusão de quirera de arroz em substituição ao milho como estratégias de manejo pelos os produtores rurais de Caxias – MA, gerando novas oportunidades de trabalho e renda e tornando-o capaz de reinvestir na terra.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no setor de produção de cabras leiteiras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA campus Caxias, localizado na Caxias – Maranhão, no período de Outubro de 2015 a Março de 2016 com aprovação pelo CEUA processo: 23249.008238.2016-41, parecer: 005/2016. Segundo a classificação de Köppen, a região onde fica a cidade de Caxias – MA está localizada a uma latitude 4°51'32" sul e a uma longitude 43°21'22" oeste, estando a uma altitude de 66 m acima do nível do mar.

Foram utilizadas oito cabras leiteiras sem padrão racial definido (SPRD) adquiridas em propriedades oriundas da região de Caxias no estado do Maranhão e mantidas em regime intensivo de criação. Os animais permaneceram em baias durante o período do ensaio. No período de coletas para avaliação da digestibilidade aparente dos nutrientes, as cabras eram coladas em gaiolas metálicas de metabolismo, dotadas de comedouros, bebedouros e saleiros, localizadas no galpão de alvenaria coberto, com piso concretado e posteriormente as coletas, os animais retornavam as baias. Os animais passaram por um período de adaptação a dieta e manejo de 15 dias. Água e sal mineral eram disponibilizados à vontade.

Os tratamentos consistiram de rações na forma de mistura completa, compostas por feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*) e concentrado, de acordo com os tratamentos/níveis de substituição do farelo de milho pela quirera de arroz (0%, 33%, 66% e 100% de substituição), formuladas de acordo com o NRC (2007) para atender as exigências de cabras lactantes com produção de 2 kg/cabra/dia corrigida para percentual de gordura de 0,04.

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura superficial (TS) e as temperaturas em diferentes regiões do corpo dos animais. As avaliações fisiológicas foram realizadas a partir de registros, em duas aferições diárias, às 9 e 15 h, três vezes por semana, em períodos alternados conforme o delineamento experimental.

A temperatura superficial (TS) é a somatória das médias da temperatura, afe-



rida com um termômetro infravermelho e expresso em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$), nas seguintes regiões do corpo de cada animal. A temperatura superficial foi obtida em seis pontos distintos do corpo do animal: frente, cernelha, dorso, perna, jarrete esquerdo e virilha esquerda, à uma distância de 5 cm da região da superfície cutânea do animal, uma vez que permitem mensurar as trocas de calor pelo corpo do animal. A temperatura da superfície corporal dos animais foi mensurada por meio de medidas tomadas por uso de termômetro sem contato, por infravermelho com mira a laser, da marca Raytek®, modelo MT4, com escala de -18 a 275 $^{\circ}\text{C}$ e resolução de $0,1$ $^{\circ}\text{C}$. A temperatura retal foi obtida utilizando-se termômetro digital clínico veterinário, introduzido diretamente no reto do animal, com profundidade de 5 cm, permanecendo por um período de 2 minutos, para resultado final em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$).

A frequência respiratória foi obtida pela auscultação por estetoscópio flexível disposto na região torácica esquerda ou na região laringo-traqueal, contando-se o número de batimento em 30 segundos e multiplicando-se o valor encontrado por 2, para obtenção dos valores em movimentos por minuto. A frequência cardíaca foi obtida com um estetoscópio posicionado diretamente na região torácica esquerda, contando-se o número de batimentos, ambos os parâmetros foram aferidos com o auxílio de um cronômetro por período de 30 segundos e o resultado multiplicado por dois para obtenção em minutos.

Foram utilizadas oito cabras leiteiras perfazendo quatro tratamentos experimentais e quatro períodos de coleta seguindo um delineamento experimental em quadrado latino 4×4 (duplo) com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SAS - Statistical Analysis System (SAS, 1999) e posteriormente as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças estatísticas para as respostas fisiológicas e temperatura superficial considerando as dietas experimentais e turnos manhã e tarde ($P > 0,05$) com exceção para temperatura superficial considerando os diferentes turnos ($P < 0,05$) (Tabela 1). Diante da avaliação dos parâmetros fisiológicos estudados, evidenciaram-se que os animais da presente pesquisa expressaram adaptação as condições de ambiente que foram submetidos para a condução do ensaio, uma vez que a temperatura retal manteve-se na normalidade e, ao passo que, a frequência respiratória e cardíaca não foram influenciadas pela alimentação e turnos. A resposta animal ocorreu independentemente do fato de que à tarde a temperatura do ar é geralmente bem mais elevada do que durante a manhã, promovendo uma elevação desses parâmetros (SILVA et al., 2011).

As médias de frequência respiratória e cardíaca foram de 23,02 mov min⁻¹ e



35,96 bat min⁻¹, respectivamente. O resultado obtido na pesquisa indica situação de homeotérmica corporal, uma vez que, a faixa de normalidade para a frequência respiratória em caprinos deve ser de 25 mov min⁻¹ (DUKES e SWENSON, 1996). Os resultados da pesquisa foram inferiores aos obtidos por Malheiros Filho et al. (2014) ao avaliar o efeito do ambiente sobre os índices fisiológicos de cabras Parda Alpina, puras e mestiças, no semiárido paraibano verificaram-se que os índices bioclimáticos apresentaram valores mais elevados entre as 12 e 15 h porém dentro da zona de conforto térmico para caprinos. Os valores médios para os parâmetros fisiológicos foram de 37,8, 43,1 e 45,7 mov min⁻¹ e de 77,3, 82,6 e 83,9 bat min⁻¹ para as cabras ½ Alpina, ¾ Alpina e Alpina puras, respectivamente.

A temperatura retal dos animais não apresentou diferenças significativas (P>0,05). O valor médio de temperatura retal, de 38,94°C apresentou-se na faixa de normalidade para a espécie caprina, uma vez que Kolb et al. (1980) destacaram que a temperatura retal fisiológica média normal de um caprino adulto é de 39,5 °C, podendo existir oscilações na faixa de 38,5 a 40,5 °C. Diante desse aspecto, Pereira et al. (2011) destacaram que a temperatura retal pode ser a medida que expressa o desconforto animal diante de determinado ambiente representando a temperatura do núcleo central dos animais, sendo utilizada para verificar o grau de adaptabilidade dos animais.

Tabela 1. Respostas fisiologias e temperatura superficial de cabras leiteiras sem padrão racial definido em função das dietas experimentais e dos turnos manhã e tarde. Fonte: Própria.

Dietas	Frequência Cardíaca			Frequência Respiratória			Temperatura Retal			Temperatura Superficial		
	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média
0% de substituição	36,58Aa	36,17Aa	36,38A	21,66 Aa	28,33Aa	25,00A	39,04Aa	39,07Aa	39,05A	36,20Ab	38,78Aa	37,49A
33% de substituição	36,50Aa	35,17Aa	35,83A	21,83Aa	23,59Aa	22,71A	39,07Aa	39,13Aa	39,10 A	36,05Ab	38,82Aa	37,43A
66% de substituição	35,34Aa	34,33Aa	34,96A	19,92Aa	22,50Aa	21,21A	38,84Aa	38,76Aa	38,80 A	36,03Ab	38,74Aa	37,39A
100% de substituição	37,50Aa	35,83Aa	36,67A	22,67Aa	23,67Aa	23,17A	38,80Aa	38,86Aa	38,83 A	35,90Ab	38,76Aa	37,33A
Média	36,54a	35,38a		21,52a	24,52a		38,94a	38,95a		36,04b	38,78a	
CV	9,42%			22,53%			1,00			4,15%		

Médias seguidas por letras minúsculas na mesma linha e letras maiúsculas na coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). CV = Coeficiente de variação

Houve diferenças estatísticas para a temperatura superficial considerando os turnos manhã e tarde (P<0,05) (Tabela 1). A temperatura superficial do corpo dos animais foi 7,07% superior no período da tarde quando comparado ao período da manhã, 38,78% vs 36,04%, respectivamente, fato que pode ser associado à condição estressante mais acentuada no período da tarde. Ressalta-se que os valores obtidos nessa pesquisa foram superiores aos de Sousa et al. (2011), que observaram valores médios de temperatura superficial de 29,47 e 34,30% para os períodos da manhã e tarde, respectivamente. Na pesquisa realizada por Silva et al. (2011) estudando o efeito das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços F1 Saanen x Boer, verificou-se que os valores de temperatura superficial dos animais foram inferiores aos obtidos nessa pesquisa, a saber 31,67 e 32,08%, respectivamente.

A dissipação calor forma sensível (radiação, convecção e condução) depende do gradiente térmico entre a superfície do animal e a temperatura do meio. De acordo com McDowell (1972), a condução térmica tem grande importância no processo de dissipação de calor, desde o núcleo central até a superfície exterior do animal, bem como da superfície ao meio que o rodeia. A radiação e a convecção são também importantes nesse processo, desde que a temperatura superficial supere a do meio.

Ressalta-se que quando a temperatura do ar se eleva, o gradiente térmico entre a superfície do corpo e o meio decresce, dificultando a dissipação de calor tendo o animal que lançar mão de mecanismos evaporativos (sudorese e/ou frequência respiratória) para perder calor (SOUZA et al., 2011). No caso particular dessa pesquisa, embora a temperatura superficial dos animais tenha sido elevada durante o turno da tarde, os animais não acionaram os mecanismos termorregulatórios que resultam em aumento da perda de calor na forma insensível através da respiração, uma vez que, os parâmetros analisados não diferiram entre os turnos, bem como, mantiveram-se em conformidade com a literatura (Tabela 1).

Tabela 2. Médias da temperatura superficial (°C) de diferentes regiões do corpo de caprinos: temperatura da frente, cernelha, dorso, coxa, jarrete e virilha em função das dietas experimentais, no período da manhã e tarde. Fonte: Própria.

Dietas	Parâmetros								
	Frente			Cernelha			Dorso		
	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média
0% de substituição	35,05Ab	38,48Aa	36,77A	35,59Ab	38,91Aa	37,25A	35,89Ab	38,72Aa	37,30A
33% de substituição	35,23Ab	38,58Aa	36,90A	35,78Ab	38,93Aa	37,36A	35,51Ab	38,69Aa	37,10A
66% de substituição	35,18Ab	38,06Aa	36,62A	35,82Ab	38,99Aa	37,40A	35,49Ab	38,72Aa	37,11A
100% de substituição	34,99Ab	38,51Aa	36,75A	35,67Ab	39,11Aa	37,39A	34,98Ab	38,77Aa	36,88A
Média	35,11b	38,40a		35,72b	38,98a		35,47b	38,72a	
CV	5,44%			5,57%			5,20%		
Dietas	Coxa			Jarrete			Virilha		
	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média
	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média
0% de substituição	35,46Ab	38,38Aa	36,92A	36,75Ab	38,45Aa	37,60A	38,48Ab	39,75Aa	39,11A
33% de substituição	35,98Ab	38,38Aa	37,18A	35,57Ab	38,59Aa	37,08A	38,23Ab	39,75Aa	38,99A
66% de substituição	36,16Ab	38,49Aa	37,32A	35,22Ab	38,62Aa	36,92A	38,32Ab	39,55Aa	38,93A
100% de substituição	35,67Ab	38,23Aa	36,95A	35,81Ab	38,50Aa	37,13A	38,27Ab	39,53Aa	38,90A
Média	35,82b	38,37a		35,83b	38,52a		38,32b	39,64a	
CV	4,13%			4,25%			2,13%		

Médias seguidas por letras minúsculas na mesma linha e letras maiúsculas na coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). CV = Coeficiente de variação

Não houve diferenças estatísticas para a temperatura superficial nas regiões do corpo dos animais considerando as dietas experimentais ($P>0,05$). A temperatura superficial dos animais sofreu influência do turno de coleta ($P<0,05$) (Tabela 2). As maiores temperaturas superficiais verificadas nos animais foram observadas



durante o turno da tarde em relação ao turno da manhã ($P < 0,05$) (Tabela 2). No período da tarde, as respostas obtidas pelos animais indicaram a interferência do efeito de temperaturas ambientes efetivamente mais altas ocasionando à elevação da temperatura corpórea influenciadas pelo padrão do ritmo biológico da temperatura corporal decorrentes de situações de estresse térmico. Esse efeito é ocasionado pelo processo de termólise, onde a dissipação de calor se dá pela troca com o meio através da superfície cutânea do animal (CUNNINGHAN, 1999). Os resultados obtidos nessa pesquisa sugerem uma amplitude, no turno da tarde, nos valores para todas as variáveis coletadas na superfície corporal dos animais como sendo efeito da ação de mecanismos reguladores de sua homeotermia corporal.

A temperatura superficial da frente, cernelha, dorso, coxa, jarrete e virilha dos animais foram 8,57%, 8,36%, 8,39%, 6,65%, 6,98% e 3,33% superiores no período da tarde quando comparado ao período da manhã, respectivamente, fato que pode ser associado à condição estressante mais acentuada no período da tarde. Os resultados obtidos corroboraram aos obtidos por Silva et al. (2011) ao estudar caprinos da raça Anglo Nubiano, verificaram que houve efeito de turno ($P < 0,05$) para os parâmetros de temperatura superficial sendo as maiores médias observadas no turno da tarde.

4. CONCLUSÃO

A substituição do milho pela quirera de arroz não altera as respostas fisiológicas e temperaturas superficiais e regiões corporais de cabras leiteiras.

A temperatura superficial e das regiões do corpo de cabras leiteiras eleva-se em períodos de coleta realizados a tarde.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA); Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA campus Caxias e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI campus Cocal

Referências

- BACCARI JÚNIOR F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. **Anais do 1º Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos: Pequenos e Grandes Ruminantes**. EMBRAPA, Sobral, 1990, p.9-17.
- BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454p.
- DUKES, H. H.; SWENSON, H. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856p.
- KOLB, E. Fisiologia veterinária. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1980. p.293-294.
- McDOWELL, R.E. Determining the suitability of livestock to warm climates. In: **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: W.H. Freeman, 1972. 432p.
- MALHEIROS FILHO, J. R.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; OLIVEIRA, C. J. B. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.762-768, 2014.
- NÓBREGA, G. H. DA; SILVA, E. M. N. DA; SOUZA, B. B.; MANGEUEIRA, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.67-73, 2011.
- PEREIRA, G.M.; SOUZA, B.B.; SILVA, A. M. A.; ROBERTO, J. V. B.; SILVA, C. M. B. A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.83-88. 2011.



CAPÍTULO 13

DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO NAS COMUNIDADES ARIENGA E CRUZEIRO NO MUNICÍPIO DE BARCARENA, PARÁ

SOIL FERTILITY DIAGNOSIS IN ARIENGA AND CRUZEIRO COMMUNITIES IN BARCARENA MUNICIPALITY, PARÁ

Gabriely Serrão Freire

Antônio Anízio Leal Macedo Neto

Lilianne Fontel Cunha

Marcos André Piedade Gama

Gilson Sergio Bastos de Matos

Resumo

O município de Barcarena, no estado do Pará, tem como principais culturas o açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) e hortaliças. Entretanto, há pouca utilização de corretivos e fertilizantes por parte dos agricultores, limitando a produção, tendo em vista que em geral, o solo da região amazônica é ácido e com baixos níveis de nutrientes. O objetivo foi avaliar a fertilidade do solo em áreas de 20 agricultores familiares, visando gerar diagnósticos a serem utilizados na tomada de decisão para correção e fertilização do solo. Em cada área foram coletadas 20 amostras simples para formação de uma composta da camada 0-20 cm, nas quais foram feitas análises de 19 parâmetros da fertilidade. Foram verificados com maior frequência nas áreas, baixos níveis de matéria orgânica (M.O.), potássio (K), magnésio (Mg) e saturação por bases (V%). A limitação desses atributos influencia diretamente na queda de produtividade dos cultivos tradicionais. A correção do solo para aumento V% e melhoria da matéria orgânica são práticas prioritárias no planejamento agrícola das comunidades avaliadas.

Palavras chave: Assistência técnica, Acidez do Solo, Calagem e Adubação.

Abstract

The Barcarena municipality, in state of Pará, have with principals cultures the acai (*Euterpe oleraceae* Mart.), cassava (*Manihot esculenta* Crantz.), pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) and horticulture. However, have low utilization corrective and fertilizers by farmers, limiting the production, in view of in general, the soil of Amazon region is acid and with low levels of nutrients. The objective was to evaluate the fertility of soil in areas of 20 family farmers, seeking to generate diagnoses to be used in decision making for soil correction and fertilization. In each area were collected 20 simple samples for formation of a composed sample to fertility analysis. We checked with more frequency in the areas, lows levels of organic matter (O.M.), potassium (K), magnesium (Mg) and base saturation (V%). The limitation of these attributes directly influences the drop in productivity of traditional crops. The soil correction to increase V% and improve organic matter are priority practices in the agricultural planning of the evaluated communities.

Key-words: Technical Assistance, Soil Acidity, Liming and Fertilizing.



1. INTRODUÇÃO

As atividades econômicas do município de Barcarena, no estado do Pará, são o extrativismo, agricultura, turismo e principalmente a atividade industrial. Esta representada pelo refino de bauxita, processamento de caulim, indústrias de fertilizante, pigmentos, cimento e cabos elétricos (EMBRAPA, 2003; SEABRA, 2019).

Em relação a atividade agrícola em Barcarena, os principais produtos são açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) e hortaliças, todos cultivados em sistemas de baixa tecnologia, com rara utilização de corretivos e fertilizantes. Tal situação é contraditória uma vez que, em geral, os solos da região amazônica apresentam acidez elevada, altos teores de alumínio trocável (Al^{3+}), baixa capacidade de troca catiônica (CTC), são pobres em fósforo (P), potássio (K) e micronutrientes (principalmente B, Cu e Zn), fatores que condicionam baixo nível de fertilidade (SIMÕES *et al.*, 2018; DO VALE JÚNIOR *et al.*, 2005).

Outro aspecto importante está relacionado a ausência de assistência técnica aos produtores, o que é comum na Amazônia e outras regiões do Brasil. Souza, Lima & Santos (2014) consideram essa questão um fator limitante à produção agrícola e destacam ainda que a deficiência de assistência técnica rural ocorre, por exemplo, por falta de diálogo entre as esferas municipais para promoção de acompanhamento técnico.

Conhecer a fertilidade do solo é um dos principais passos para o planejamento da produção agrícola, principalmente por contribuir na disponibilidade de nutrientes aos plantios e possibilitar adequação nas quantidades e custos dos fertilizantes quando necessário. Além disso, contribui para a conservação do solo e com as condições ambientais locais (LOPES & GUILHERME, 2007).

Nesse contexto, o objetivo foi avaliar a fertilidade do solo em áreas de pequenos produtores em duas comunidades rurais de Barcarena, no estado do Pará, visando gerar diagnósticos a serem utilizados na tomada de decisão para correção e fertilização do solo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, desde a década de 70, as técnicas de manejo convencional do solo estão presentes, principalmente na realidade de pequenos agricultores. Tais técnicas desestruturam o solo, podendo causar lixiviação e, por conseguinte, diminuição dos seus nutrientes (JUNIOR *et al.*, 2015; FELICIANO *et al.*, 2018).

Na Amazônia prevalece o sistema de corte e queima, o qual quando feito de forma não racionalizada empobrece a fertilidade do solo. Tal problema é agravado pelo curto tempo de pousio das áreas em função do aumento populacional nas comunidades rurais (REGO & KATO, 2018). Nesse aspecto, o constante monitoramento e reposição de nutrientes é ferramenta chave para a sustentabilidade do agricultor familiar.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado em áreas de pequenos produtores nas comunidades Cruzeiro (22 S, 0762429 E 9811470 N) e Arienga (22 S, 0761824 E 9812863 N), pertencentes ao município de Barcarena, no estado do Pará (Figura 1).

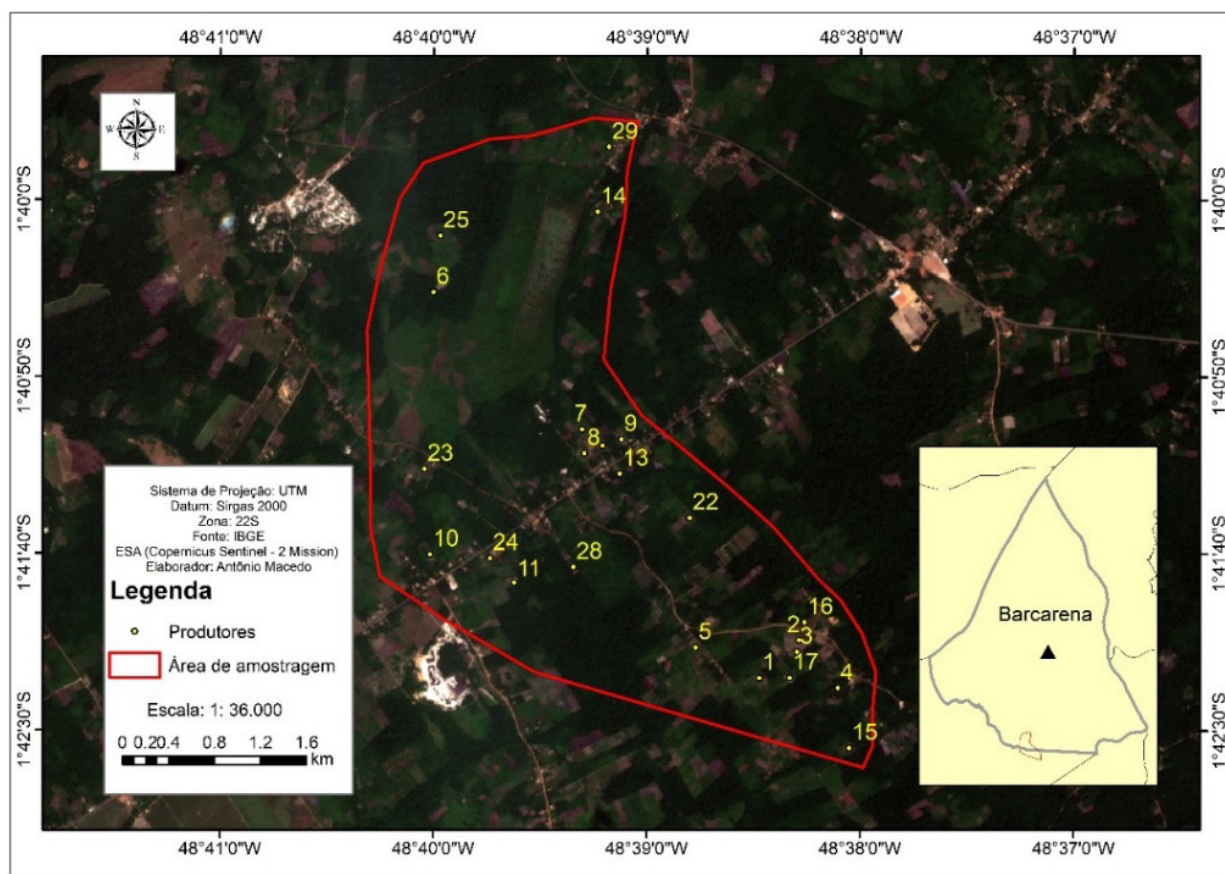


Figura 1 – Mapa das áreas de amostragem
Fonte: O autor a partir de dados (IBGE, 2019; ESA, 2019)

O solo predominante nas duas localidades estudadas envolve a associação de três classes, o Argissolo amarelo distrófico + Latossolo amarelo distrófico + Argissolo amarelo distrófico concrecionário, textura média/argilosa (IBGE, 2010). Para avaliar a fertilidade foram coletadas amostras em áreas de 23 produtores rurais, distribuídos de acordo com as principais culturas de interesse ou encontradas na propriedade (Tabela 1):

Quantidade de produtos	Principais culturas
12	Açaizeiro
06	Mandioca
03	Hortalças
02	Área em repouso

Tabela 1 – Distribuição das amostras de solo coletadas de acordo com as principais culturas de interesse dos produtores rurais das comunidades Arienga e Cruzeiro em Barcarena, Pará
Fonte: Própria (2019)

Para a amostragem de solo, em cada uma das 23 áreas, foi feita a coleta de 20 amostras simples da camada 0-20 cm de profundidade (camada arável), que após homogeneização, formaram a amostra composta de cada propriedade. O preparo das amostras foi realizado utilizando-se secagem ao ar e passagem em peneira de 2,0 mm, para obtenção de 200g de terra fina e seca ao ar, que posteriormente foi enviado ao laboratório, no qual foram determinados os seguintes atributos do solo e nutrientes: por bases (V%), saturação por alumínio (m%), capacidade de troca de matéria orgânica (M.O.), pH em H₂O (relação 1:25), fósforo disponível (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, acidez pontencial (H + Al), soma de bases (SB), saturação cátions (CTC) efetiva, Al, S, B, Zn, Mn, Cu, Fe e Ca + Mg (Tabela 2), de acordo com metodologia de Embrapa (2017).

	pH H ₂ O	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	H + Al	CTC efe	M.O.	SB	m%	V%
cmol_c dm⁻³											
	4,17	1,0	0,17	1,2	0,6	3,8	1,9	1,5	1,27	31,8	25,4
Status	Acidez elevada	Baixo	Baixo	Baixa	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio
	P	K	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
mg dm⁻³											
	5,4	16,9	16,7	0,84	0,4	294,6	7,3	0,6			
Status	Baixo	Baixo	Adequado	Médio	Baixo	Alta	Médio	Baixo			

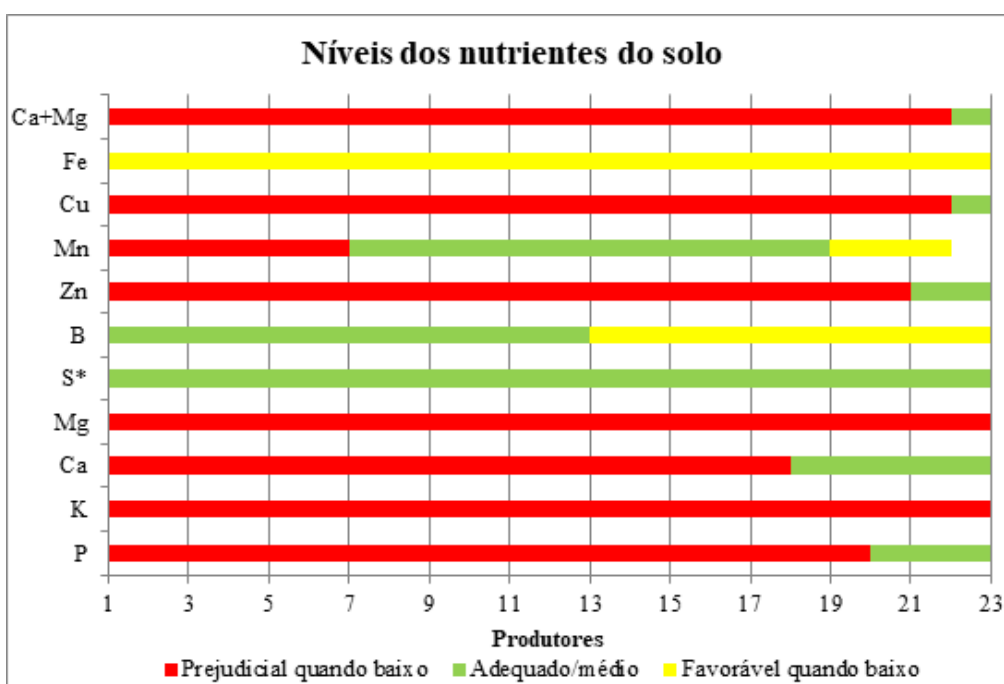
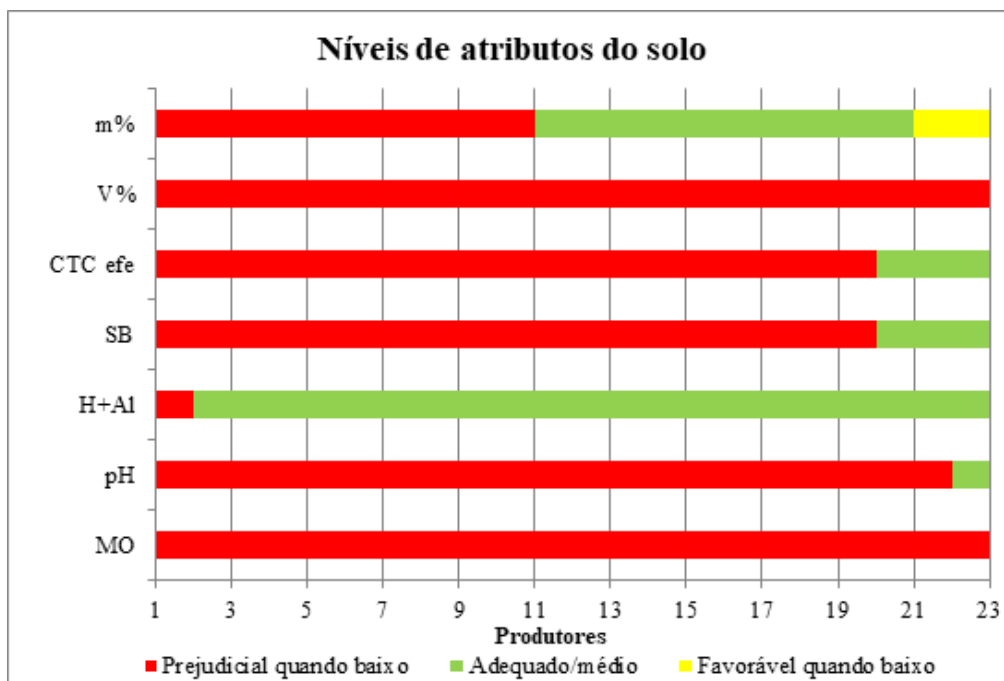
Tabela 2 – Média de fertilidade das amostras de solos (0-0,2 m) coletadas nas comunidades de Arienga e Cruzeiro em Barcarena, Pará

Legenda: vermelho = prejudicial quando baixo; amarelo = favorável quando baixo; verde = adequado/médio. Fonte: Própria (2019).

Os resultados da análise química das amostras de solos foram interpretados de forma adaptada nas faixas ou classes de interpretação de Brasil e Cravo (2010) para solos do Estado do Pará e Ribeiro; Guimarães; Alvares (1999) para solos do cerrado brasileiro. Os resultados foram agrupados conforme as classes de baixo, médio ou alto. Ao final, estabeleceu-se uma relação entre os parâmetros em deficiência e os cultivos mais utilizados nas localidades de estudo, afim de discutir quais consequências ocorrem na cultura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos os atributos químicos foram organizados em ordem de limitação nas áreas (mais limitante para menos limitante): M.O. = K = Mg = V% > pH em H₂O = Cu = Ca + Mg > Zn > P = SB = CTC efe > Ca > m% > Al > Mn > H + Al > B > S = Fe (Gráficos 1 e 2). Isso demonstra que os parâmetros mais restritivos nas áreas avaliadas foram a M.O., K, Mg e V%, classificados com valores baixos em 100% das amostras dos produtores avaliados.



Gráficos 1 e 2 – Frequência em que os parâmetros químicos do solo apresentaram o status de baixo, adequado/médio ou alto em áreas nas comunidades do Cruzeiro e Arienga em Barcarena, no estado do Pará
Fonte: Própria (2019). *Baseado em Vitti et al (1989)

A matéria orgânica é fonte primária de nutrientes para as plantas melhorando a estrutura do solo, a porosidade e diminuindo as perdas por erosão. O potássio é um dos três principais macronutrientes para as plantas, sendo vital para o balanço iônico. O Mg e o Ca são nutrientes secundários essenciais, compondo respectivamente a parede celular vegetal e a clorofila. Em condições de baixa M.O., pH e CTC efetiva, os sítios de troca são ocupados predominantemente por íons de H e Al em detrimento de bases essenciais. Desse modo há a susceptibilidade de lixiviação, justificando, dessa forma, a baixa saturação de bases (V%) nos casos avaliados (IPF, 1998, p 67; HARIDASAN, 2006 p. 466; PAVINATO; WERLE; GARCIA)

Considerando os cultivos mais encontrados na região (Tabela 1), as limitações de M.O. K, Mg, e V% estão ligadas diretamente a redução de desenvolvimento e produtividade. Em sua pesquisa, Araújo *et al.* (2016) verificou que plantas jovens de açaizeiro com omissão de K, Ca e Mg tiveram restrição no crescimento de sua biomassa aérea e o tamanho da raiz prejudicado. O potássio, sobretudo, tem relevante importância na fase produtiva do açaizeiro, onde sua carência diminui a produção de cachos e frutos. Na mandioca o K é o elemento mais extraído, portanto níveis baixos no solo refletem plantas raquíticas e raízes pouco desenvolvidas.

O Cu e o Zn foram, respectivamente, o quinto e sétimo parâmetros com mais frequência de valores baixos no solo, o que é relevante, pois no experimento de Schwengber, Oliveira e Moura Neto (2004), as plantas de mandioca que não tinham a presença desses nutrientes, foram verificadas com diminuição significativa no peso verde da raiz. Isso denota a importância da fertilização com micronutrientes, uma prática muito rara na agricultura familiar paraense.

Em todas as áreas avaliadas são evidentes as consequências da falta de correção do solo, pois a calagem, apesar de ser uma prática muito comum, não é de fácil acesso para os produtores na região amazônica, em função do elevado preço do calcário, sobretudo seu frete. Dessa forma, a baixa CTC e bases no solo são recorrentes para esses agricultores, tal como mostrado nos dados aqui obtidos, o que gera degradação do solo local e perda progressiva da produtividade.

5. CONCLUSÃO

As áreas dos produtores rurais nas comunidades avaliadas apresentam grande limitação nos teores de matéria orgânica e bases trocáveis, sobretudo o K, fator que limita o desenvolvimento e produtividade dos cultivos mais utilizados nesses locais.



6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Peabiru pela viabilização financeira do trabalho.

Referências

- ABDEL-AAL, R.E.; AL-GARNI, Z. Forecasting Monthly Electric Energy Consumption in eastern Saudi Arabia using Univariate Time-Series Analysis. **Energy**, v. 22, n.11, p.1059-1069, 1997.
- ABRAHAM, B.; LEDOLTER, J. **Statistical Methods for Forecasting**. New York: John Wiley & Sons, 1983.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting Methods and Applications**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- PELLEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F. Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal. **Revista Produto & Produção**, v. 4, número especial, p.72-85, 2000.
- ARAÚJO, F. R. R.; VIÉGAS, I. de J. M.; DA CUNHA, R. L. M.; DE VASCONCELOS, W. L. F.. Efeito da omissão de nutrientes no crescimento e estado nutricional de mudas de açaizeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, p. 374-382, 2016.
- CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 262p
- DO VALE JÚNIOR, J. F.; DE SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R.; DE SOUZA CRUZ, D. L. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 2, p. 158-165, 2011.
- EMBRAPA, T. E. et al. Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Documents (INFOTECA-E)**, 2003.
- ESA. **Copernicus Sentinel-2 mission**. 2019. Sentinel 2. Cenas T22MGD,. USGS: Sioux Falls. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: Fev. 2019.
- FELICIANO, C.A.; LOPES, W.P.; DA SILVA, M.C.; DA COSTA, M.B. Qualidade do solo em sistemas de manejo convencional e orgânico na propriedade da agricultura familiar. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação**, v.4, n. 1, 2018.
- HAAG, H. P.; DA SILVA FILHO, N. L.; CARMELLO, Q. A. de C. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. pt. 2, p. 477-9, 1992.
- HARIDASAN, M. Alumínio é um elemento tóxico para as plantas nativas do cerrado. **Fisiologia Vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral**. Editora Manole, Barueri, SP, p. 466, 2006.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas Territoriais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html> >. Acesso em: Fev. 2019.
- Instituto de Potassa e Fosfato. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2 ed., rev e ampl. Piracicaba: POTAFOS, p. 13, 80 e 81, 1998. 117 p.
- JUNIOR, A. B.; GONÇALVES, L. G.; RIBEIRO, M. A. R.; AFONSO, R. de O.; DOS SANTOS, R.F; SOUZA, C. S. da S. A importância do Plantio Direto e do Plantio Convencional e as suas relações com o manejo e conservação do solo. **Revista Conexão eletrônica. Três Lagoas, MS**, v. 12, n. 1, 2015.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. **Fertilidade do solo**, p. 2-64, 2007.
- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A.. Disponibilidade de nutrientes no solo-decomposição e liberação de com-



postos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 911-920, 2008.

REGO, A. K. C.; KATO, O. R.. Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 20, n. 3, 2018.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 322p.

SEABRA, E. C. Análise de indicadores de desenvolvimento sustentável no município de Barcarena (Pará). 2019.

SIMÕES, E. L.; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; DA SILVA, D. M. P.; DA CUNHA, J.M. Avaliação dos teores de carbono orgânico, estoque de carbono e agregados do solo em áreas de terras pretas arqueológicas sob usos de café, cacau e pastagem na Região Sul do Amazonas. In: **IX Seminário de Pós-Graduação e Pesquisa & II Simpósio de Inovação, Propriedade Intelectual e Tecnologia**. 2018.

SCHWENGBER, D. R.; DE OLIVEIRA, J. M. F.; DE MOURA NETO, M. A. **Omissão de nutrientes e corretivos e fosfatagem corretiva na cultura da mandioca em cerrado de Roraima**. Embrapa Roraima, 2004.

SOUZA, A. L. de; LIMA, E. E. F. de; SANTOS, R. A. S. **Fundamentos da produção social de conhecimento**. Cáceres: UNEMAT, p. 142. 2019. 388p.

VITTI, G. C. **Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta**. Jaboticabal: FUNEP. 1989.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008



CAPÍTULO 14

CONSÓRCIO DO FEIJÃO COMUM E DA MAMONA - OTIMIZAÇÃO DO USO AGRÍCOLA E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS: UMA REVISÃO

COMMON BEAN AND CASTOR INTERCROPPING- OPTIMIZATION OF
AGRICULTURAL USE AND PHYSICAL PROPERTIES OF GRAINS: A
REVIEW

Cristiane Fernandes Lisboa

Itamar Rosa Teixeira

Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

Adriano Bicioni Pacheco

Arthur Carniato Sanches

Débora Pantojo de Souza

Timóteo Herculino da Silva Barros

Jhon Lennon Bezerra da Silva

Monalisa Soares Costa

Francisco Edson Paulo Ferreira

Resumo

A cultura do feijão comum e da mamona, são adotadas por pequenos produtores rurais, que precisam otimizar ao máximo o uso de suas terras e implementar estratégias alternativas de produção. Nesse sentido, o consórcio das culturas pode ser uma boa técnica para atender essas demandas. Assim, objetivou-se revisar a literatura acerca da produção, otimização da área e propriedades físicas de grãos de feijão comum e de mamona oriundos de consórcio e monocultivo. Ao analisar as séries históricas de produção e produtividade no período de 1977 a 2019, observa-se que produção de feijão brasileira apresenta estabilidade desde de 2010. Enquanto que, a produção de mamona apresenta tendência de queda a partir de 2004 e sua produtividade apresenta uma dispersão considerada no Cenário Nacional. Ao observar as pesquisas que envolvem o consórcio do feijão comum com a mamona, encontra-se Índices de Equivalência de Área superior a 1, indicando um alto potencial, desde de que se atente a adubação e a escolha adequada de variedades de ambas as culturas para se ter a otimização máxima do uso da terra. Quanto as propriedades físicas dos grãos, do feijão e da mamona cultivados em consórcio, pode apresentar modificações em relação ao monocultivo, dependendo das variedades adotadas.

Palavras-chave: Sistemas produtivos, *Phaseolus vulgaris* L., *Ricinus communis* L.

Abstract

The cultivation of common beans and castor are adopted by small rural producers, who need to maximize the use of their land and implement alternative production strategies. In this sense, the intercropping can be a good technique to meet these demands. Thus, the aimed was to review the literature on the production, area optimization and physical properties of common beans and castor beans from intercropping and monoculture. When analyzing the historical series of production and productivity in the period from 1977 to 2019, it can be seen that Brazilian bean production has been stable since 2010. While, the production of castor beans has shown a downward trend since 2004 and its productivity shows a dispersion considered in the National Scenario. When observing the research involving the intercropping of common beans with castor beans, an Equivalence Index of Area greater than 1 is found, indicating a high potential, as long as attention is given to fertilization and the appropriate choice of varieties of both cultures for to have the maximum optimization of land use. Regarding the physical properties of grains, beans and castor cultivated in intercropping, it can show changes in relation to monoculture, depending on the varieties grown.

Keywords: Productive systems, *Phaseolus vulgaris* L., *Ricinus communis* L.



1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) se destaca na economia brasileira. Seu cultivo envolve questões sociais por ser amplamente cultivado por pequenos produtores rurais e ser uma das bases da alimentação humana. É uma boa alternativa de exploração econômica para propriedades rurais, ao demandar mão-de-obra menos qualificada (VIEIRA et al., 2006). Porém, nessas pequenas propriedades rurais o feijão é cultivado predominantemente em sistema de monocultivo, onde há uma maior necessidade de otimizar a área de cultivo, como a prática de consórcio entre as culturas.

O consórcio entre culturas é de uso comum no Brasil, especialmente nas pequenas propriedades rurais. Contudo, para a efetivação dessa prática em relação ao monocultivo, é necessário que as culturas envolvidas apresentem diferenças entre as suas exigências quanto aos recursos disponíveis, seja em qualidade, quantidade e época de demanda. Desta forma, a eficiência dos cultivos consorciados é dependente da complementaridade entre as culturas envolvidas (JESSEN et al., 2010).

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), apresenta potencial de uso em sistema consorciado envolvendo culturas anuais de ciclo curto, como o feijão comum (OLIVEIRA et al., 2010). Pela facilidade da mamoneira ser conduzida, pelo retorno do capital que tem proporcionado ao produtor com a venda de seus grãos e pela elevada produção de biomassa em regiões de baixa precipitação pluvial, o que a torna uma excelente alternativa para o consórcio (COSCIONE; BERTON, 2009).

Nos cultivos consorciados ocorre competição por luz, nutrientes, água e outros fatores envolvidos no crescimento e produção das culturas. A competição depende das espécies envolvidas, dos seus sistemas radiculares e da disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio (COSTA; SILVA, 2008). Diante disso, podem haver diferenças no rendimento, produção, tamanho e forma dos grãos provenientes deste sistema se comparado ao monocultivo, devido a competição interespecífica.

Neste contexto, a determinação de propriedades físicas de grãos possui relevância na aceitação do produto pelo mercado e em diversas etapas do processo de beneficiamento, como o dimensionamento de equipamentos e sistemas para colheita, manuseio, transporte, secagem e armazenamento (NIKOOBIN et al., 2009).

No mercado, de acordo com Melo et al. (2007), os grãos de feijão graúdos (peneiras acima de 12, de 12/64" pol.) promovem melhor aceitação dos consumidores. Além disso, as empresas empacotadoras a partir de 1998 passaram a aliar as "marcas do produto" ao tipo de grão, juntamente com a coloração clara, e o consumidor associou grãos maiores a um melhor rendimento de panela, constituindo-se em uma maior expansão destes após o cozimento (CARBONELL et al., 2010).



No que se refere a mamona, o beneficiamento dos frutos desta cultura é um dos principais fatores limitantes ao crescimento desta, sendo uma etapa muito importante para a definição da qualidade da semente (GONELI, et al. 2011).

A partir do exposto, pode-se afirmar que trabalhos investigativos sobre avaliação dos componentes de produção, rendimento e propriedades físicas de grãos de feijão-comum e de mamona, oriundos dos sistemas de consórcio e monocultivo são de suma importância para técnicos e produtores terem maior embasamento sobre tomadas de decisões acerca dos sistemas produtivos destas culturas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi revisar a literatura acerca da produção, otimização da área e propriedades físicas de grãos de feijão comum e de mamona oriundos de consórcio e monocultivo.

2. DESENVOLVIMENTO DO TEMA

2.1 O feijão comum

De acordo com Souza e Lorenzi (2012) o feijão comum é pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), e gênero *Phaseolus*. O gênero *Phaseolus* engloba, aproximadamente, 55 espécies das quais, apenas cinco, são cultivadas. A espécie *P. vulgaris*, vulgarmente designada por feijão comum, é a mais difundida e consumida em diversos países (PROLLA, 2006). Trata-se de uma espécie anual, de metabolismo fotossintético C3, diplóide ($2n=2x=22$) e autógama, com taxa de fecundação cruzada estimada entre 3% e 5% (BURLE et al., 2010).

O feijão comum é uma planta herbácea cujo ciclo de vida varia de aproximadamente 65 a 120 dias, dependendo da cultivar e das condições da época de cultivo, podendo apresentar quatro tipos de hábito de crescimento, sendo um tipo chamado determinado e os outros três definidos como indeterminados. Possui vagens retas ou ligeiramente curvas, achatadas ou arredondadas, com bico reto ou curvado, em geral com 9 a 12 cm de comprimento, e com 3 a 7 sementes (PROLLA, 2006).

O feijoeiro possui uma raiz principal da qual se desenvolvem, lateralmente, raízes secundárias, terciárias, etc. Concentra-se na base do caule, quase na superfície do solo e as raízes laterais apresentam nódulos colonizados por bactérias fixadoras de nitrogênio. Essa espécie possui um sistema radicular delicado, com sua maior parte concentrada na camada de até 20 cm de profundidade (KLUTHCOUSKI et al., 2009). Apresenta dois tipos de folhas: as folhas primárias e folhas trifoliadas. As flores estão sempre agrupadas em duas, três ou mais, e são compostas por um pedúnculo (pequena haste) que sustenta os botões florais, formando a inflorescência floral (EMBRAPA, 2013).

A grande variabilidade apresentada pelas características externas da semente



tem sido usada para diferenciar e classificar cultivares de feijão em alguns grupos ou tipos distintos, com base na cor e no tamanho das sementes: Mulatinho, Preto, Manteigão e outros (EMBRAPA, 2013), sendo o primeiro onde está incluído os materiais do tipo Carioca, base principal da alimentação do brasileiro.

O feijão comum representa um dos alimentos mais importantes da dieta alimentar humana, principalmente nos países em desenvolvimento, por ser uma fonte barata de proteínas, ferro, cálcio, zinco, vitaminas do complexo B, carboidratos, fibras e lisina. Desta forma há um grande interesse agrônômico no mundo pela a cultura do feijão comum (MESQUITA et al., 2007; ANGIOI et al., 2010).

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) é uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo. Sua importância extrapola o aspecto econômico, por sua relevância enquanto fator de segurança alimentar e nutricional, sobretudo para as classes mais carentes da população (EMBRAPA, 2012a). O consumo per capita de feijão do brasileiro situa-se em torno de 15 kg/habitante/ano (IBGE, 2012). Diversos aspectos culturais determinam grandes variações regionais quanto ao gosto e preferência por tipos de grãos consumidos, entretanto, o grão tipo carioca domina praticamente o mercado.

2.2 A mamona

A mamoneira pertence à família Euphorbiaceae, engloba um vasto número de espécies nativas da região tropical, e vegeta naturalmente desde a latitude 40° Norte até 40° Sul (BELTRÃO et al., 2007). Souza e Lorenzi (2012) apresentam a seguinte classificação para mamona: Ordem Malpighiales; Família Euphorbiaceae; Subfamília Euphorbioideae; Tribo Crotonae; Gênero *Ricinus* e Espécie *Ricinus communis* L.

Coelho et al. (2010) relatam que por ser uma planta de crescimento indeterminado, do tipo simpodial, a mamona possui uma das mais complexas morfologias entre as plantas cultivadas, desse modo, as cultivares são por vezes muito distintas entre si. Possui sistema radicular pivotante e fistoloso podendo atingir profundidades superiores a três metros, se não houver impedimentos físicos; as raízes laterais são bem desenvolvidas e situam-se a poucos centímetros da superfície do solo (CARVALHO, 2005).

É uma planta monóica, e assim sua inflorescência contém flores femininas na parte superior e masculinas, na inferior. A flor masculina, cerca de 70% do total de flores, contém um grande número de estames e a feminina possui um ovário com três lóculos, em cada um dos quais se desenvolve uma semente (FORNAZIERI JUNIOR et al., 1999).

A exploração da heterose, também pode se aplicar para o desenvolvimento de



cultivares híbridas de mamona, representando um meio eficaz para aumentar o rendimento (FREIRE et al., 2007). Na mamona a exploração da heterose é possível devido a ocorrência de dioica para flores femininas, cujo controle genético é atribuído a um alelo recessivo; assim o desenvolvimento de híbridos também é possível, e é a estratégia de melhoramento mais viável para o desenvolvimento de cultivares adaptadas a colheita mecânica (MOSHKIN; DVORYADKINA, 1986; WEISS, 1983).

As sementes germinam lentamente, são brilhantes e possuem formato oblongo, ovoide ou arredondado, de tamanho grande médio ou pequeno, cerca de 0,5 a 1,5 cm de comprimento, podendo ter colorações muito variadas, existindo sementes pretas, brancas, cinzas, e marrons com mosqueados característicos (CAMPOS; CANÉCHIO FILHO, 1987). Seu fruto é uma cápsula lisa ou com espinhos. São verdes ou vermelhos com colorações intermediárias, assumindo tom amarronzado quando maduros (FORNAZIERI JUNIOR et al., 1999).

Das sementes é extraído o óleo, seu produto comercial, o qual contém 90% do ácido graxo ricinoleico, único ácido graxo hidroxilado, que confere ao óleo características singulares e possibilita ampla utilização industrial, tornando a mamoneira uma cultura estratégica para o país (BELTRÃO et al., 2007).

Dentre as inúmeras utilizações industriais do óleo de mamona cita-se: fármacos, cosméticos, corantes, formulações de tintas e vernizes, fungicida e inseticida, proteção anti-corrosiva, lubrificantes, graxas, plastificantes de resinas e borracha, produtos de limpeza, matéria-prima para biodiesel, etc. (COSTA et al., 2004). A lavoura de mamona é conduzida em grande parte por pequenos produtores, com emprego de baixa tecnologia relacionada à utilização de sementes e equipamentos, além de uma comercialização completamente desorganizada, que coloca o produtor a mercê de uma forte intermediação (CONAB, 2015).

2.3 Potencial do consórcio entre feijão-comum e mamona

A consorciação entre culturas oleaginosas e alimentícias é uma alternativa potencialmente viável para atender a demanda energética, sem comprometer a produção de alimentos (OLIVEIRA FILHO et al., 2016). De acordo com Azevedo et al. (2007), a prática agrícola de consórcio entre plantas é muito utilizada nas regiões tropicais como estratégia para mitigar os efeitos da irregularidade do clima.

O sistema de cultivo consorciado é uma alternativa viável, por otimizar a utilização da terra (JESSEN et al. 2010). Neste tipo de sistema se faz o plantio de duas ou mais espécies em uma mesma área, possibilitando maior produção por área, melhor utilização do espaço, nutrientes e luz solar, além de controlar plantas infestantes, pragas e doenças (SOUZA; RESENDE, 2003).

Para Teixeira et al. (2005) caracteriza-se como técnica empregada para au-



mentar as produtividades das lavouras e obter maiores lucros por unidade de área, possibilitando a maximização da utilização dos recursos ambientais sem desequilíbrio ecológico. Outro sistema adotado pelos produtores em geral é o monocultivo, este sistema ocorre quando, em uma determinada área, a produção vegetal se dá de forma isolada em um período específico, que normalmente é categorizado por um ano agrícola (EMBRAPA, 2012).

O feijoeiro-comum, por ser fixador do N_2 atmosférico, contribui pelo menos com parte do nitrogênio às plantas, possui hábito de crescimento pouco agressivo e ciclo curto, características desejáveis para uma cultura consorte como a mamoneira. Para tanto, faz-se necessário elucidar o comportamento de diferentes genótipos de feijão frente à referida situação. Ademais, diversas indagações são feitas com relação ao consórcio feijão + mamona, quando se busca maximizar a eficiência de ambas as culturas. Desta forma, encontrar cultivares adaptadas aos sistemas de consórcio pode melhorar a eficiência do sistema e a produtividade das culturas consortes (TEIXEIRA, et al, 2011).

Na literatura as informações disponíveis sobre o cultivo da mamoneira em sistema consorciado se referem a cultivares de porte médio a alto (em torno de 2,5m), que foram desenvolvidas para a Região Nordeste e que são usados basicamente por pequenos agricultores. Porém, estes materiais quando trazidos para a região Centro-Sul apresentam altura de planta que chegam a atingir 4,0 m, dificultando a realização de colheita, como também a realização de tratamentos fitossanitários, especialmente da doença mofo-cinzento (*Amphobotrys ricini*), além da necessidade de realização de mais de uma colheita, elevando assim o custo final da lavoura. Apesar destas questões, estes materiais têm demonstrado potencial para ser utilizado em sistema de monocultivo (ZUCHI et al., 2010) e em consórcio com culturas anuais como o feijão-comum (PEREIRA et al., 2015) no Centro-Sul do Brasil.

Uma maneira de se observar se o consórcio (C) das culturas está realmente contribuindo para a eficiência do uso da área quando comparado com o monocultivo (M) é o Índice de Equivalência de Área (IEA), determinado pela a somatória da relação C/M da produtividade de cada cultura. De acordo com Teixeira et al. (2011) o consórcio apresenta benéfico se o IEA for superior a 1,0, e não recomendado quando inferior a 1,0.

Nesse sentido, Cardoso et al. (2013), ao trabalhar com doses de zinco no consórcio e monocultivo, observaram valores de IEA variando de 1,48 a 2,74 com o consórcio do feijão comum com a mamona. Lima et al., (2018) ao estudarem adubação bórica, observaram variações de valores de IEA de 1,8 à 2,07 no consórcio do feijão comum com a mamona. Esses trabalhos ressaltam que deve realizar um manejo nutricional equilibrado para um consórcio mais consistente, destacando o papel dos micronutrientes.

Por sua vez, Teixeira et al. (2011) ao estudarem diferentes cultivares de feijão comum combinadas com a cultivar de mamona Paraguaçu em consórcio, observa-



ram valores de IEA 1,38 a 1,71, onde a cultivar de feijão Pérola se apresentou superior. Lisboa et al. (2018) ao trabalharem diferentes combinações de variedades de feijão comum com híbridos de mamona para consórcio, observaram IEA entre 0,87 à 1,37, o maior valor foi observado com a combinação da cultivar de feijão comum BRS Pérola com o híbrido AG IMA. Estas pesquisas demonstram que a escolha do material genético é uma etapa crucial para o estabelecimento de um consórcio mais rentável, e que em alguns casos, a consorciação pode ser inviabilizada, quando o IEA for abaixo de 1,0.

Nesse contexto, o consórcio do feijão comum com a mamona apresenta-se alto potencial, se atentando ao manejo da adubação e a escolha das variedades de ambas as culturas para se ter a otimização máxima do uso da terra.

2.4 Panorama da produção e produtividade de feijão e mamona no Brasil

Segundo os dados da série histórica da produção de feijão no Brasil da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020) há um aumento na produção desde o ano de 1977 a 2010, o país mudou de importador de feijão para produtor (ALMEIDA; WANDER, 2011), porém percebe-se que o crescimento após o ano 2000 foi muito pequeno (Figura 1), isso pode ser explicado pelo fato da substituição da cultura do feijoeiro para produção de outras culturas (AGUIAR; SOUZA, 2014). Esse processo vem acontecendo em vários estados produtores, mas apesar disso, o país continua estando entre os países que mais produzem e consomem (COELHO, 2019) necessitando ainda de uma pequena parte de importação de outros países (MORAES; MENELAU, 2017).

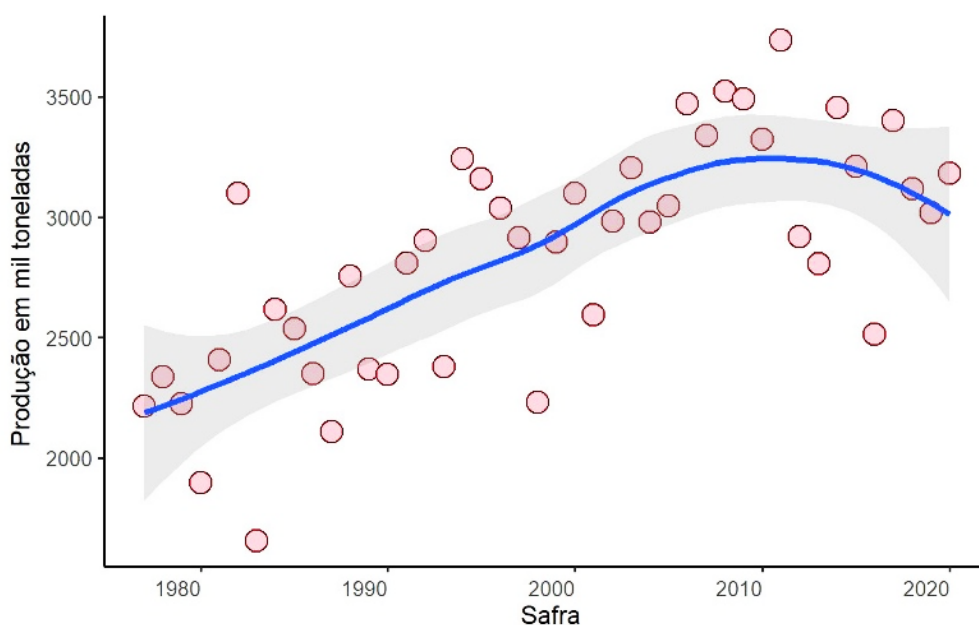


Figura 1. Série histórica da Produção de feijão no Brasil

Aguiar e Souza (2014) estudaram o período de 2000 a 2010 em relação aos

efeitos da expansão em área da cultura da cana-de-açúcar e os efeitos sobre outras culturas em alguns estados com alta produção agrícola. Por meio do estudo, foi verificado que o estado de Pernambuco reduziu 47,44% de área cultivada de feijão seguido por Alagoas, com diminuição de 45,38%, e menores reduções em Minas Gerais (14,01%), São Paulo (9,61%) e Goiás (6,78%). Nesses estados a substituição foi principalmente para o cultivo da cana-de-açúcar.

O estado do Paraná também reduziu sua área de cultivo do feijão em 14,70%, porém a substituição deu lugar ao cultivo em maior escala de soja e trigo e em menor para cana-de-açúcar e fumo (AGUIAR; SOUZA, 2014). Dentro dos estados analisados, apenas o Mato Grosso e Mato Grosso do Sul aumentaram a área produtiva em 3,34% e 0,71%, respectivamente, porém esse aumento foi composto pela expansão em novas áreas de agricultura no estado durante o período (AGUIAR; SOUZA, 2014).

A partir do ano de 2010 (Figura 1) percebe-se que a produção do feijão no Brasil manteve-se estável, assim como a produtividade, o mesmo ocorre nos dados por região do Brasil (Figura 3). As variações na produtividade entre os anos a partir de 2010 são reflexo da variação dos elementos climáticos, como altas temperaturas e irregularidade nas chuvas (COELHO, 2019) advindas da mudança no clima (SOUZA, 2018).

Segundo os dados disponíveis pela CONAB, a produção de feijão da última safra no Brasil (2019/2020) alcançou os maiores valores na região nordeste, seguida pelas regiões centro-oeste e sul (Figura 2).



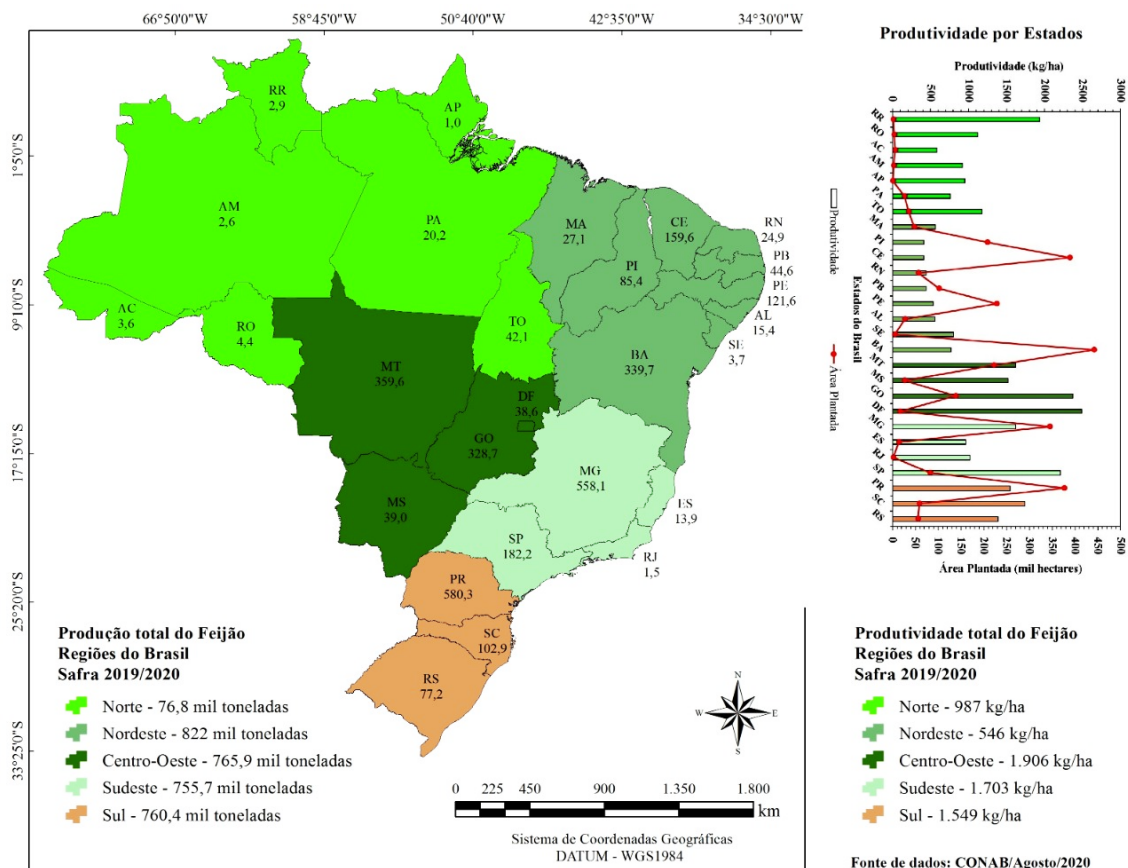


Figura 2. Produção total, produtividade e área total do feijão nas regiões e regiões do Brasil na última safra 2019/2020

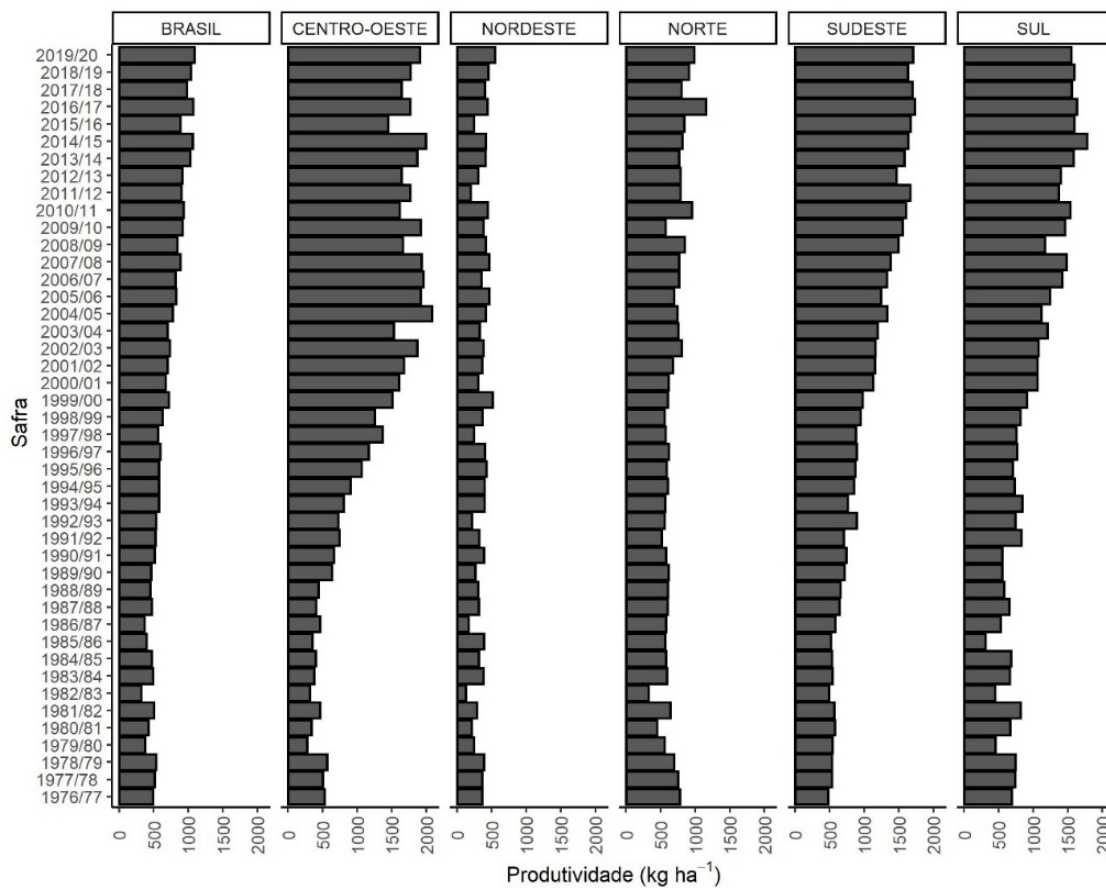


Figura 3. Série histórica da Produtividade de feijão em cada região do Brasil

Porém considerando o período analisado de 1977 a 2019 a variação na produtividade por região brasileira foi maior para o Centro-Oeste, seguida por Sudeste, Sul, Norte e Nordeste (Figura 4).

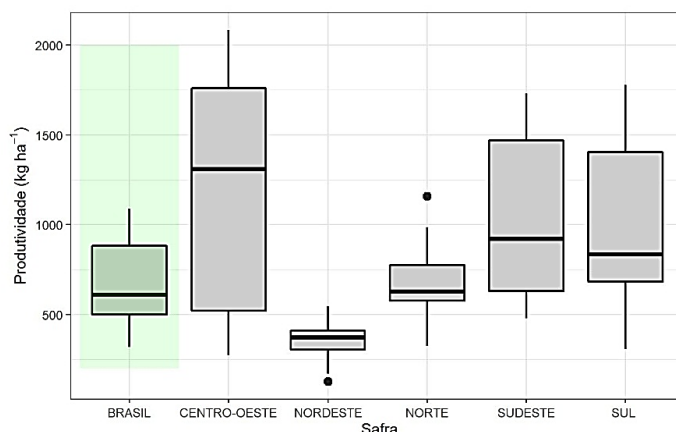


Figura 4. Produtividade do feijão mamona em cada região do Brasil no período correspondente a 1977 a 2019

Por sua vez, o panorama produtivo da ricinocultura apresenta-se em declínio ao longo dos anos (Figura 5) apresentando maior produção da região Nordeste, no estado da Bahia, e seguida pela região Sudeste (Figura 6) e sem produção na região Norte segundo os dados da CONAB (CONAB,2020).

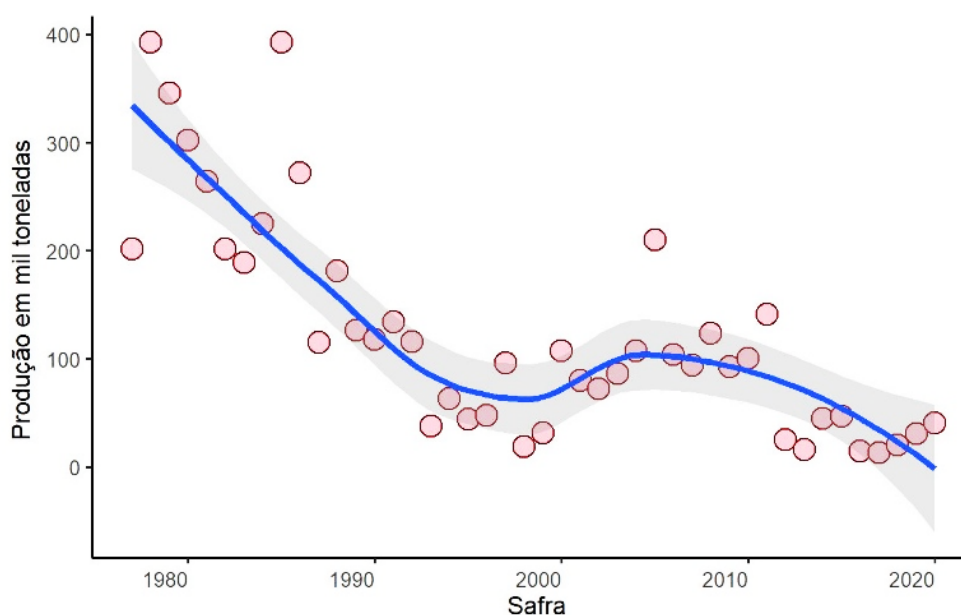


Figura 5. Série histórica da Produção de Mamona no Brasil

O aumento produtivo da mamona deu-se pelo advento do Plano Real e fazendo com que o preço subisse e aumentasse a produção até o ano de 2004, quando foi implantado a política de incentivo do programa ProBiodiesel do Governo Federal, que acarretou na queda dos preços entre os anos de 2004 e 2005 e em 2016 um outro declínio nos preços causados pela falta de incentivos financeiros e comercialização além de condições climáticas adversas ao cultivo (FERREIRA; MELO, 2018). Essas oscilações durante esse período podem ser bem observadas em reflexos produtivos na região Nordeste (Figura 6), a qual produz a maior parte da produção brasileira.

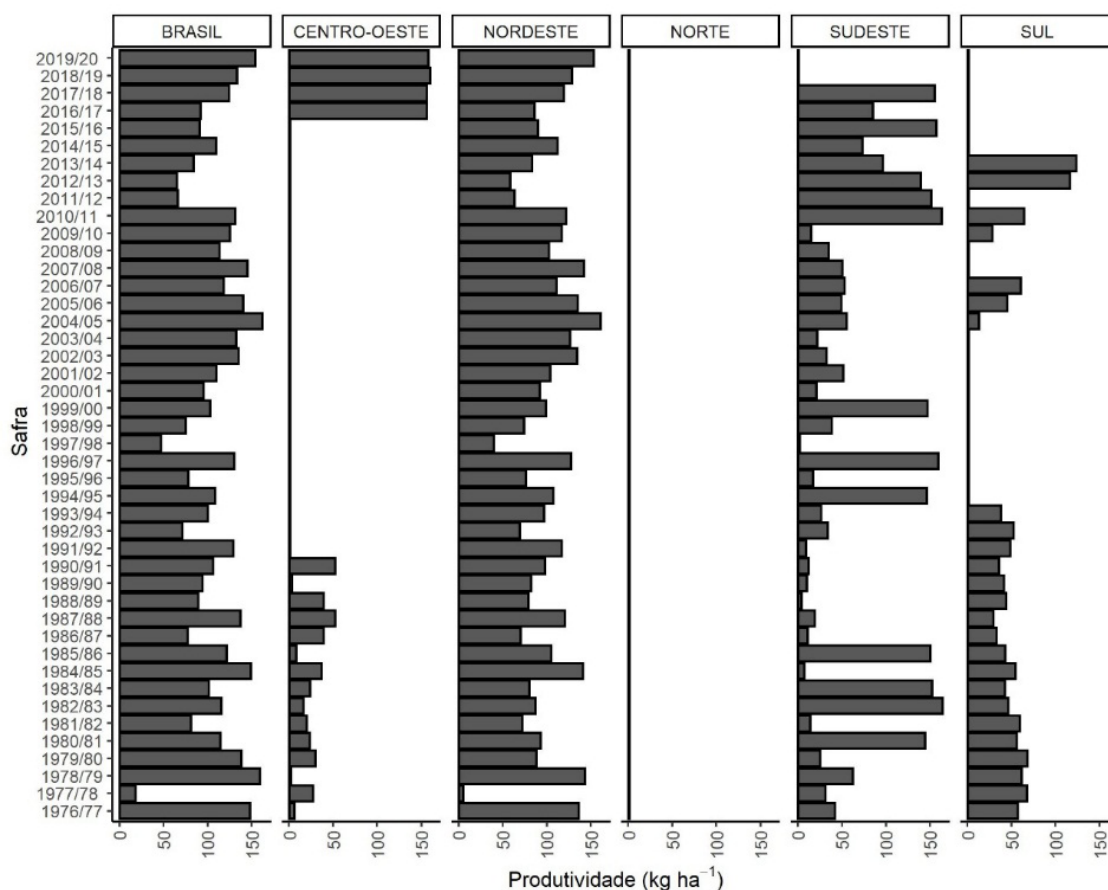


Figura 6. Série histórica da Produtividade de Mamona em cada região do Brasil

Em relação a produtividade da mamona, considerando o período analisado de 1977 a 2019, observa-se uma estabilidade menor variação no Nordeste, sendo relacionado com a maior tradição de produção da cultura na região. No Sudeste observa-se maiores varrições na produtividade, o que pode indicar que os produtores da região com maior acesso a tecnologias de produção, ocasionalmente optam pela cultura dependendo do ano agrícola. Já o Centro-Oeste, nota-se uma baixa produtividade ao considerar a série histórica, contudo observa-se que não reflete a atual produtividade da região, pois entre as safras de 2016/2017 a 2019/2020 a produtividade média se manteve estável e acima da média brasileira (Figura 6 e 7).

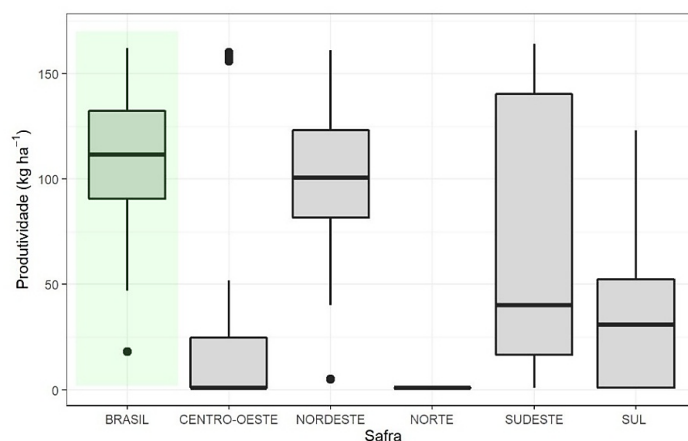


Figura 7. Produtividade da mamona em cada região do Brasil no período correspondente a 1977 a 2019

O consórcio entre a mamona e o feijão, principalmente a utilização do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) têm sido cultivado principalmente na região

Nordeste por pequenos produtores e mediante a série de dados produtivos de ambas culturas há possibilidade de expansão da prática, aumentando a produção e feijão na região Nordeste a qual é detentora da grande parcela da produção nacional de mamona.

2.5 Influência do sistema de cultivo na produção e nas propriedades físicas dos grãos

No sistema consorciado as plantas podem competir entre si (competição intra-específica) e com outras espécies (competição interespecífica) pelos recursos luz, água, nutrientes e, em algumas situações, também por CO₂ (BUSATO; BUSATO, 2011). A duração da competição determina prejuízos variáveis no crescimento e no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas (LAMEGO et al., 2004).

Diante disso, podem haver diferenças no rendimento, produção, tamanho e forma dos grãos provenientes deste sistema se comparado ao monocultivo, em que a competição entre plantas é menor.

Informações sobre às características físicas dos produtos agrícolas são consideradas de grande importância para estudos envolvendo a movimentação de ar, a transferência de calor e massa em produtos granulares. São parâmetros básicos para o estudo das condições de secagem e armazenagem de produtos agrícolas e, conseqüentemente, possibilitam a predição de perdas de qualidade do material até o momento de sua comercialização (SILVA et al., 2003).

A caracterização dos grãos como tamanho, forma, massas específicas e porosidade, são dados de entrada, utilizados em projetos de engenharia, envolvendo dimensionamento de máquinas e equipamentos para colheita, armazenamento, secagem e aeração de grãos. Nos últimos anos, os pesquisadores de programas de melhoramento genético do feijoeiro no Brasil têm reconhecido a importância das características físicas e sensoriais dos grãos de cultivares de feijão na sua aceitação pelos consumidores (CARNEIRO et al., 2005). De acordo com Teixeira et al. (2001), atualmente, para o feijão, as características de grãos que mais merecem atenção são o tamanho, o formato e, sobretudo a coloração do tegumento.

Para a mamona, a determinação e o conhecimento do comportamento das propriedades físicas dos grãos são os principais fatores que contribuem para o adequado desenvolvimento de processos e simulações que visem o aperfeiçoamento do sistema produtivo dessa cultura (GONELI, 2008).

Com o lançamento de novas cultivares de mamona com alto potencial produtivo no mercado, a exemplo dos híbridos, os estudos sobre propriedades físicas são de suma importância, uma vez que estes são incipientes. Outro fator a ser consi-



derado, é que as sementes de mamona têm tamanhos muito variados entre diferentes cultivares e as máquinas geralmente são reguladas para um único tamanho e, ainda assim, adaptadas de máquinas destinadas ao beneficiamento de cereais (SILVA et al., 2001).

Diante do exposto, faz-se necessário determinar as propriedades físicas dos grãos do feijão comum e da mamona são influenciadas pela consorciação das duas culturas. Nesse sentido, a literatura mostra diferentes respostas do feijoeiro e mameira quando consorciadas ou em monocultivo, ao se observar o parâmetro massa de 100 grãos (Tabela 1 e 2).

Referência	Cultivar	Monocultivo X Consórcio
Teixeira et al., 2012	BRS Pérola	Não significativo
Cardoso et al., 2013	BRS Pérola	Não significativo
Ferreira et al., 2014	BRS Pérola; BRS Pontal	Significativo
Lima et al., 2018	BRS Pérola	Não significativo
Lisboa et al., 2018	BRS Pérola; BRS Esteio; BRSMG Realce; BRS Pitanga.	Significativo

Tabela 1. Diferenças na literatura acerca da massa de 100 grãos do feijão em monocultivo ou consórcio com a mamona

Referência	Cultivar	Monocultivo X Consórcio
Teixeira et al., 2012	Paraguaçu	Não significativo
Cardoso et al., 2013	Paraguaçu	Não significativo
Ferreira et al., 2014	BRS Pérola; BRS Pontal	Não significativo
Lima et al., 2018	Paraguaçu	Não significativo
Lisboa et al., 2018	Híbrido Tamar; AG IMA	Significativo

Tabela 2. Diferenças na literatura acerca da massa de 100 grãos da mamona em monocultivo ou consórcio com o feijão

Um maior valor de massa de 100 grãos, indica um lote com tamanhos maiores de grãos, onde ocorreu maior acúmulo de biomassa. No levantamento da literatura, Lisboa et al. (2018), observaram diferenças significativas nas massas de 100 grãos do feijão comum e da mamona, onde os maiores valores foram observados

no monocultivo, quando comparado ao consórcio. Como esses autores estudaram mais variedade de feijão comum e mamona, ressalta-se a possibilidade de cultivares mais sensíveis a competição interespecífica, devendo-se se atentar na escolha de adoção no consórcio e as implicações nas propriedades físicas dos grãos.

3. CONCLUSÕES

O consórcio do feijão e da mamona apresenta alto potencial, por otimizar o uso da área, podendo aumentar a rentabilidade do pequeno produtor rural.

A produção de feijão brasileira apresenta estabilidade desde de 2010. A produção de mamona apresenta tendência de queda a partir de 2004 e sua produtividade apresenta variações constantes no Cenário Nacional.

As propriedades físicas dos grãos de feijão e da mamona cultivados em consórcio pode ter modificações em relação ao monocultivo, dependendo das variedades adotadas.

Referências

- AGUIAR, C. de J.; DE SOUZA, P. M. Impactos do crescimento da produção de cana-de-açúcar na agricultura dos oito maiores estados produtores. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 482-493, 2014.
- ALMEIDA, P. R. V. de; WANDER, A. E. **Evolução da produção de feijão no Brasil de 1976-2009**. In: Conference: 63a Reunião Anual da SBPC, May, Goiânia-GO. Anais... Goiânia-GO: 2011.
- ANGIOI, S. A.; RAU, D.; ATTENE, G.; NANNI, L.; BELLUCCI, E.; LOGOZZO, G.; NEGRI, V.; SPAGNOLETTI ZEULI, P. L.; PAPA, R. Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and applied genetics**, California, v.121, p.829-843, 2010.
- AZEVEDO, D. M. P. de et al. Rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 3, p. 145-162. 2007.
- BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, R. de L. S.; QUEIROZ, W. N. de; W. C. de. Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D.M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.44-72.
- BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; MELO, F. B. Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda. **Bahia Agrícola**, v.5, p.34-37, 2002.
- BURLE, M. L.; FONSECA, J. R.; KAMI, J. A.; GEPTS, P. Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity. **Theoretical and applied genetics**, California, v.121, p.801-813, 2010.
- BUSATO, C.; BUSATO, C. C. M. Crescimento inicial da cultura do milho em cultivo consorciado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, vol.7, n.13, p. 307-316, 2011.
- CAMPOS, T.; CANÉCHIO FILHO, V. **Principais culturas II**. 2. ed. Campinas-SP: Instituto Campineiro de Pesquisas Agrícolas, p. 139-153, 1987.



- CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L. Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p. 2067-2073, 2010.
- CARDOSO, F. R.; GALANTE, A. H. A.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, A. G.; REIS, E. F. Fontes e doses de zinco na nutrição e produção de feijão-comum e mamona em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.602-609, 2013.
- CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; SOUZA, M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. 2005. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p. 18-24, 2005.
- CARVALHO, B. C. L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65p
- COÊLHO, J. D. Produção de grãos: feijão, milho e soja. **Caderno Setorial ETENE**, v. 4, n. 81, p. 1-13, 2019.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **12º Levantamento da safra Brasileira de grãos 2015/2016**. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 01 jul. 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica das safras**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>. Acesso em: 01 ago. 2020
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **9º Levantamento da safra Brasileira de grãos 2014/2015**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 07 jul. 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Período de Janeiro de 2014**. Disponível em:< http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKewip-tpa_7fLIAhVCqB4KHTj9AEE&url=http%3A%2F%2Fwww.conab.gov.br%2FolalaCMS%2Fuploads%2Farquivos%2F14_02_12_09_52_21_mamonajaneiro2014.pdf&usq=AFQjCNH6uUT1kBJ7ZPPk2_rLGkGsjdJPEQ>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 663-667, 2008.
- COSTA, H. M.; RAMOS, V. D.; ABRANTES, T. A. S.; CASTRO, D. F.; VISCONTE, L. L. Y.; NUNES, L. C. R. FURTADO, C. R. G. Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica. **Polímeros**, São Carlos, v.14, n.1, p. 46-50, 2004.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Morfologia- feijão**. 2013. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_9_1311200215101.ht ml>. Acesso em 1 abr. 2020.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Catálogo de cultivares de feijão comum 2014/2015**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1011166/catalogo-de-cultivares-de-feijao-comum-2014-2015>>. Acesso em: 09 jun. 2020.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. v. 1, p. 15 , 2012a.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de Produção: conceitos e definições no contexto agrícola**. 1. ed. p. 6-7, 2012b.
- FERREIRA, R. B.; TEIXEIRA, I. R.; REIS, E. F.; SILVA, A. G.; SILVA, G. C. Management of top-dressed nitrogen fertilization in the common bean/castor intercropping system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 7, p. 1086, 2014.
- FERREIRA, R. S.; MELO, A. S. The behavior of castor bean in the northeastern region of Brazil: An analysis of growth sources in the 1990-2016 period. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1147-1170, 2018.
- FORNAZIERI JUNIOR, A.; KASSAB, A. L.; BARRERA, P. **Manual Brasil agrícola: principais produtos agrícolas**. San Martin-SP: Ícone, p. 381-390, 1999.
- FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P.; MILANI, M.; NOBREGA, M. B. M. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Al-

godão; Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 169-194.

GONELI, A. L. D. G.; CORRÊA, P. C.; MAGALHÃES, F. E. A.; BAPTESTINI, F. M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 1-8, 2011.

GONELI, A. L. D. **Variação das propriedades físico-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis* L.) durante a secagem e o armazenamento**. 2008. 199p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA - IBGE. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 22 jun. 2020.

JESEN, E. S.; PEOPLES, M. B. Hauggaard-Nielsen, H. Faba bean in cropping systems. **Field Crops Research**, v.115, p.203- 216, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (editores). **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio: Embrapa arroz e feijão, 2009. 452p.

LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; SCHAEGLER, C. E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.4, p. 491-498, 2004.

LIMA, M. L.; SILVA, G. C.; SILVA, I. L.; LISBOA, C. F.; SILVA, D. D. A.; FRANÇA, E. E.; TEIXEIRA, I. R.; PELÁ, A. Boron sources and levels on the nutrition and production of common bean intercropped with castor. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 7, p. 218-29, 2018.

LISBOA, C. F.; SILVA, D. D.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, A. G. D.; MOTA, J. H. Agronomic characteristics of common bean and castor bean hybrids in intercropping and monocropping. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 200-205, 2018.

MELO, L. C.; MELO, P. G. S.; FARIA, L. C.; DIAZ, J. L. C.; PELOSO, M. J. D.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.42, p.715-723, 2007.

MESQUITA, R. F.; CORRÊA, D. A.; ABREU, P. M. C.; LIMA, Z. A. R.; ABREU, B. F. A. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.1114-1121, 2007.

MORAES, E. da S.; MENELAU, A. S. Análise do mercado de feijão comum. **Revista de Política Agrícola**, v. 1, n. Jan./Fev./Mar., p. 81-92, 2017.

MOSHKIN, V. A.; DVORYADKINA, A. G. Cytology and genetics of qualitative characters. In: MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Oxonian Press, 1986. p. 93-102.

NIKOOBIN, M.; MIRDAVARDOOST, F.; KASHANINEJAD, M.; SOLTANI, A. Moisture- dependet physical properties of chickpea seeds. **Journal of Food Process Engineering**. v.32, p.544-564, 2009.

OLIVEIRA, J. P. M.; SCIVITTARO, W. B.; CASTILHOS, R. M. V. OLIVEIRA FILHO, L. C. I. Adubação fosfatada para cultivares de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1835-1839, 2010.

OLIVEIRA FILHO, A. F.; BEZERRA, F. T. C.; PITOMBEIRA, J. B.; DUTRA, A. S. BARROS, G. L. Eficiência agrônômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 4, p. 729-736, 2016.

PEREIRA, F.S.; TEIXEIRA, I.R.; PELA, A.; REIS, E.F.; SILVA, G.C.; TIMOSSI, P.C.; SILVA, A.G. Agronomic performance of cultivars of common bean and castor cultivars in intercropping and monocropping systems, under weed competition. **Australian Journal of Crop Science**, Australia, v. 9, n.7, p. 614-620, 2015.

PROLLA, I., Características físico-químicas de cultivares de feijão e efeitos biológicos da fracção fibra solúvel. 2006. 144p. **Dissertação** (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. 2006.

SILVA, F. S.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; RIBEIRO, R. M.; AFONSO JÚNIOR, P. C. Efeito do beneficiamento nas propriedades físicas e mecânicas dos grãos de arroz de distintas variedades. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.33-41, 2003.



SILVA, O. R. R. F.; CARVALHO, O. S.; SILVA, L. C. Colheita e descascamento. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Serviço de Comunicação Tecnológica, 2001. p. 337-350.

SOUZA, B. S. **Mudanças climáticas no Brasil: efeitos sistêmicos sobre a economia brasileira provenientes de alterações na produtividade agrícola**. 2018. 129p. Dissertação (mestrado) Universidade de São Paulo, 2018.

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Plantarum, Nova Odessa, 2012. 768p.

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. Consórcio de hortaliças. **Semina** - Ciências Agrárias, Londrina, v. 24, n. 2, p. 507-514, 2005.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. A. D. P.; TIMOSSO, P. C. Arranjos de plantas do feijoeiro-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 85-91, 2012.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; TIMOSSO, P. C.; DA SILVA, A. G. Desempenho agrônomico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 55-61, 2011.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 600p.

WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London; New York: Longman, 1983. 660 p.

ZUCHI, J.; BEVILHAQUA, G. A. P.; ZANUNCIO, J.C.; PESKE, S.T.; ANJOS E SILVA, S.D.; SEDIYAMA, C.S. Características agronômicas de cultivares de mamona em função do local de cultivo e da época de semeadura no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n 3, p. 501-506, 2010.



CAPÍTULO 15

ADUBAÇÃO FOLIAR MISTA: INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE FINAL DA CULTURA DO MILHO

MIXED FOLIAR FERTILIZATION: INFLUENCE ON THE FINAL
PRODUCTIVITY OF MAIZE CULTURE

Emmanuel Zullo Godinho

Emerson Toshiharo Tanoue Gibbert

Resumo

Soja e milho são as culturas produzidas com maior importância no território brasileiro, pelo seu uso em diversas atividades da cadeia produtiva, como para fins agropecuários, alimentícios ou matéria prima de combustíveis. Entretanto, a produção dos grãos vem passando por muitas dificuldades climáticas, pragas e doenças, e solos cada vez mais pobres em nutrientes. Neste sentido, torna-se pertinente compreender que o planejamento de adubações, ocorre mediante a necessidade da planta e a disponibilidade dos nutrientes no solo e isso, permite a verificação de possíveis alternativas de adubação, que possibilitam aumentar a produção das culturas. O objetivo da pesquisa foi avaliar o desenvolvimento da cultura do milho, sobre a influência da adubação foliar do produto comercial ZEBMAX® fertilizante mineral misto com macro e micronutrientes. Para isso foi realizada semeadura na área experimental do Colégio Agrícola Estadual de Toledo, sendo que cada parcela apresentava 3 m de comprimento e 2,8 m de largura, na qual utilizaram-se dois tratamentos em triplicata, sendo um tratamento referente à aplicação do fertilizante foliar ZEBMAX® e o outro sem aplicação do fertilizante. Para a análise de produtividade, foram colhidas 10 plantas aleatoriamente dentro de cada linha, as espigas foram debulhadas manualmente, e analisadas. Os resultados mostraram que os tratamentos se diferiram entre si, onde a adubação foliar das plantas, mostrou-se eficiente na produtividade final dos grãos na cultura do milho. Elas apresentaram desenvolvimento foliar e radicular superiores ao tratamento controle. Por fim, o tratamento que utilizou fertilizante, apresentou maior produtividade, quando comparado ao tratamento-controle.

Palavras Chave: *Zea mays*, Agricultura, Nutrientes.



1. INTRODUÇÃO

A intensificação agrícola aumentou drasticamente nas últimas décadas, superando as taxas de expansão agrícola, e tem sido responsável pela maioria dos aumentos de rendimento das últimas décadas (Foley et al., 2011). Porém, a atividade vem passando por muitos desafios, cada vez mais complexos para a produção de grãos, como mudanças climáticas, pragas e doenças e, solos exauridos e desprovidos de nutrientes (Tilman et al., 2011). Segundo Scolari (2009), as culturas mais importantes produzidas mundialmente, são: arroz, trigo, milho, centeio, sorgo, cevada, milheto, triticale, soja, dendê, girassol, algodão e coco, que ocupam grandes áreas de cultivos e largamente produzidas em vários países, desde os tempos mais remotos.

No Brasil, as três principais culturas produzidas representam 90,7% da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, o arroz, o milho e a soja, sendo responsáveis por 83,1% da área colhida no ano de 2012 (IBGE, 2012). As culturas com maior importância, que são produzidas em todo o território brasileiro é a soja e o milho. No estado do Paraná, a produção agrícola é bem diversificada, no entanto, as duas culturas são as mais produzidas no quesito grãos, com uma produção em toneladas no ano de 2018 de 19.266.672 para a soja e 11.863.627 para o milho (IBGE, 2019). O milho no Paraná é produto com agregação de valor da produção agrícola, pois, o Estado é importante produtor brasileiro de aves, suínos e leite, atividades consumidoras de milho (Martin et al., 2011).

A cultura do milho necessita de temperatura alta, por volta de 24 e 30°C, uma radiação solar elevada e requer disponibilidade de água no solo (Vedovato e Finamore, 2016). Os manejos do solo para o milho e os resultados são bem diferenciados, geralmente o sucesso da produção está ligada com a disponibilidade de nutrientes presentes no solo e as exigências nutricionais (micro e macronutrientes) da cultura. Os micronutrientes são nutrientes essenciais absorvidos em quantidades muito pequenas pelas culturas, sua deficiência pode ter um grande impacto no rendimento, pois eles desempenham funções fisiológicas importantes para a manutenção das plantas (Mallarino et al., 2015). O nitrogênio é um dos macronutrientes que apresenta os efeitos mais espetaculares no aumento da produção de grãos na cultura do milho (Gross et al., 2005), exercendo importante função nos processos bioquímicos da planta, sendo constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (Taiz e Zeiger, 2013).

A disponibilidade de N no solo, para a cultura do milho, é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica e por adubações nitrogenadas (Lopes et al., 2017). As estratégias de adubação devem ser realizadas de acordo com os resultados das análises de solo e as necessidades da planta em diferentes períodos durante o ciclo da cultura, uma vez, que o nitrogênio é facilmente perdido por lixiviação ou volatilização. Portanto, o planejamento da adubação consiste em



manter a quantidade de nitrogênio exigido pela planta e reduzir as perdas, sendo assim as adubações podem ser realizadas em etapas, como no plantio, cobertura e/ou foliar.

No Brasil, a adubação foliar com micronutrientes na cultura do milho tem se intensificado nos últimos anos, tendo contribuído para isso os seguintes fatores: o desenvolvimento de híbridos com elevado potencial produtivo e com maior exigência nutricional; o uso de fórmulas de fertilizantes de alta concentração reduziu a oferta de micronutrientes como impurezas (Vedovato e Finamore, 2016). Determinar as fontes, doses e épocas de aplicação mais adequadas, bem como verificar possíveis efeitos tóxicos às plantas, pela aplicação de produtos contendo micronutrientes, podem auxiliar de sobremaneira no planejamento da adubação. O presente trabalho teve por objetivo avaliar, o desenvolvimento da cultura do milho, sobre a influência da adubação foliar do produto comercial ZEBMAX® fertilizante mineral misto com macro e micronutrientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no período de agosto a novembro de 2018, na área experimental do Colégio Agrícola Estadual de Toledo (CAET - PR), localizado no município de Toledo/PR, com Altitude de 240 m, Latitude Sul 24° 47' 16" e Longitude Oeste 53° 43' 29", na região sul do Brasil. O solo do local conforme dados a seguir mostra que o solo não necessitou de correções com calcário e/ou com uma adubação específica, apresentando as seguintes características: $K = 1,06 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $Ca = 10,81 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $Mg = 2,10 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $P = 49,40 \text{ mg dm}^{-3}$ pelo extrator de mehlich⁻¹; $Al^+ = 0,2 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $H + Al = 3,71 \text{ cmolc dm}^{-3}$; pH em $H_2O = 5,54$ e saturação de bases = 76,06%. Os canteiros (parcelas) tiveram como área de experimentação, 3 m de comprimento com 2,8 m de largura, totalizando 8,4 m², conforme Figura 1.

A semeadura foi realizada no dia 20 de agosto de 2018, o canteiro foi dividido em 5 linhas de milho, variedade DK265 com espaçamento de 0,15 m entre planta e 0,45 entre linhas, deixando 0,5 m de distância entre as bordas do canteiro.



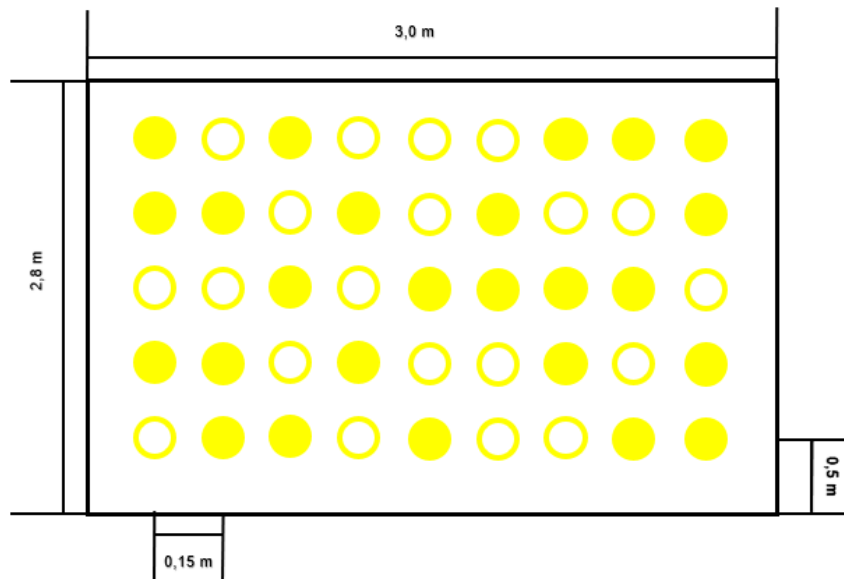


Figura 1: Croqui da área de experimentação, mostrando as plantas de milho não analisadas (●) e as Plantas de milho analisadas (◉).

Utilizou no experimento dois tratamentos em triplicata, com delineamento em blocos/parcelas inteiramente casualizados (BIC), sendo um tratamento referente à aplicação do fertilizante foliar ZEBMAX® (fitoativador composto de macronutrientes e micronutrientes – 20% P; 3% N; 2% Zn; 1% S; 1% Cu; 1% Mn), na dosagem de 5 mL m⁻², e o outro tratamento controle, sem aplicação do fertilizante. A aplicação do fertilizante foi realizada aos 20 dias após a emergência (DAE) das plantas, com o uso de um regador de 5 L.

Para a análise de produtividade, a colheita foi realizada após a umidade dos grãos atingir aproximadamente 13%. Foram colhidas 10 plantas aleatoriamente dentro de cada linha, sempre seguindo o mesmo padrão dentro das parcelas (Ex.: planta 2 da primeira linha de todas as parcelas). Após a colheita manual, as espigas foram debulhadas manualmente e pesadas em uma balança analítica de precisão de 5 casas após a vírgula em gramas. Para o cálculo final de produtividade a umidade dos grãos foi ajustada para 13%.

As médias obtidas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, posterior foi aplicado o teste de Anderson-Darling para verificar se existe distribuição normal e por, aplicado a ANOVA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de solo, as características químicas avaliadas mostraram dentro dos padrões para a cultura do milho, não havendo necessidade de correções.

A adubação foliar com o fitoativador ZEBMAX® realizada 20 DAE das plantas, mostrou eficiente na produtividade final dos grãos na cultura do milho, como mostra a tabela 1, os tratamentos diferiram entre si, onde o fator 1 representa a produtividade média em toneladas/hectare das parcelas que receberam o fertilizante.

Tabela 1. Produtividade final dos grãos na cultura do milho com a utilização do fitoativador ZEBMAX® realizada 20 DAE das plantas.

	Produtividade (kg ha⁻¹)
Tratamento	8.347,7 ^a
Testemunha	7.458,3 ^b
Média	7.903,0
CV (%)	2,27
p-valor	2,86E-9
Teste F	115,76

CV (%): Coeficiente de variação.

Letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 1, demonstra os resultados encontrados na pesquisa, pois as médias dos resultados finais foram diferentes com a aplicação da estatística de Tukey a 5% de probabilidade, com a média no tratamento de 8.347,7^a já na testemunha 7.458,3^b. O coeficiente de variação está dentro da pesquisa, pois com um CV < 10%, Ferreira (2018), destaca que em ensaios com este resultado apresentado, 2,27%, apresenta uma ótima precisão experimental.

Esses dados se assemelham aos encontrados por Munaro e Simonetti (2016), utilizando silicato de potássio via foliar no milho na dosagem de 2,25 L ha⁻¹, teve influência sobre o desenvolvimento inicial da cultura nos parâmetros de raiz, planta inteira e produtividade. Souza et al (2010), usando o mesmo fertilizante foliar obteve resultados satisfatórios na produtividade na dosagem de 2,9 L ha⁻¹.

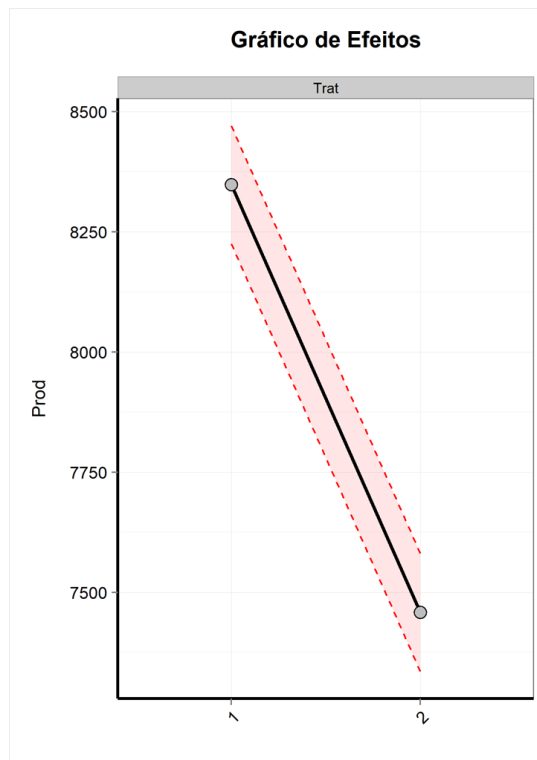


Figura 2: Gráfico dos efeitos individuais sobre o resultado de produtividade do milho ($\alpha=0,05$).

A Figura 2 mostra o gráfico dos efeitos individuais da aplicação do ZEBMAX® na produtividade do milho, onde verificou-se mudanças significativas com a aplicação do fertilizante foliar. Ela mostra que ao aplicar o ZEBMAX® no milho, houve um aumento significativo na produtividade em grãos da cultura.

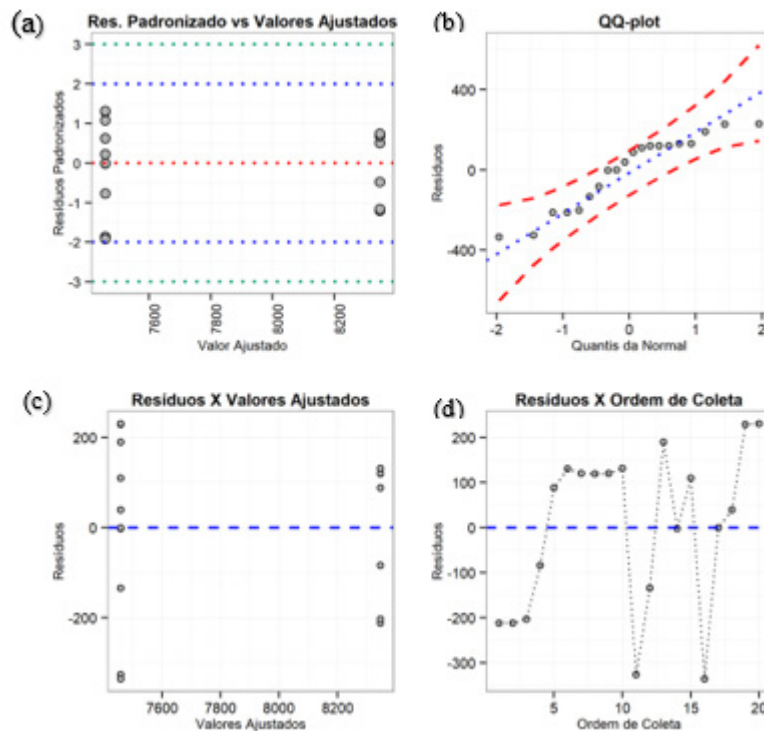


Figura 3: Gráficos de resíduos, sendo o histograma geral (a), o QQ-plot (b), resíduos x valores ajustados (c) e resíduos padronizados versus ordem de coleta (d).

Nos gráficos de resíduos na Figura 3.c observa-se a distribuição aleatória dos resíduos próximos do zero bem como na ordem de coleta dos ensaios na Figura

3.d., o qual teve como parâmetros ± 200 em cada linha. Verifica-se também que no gráfico da probabilidade normal dos resíduos, já na Figura 3.b não há a presença de *outliers* e que os resíduos aderem a uma distribuição normal, com p-valor = 0,15 ($> 0,05$) determinado pelo teste de normalidade de Anderson-Darling (AD), dentro dos parâmetros testados ± 400 . Essas observações quanto aos resíduos na ANOVA satisfazem a premissa da Estatística paramétrica e permite uma análise mais aprofundada dos dados.

No experimento de Vedovato e Finamore (2016), identificaram que a dosagem de 362 kg ha^{-1} de N via foliar apresentou melhor desempenho na cultura, enquanto a dose de 90 kg ha^{-1} de N proporcionou a melhor rentabilidade para a cultura. Nesse experimento, a produtividade por hectare foi o alvo, logo que as observações no desenvolvimento foliar e radicular foi somente visual e registrado por imagem. O tratamento na dosagem de 5 mL m^{-2} mostrou resultados eficiente na produtividade em relação ao tratamento controle.

As plantas do tratamento com o fertilizante apresentaram desenvolvimento foliar e radicular superiores ao tratamento controle, porém as observações foram feitas sem viés paramétricos, uma vez que, não foram mensurados comprimento e largura das folhas e raízes. Nossos resultados corroboram com o estudo realizado por Deuner et al (2008), os quais observaram que a adubação foliar ao nível de 0,5% de ureia proporcionou uma área foliar 33% superior em comparação à aplicação via solo.

4. CONCLUSÃO

O tratamento apresentou maior produtividade, quando comparado ao tratamento-controle.

O fertilizante foliar ZEBMAX® aplicada via foliar, pode contribuir para incremento na produtividade da cultura do milho, aumentando ainda a sanidade geral da planta, pois no mesmo possui diversos macronutrientes e micronutrientes.



Referências

- DEUNER, S.; NASCIMENTO, R.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G.; KERBER, R. S. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p.1359-1365, 2008.
- FOLEY, J. A.; RAMAKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDA, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT, S.; TILMAN, D.; ZAKS, D. P. M. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, California, v. 478, n. 7369, p.337-342, 2011.
- GROSS, M. R.; PINHO, R. G. V.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p.387-393, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 25, n. 02, 2012. 88 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Em janeiro, IBGE prevê alta de 1,9% na safra de grãos de 2019**. Disponível: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23774-em-janeiro-ibge-preve-alta-de-1-9-na-safra-de-graos-de-2019>. Acesso em: 23 de abril de 2019.
- LOPES, É. C. P.; MORAES, A.; LANG, C. R.; SANDINI, I. E.; MÜLLER, M. M. L.; OLIVEIRA, E. B. Estratégias de adubação nitrogenada na cultura do milho em sistemas integrado de produção agropecuária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 16, n. 2, p.161-177, 2017.
- MALLARINO, A. P.; CAMBERATO, J. J.; KAISER, D. E.; LABOSKI, C. A. M.; RUIZ-DIAZ, D. A.; VYN, T. J. Micronutrients fertilization for corn and soybean: a research update. **North Central Extension- Industry Soil Fertility Conference**, Des Moines, Ia, v. 31, n. 45, p.44-57, 2015.
- MARTIN, T. N.; VENTURINI, T.; API, I.; PAGNONCELLI, A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.1-8, 2011.
- MUNARO, M. F.; SIMONETTI, A. P. M. M. Aplicação foliar de silício no milho 2ª safra: influência na produtividade. **Revista Cultivando O Saber**, Cascavel, v. 9, n. 4, p.559-568, 2016.
- SCOLARI, D. D. G. Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. IN: **VISÃO PROGRESSISTA DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**. Brasília, DF: Fundação Milton Campos, 2009.
- SOUSA, J. V.; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; SOUSA, V. B. F.; CARVALHO, P. C.; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p.502-513, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGUER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Porto Alegre: Artmed. 722p., 2013.
- TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS**, Washington, Dc, v. 108, n. 50, p.20260-20264, 2011.
- VEDOVATO, J.; FINAMORE, W. Adubação foliar na cultura do milho safrinha. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra**, Dourados, v. 5, n. 8, p.1-9, 2016.



CAPÍTULO 16

RENDIMENTO PRODUTIVO DA SOJA CULTIVADA ENTRE RENQUES DE EUCALIPTO NO TERCEIRO ANO DE UM SISTEMA ILPF

PRODUCTIVE YIELD OF SOYBEANS GROWN BETWEEN EUCALYPTUS
ROWS IN THE THIRD YEAR OF AN ILPF SYSTEM

Roberto Dias Marinho

Amanda Bonifacio Maciel

André Luiz da Silva Baia

Gisely Cristina da Silva

Ernando Balbinot

Fabiano Gama de Sousa

Rafael Henrique Pereira Reis

Dany Roberta Marques Caldeira

Resumo

No momento atual, com a difusão dos sistemas de ILPF, a soja tem sido avaliada como cultura de elevado potencial para o uso no sistema, pois pode promover o enriquecimento do solo com nitrogênio, favorecendo o crescimento do eucalipto e de culturas subsequentes. A pesquisa teve como objetivo avaliar os componentes produtivos da soja, em um sistema silviagrícola no terceiro ano após a implantação do componente arbóreo. O experimento foi implantado na microrregião de Colorado do Oeste utilizando o delineamento em blocos casualizados com três tratamentos representando diferentes locais em relação às árvores: extremo norte, extremo sul e centro do renque, com nove repetições. A soja foi cultivada entre renques de eucalipto com fileiras duplas e estas espaçadas a uma distância de 26 metros, com plantio no sentido leste/oeste. Os resultados obtidos evidenciaram redução na produtividade, no número de grãos e número de vagens em plantas localizadas no extremo sul. A queda no rendimento foi devido à menor incidência de radiação solar ao longo do dia.

Palavras chave: *Glycine max*, produtividade, integração lavoura-pecuária-floresta

Abstract

At the present time, with the diffusion of ILPF systems, soy has been evaluated as a crop with high potential for use in the system, because it can promote soil enrichment with nitrogen, favoring the growth of eucalyptus and subsequent crops. The research aimed to evaluate the productive components of soy, in a silviagricultural system in the third year after implantation of the tree component. The experiment was implemented in the Colorado do Oeste micro-region using a randomized block design with three treatments representing different locations in relation to the trees: far north, extreme south, and center of the row, with nine repetitions. The soy bean was grown between double rows of eucalyptus rows and spaced at a distance of 26 meters, with planting in the east / west direction. The results obtained showed a reduction in productivity, in the number of grains and number of pods in plants located in the extreme South. The drop in yield was due to the lower incidence of solar radiation throughout the day.

Key-words: *Glycine max*, productivity, crop-livestock-forest integration



1. INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) podem ser avaliados como estratégia que procura alcançar uma produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, as quais ocorrem simultaneamente na mesma área em cultivo consorciado seja em sucessão ou rotação. Estes sistemas buscam, em ação simultânea entre os componentes do agrossistema, proporcionar o ajuste ambiental, a valorização do homem na zona rural e a rentabilidade econômica (BALBINO et al., 2011). As árvores no sistema ILPF oferecem grandes benefícios ambientais, atuando de maneira positiva na conservação do solo, diminuindo as ocorrências de erosões, melhorando a infiltração de água no solo e realizando a fixação de carbono. Adicionalmente, proporcionam benefícios econômicos por meio da extração da madeira, além da produção animal e de grãos.

Tanto o arranjo de eucalipto na composição do sistema, quanto a influência tida pela cultura, é de suma importância uma vez que o sombreamento pode restringir a penetração de luz no sub-bosque, interferindo na incidência da radiação fotossinteticamente ativa, refletindo na fotossíntese (PACIULLO et al., 2011). Se o efeito resultante da competição entre árvores e cultivos agrícolas traduz-se em diferenças na produtividade destes, então existirão diferenças em relação à localização e proximidade com o renque arbóreo, devendo-se, portanto, levar em consideração, também, a distância das linhas do componente florestal e a lavoura.

Em função do exposto, objetivou-se com este trabalho estudar as características agronômicas e rendimento produtivo da soja cultivada entre renques de eucalipto, em um sistema de integração disposto na orientação leste/oeste, no início de seu terceiro ano após a implantação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Referência Tecnológica em ILPF do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Colorado do Oeste, sob coordenadas geográfica 13°07' 39" de latitude Sul e 60°29' 05" de latitude Oeste de Greenwich e 410 m de altitude. O solo da área experimental caracteriza-se como um Argissolo Vermelho Eutrófico típico (SANTOS et al., 2013), com topografia plano-ondulada. A classificação climática, de acordo com Koppen, é do tipo Am, tropical quente e úmido com duas estações bem definidas, período seco e chuvoso (ALVARES et al., 2013). Os dados de precipitação referentes ao período de realização do experimento são demonstrados na figura 1.



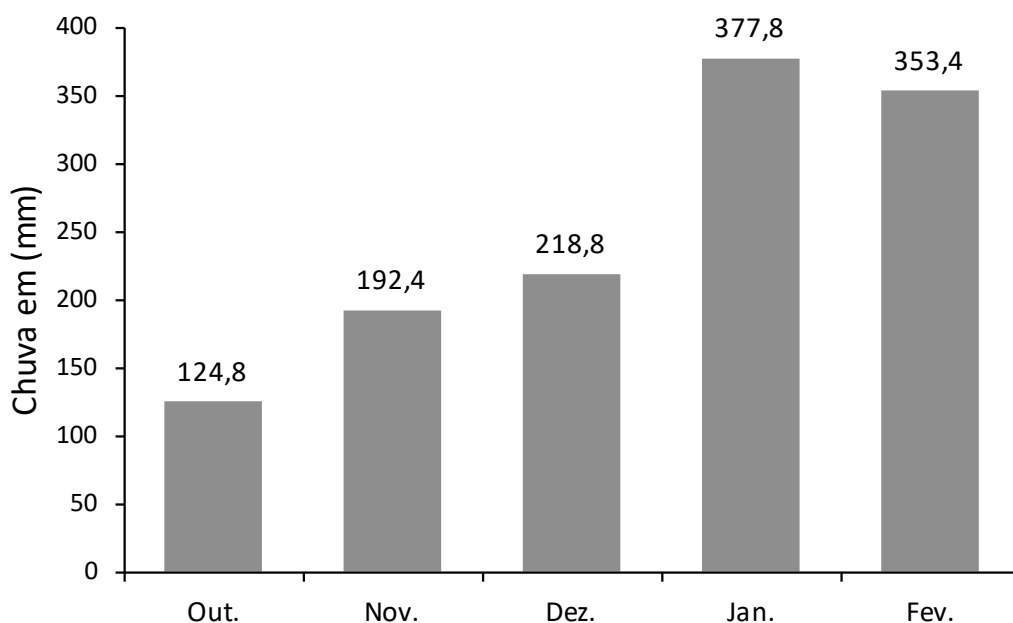


Figura 1 – Precipitação (mm) média mensal em Colorado do Oeste-RO, de outubro de 2017 a fevereiro de 2018. FONTE: Sistema de informações meteorológicas da Agência Nacional de Águas (ANA).

O experimento consistiu na caracterização da fase silviagrícola do sistema ILPF, com a cultura da soja em sistema integrado com eucalipto no terceiro ano após a implantação. Foi realizada a avaliação dos componentes produtivos da soja em função do efeito do sombreamento do eucalipto. A soja foi implantada entre renques de eucalipto, de fileiras duplas, com espaçamento de 3,0 m entre fileiras e 2,0 m entre plantas e distanciados em 26,0 m entre renques, sendo estes implantados na disposição leste/oeste. De acordo com os dados do inventário florestal realizado, o eucalipto apresentava uma altura média de 9,94 m no momento da maturação dos grãos da soja, a qual foi semeada 22 meses após o plantio das mudas do eucalipto.

A instalação do experimento foi realizada na primeira quinzena do mês de novembro, na safra 2017/18, no delineamento experimental em blocos casualizados, onde os tratamentos foram constituídos por três locais de amostragem entre renques de eucalipto, (centro, extremo norte e extremo sul). As avaliações foram realizadas com nove repetições, totalizando 27 unidades experimentais. O espaçamento de plantio da soja foi de 0,45 m, totalizando 50 linhas de soja entre os renques de eucalipto. A densidade populacional na colheita foi de aproximadamente 200.252,5 plantas ha⁻¹.

Na fase de enchimento de grãos foi mensurada a radiação incidente utilizando um Quantum Meter (Modelo MQ-100), em cinco horários (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00), em cada local de amostragem. Na colheita da soja avaliou número de grãos por vagem, número de vagem e número de grãos por planta. Esses dados foram coletados em sete plantas por parcelas. Já a coleta de amostras para determinar a produtividade de grãos (kg ha⁻¹), foi realizada em uma área útil de 4,0 m lineares e submetida a debulha manual, para obtenção do peso dos grãos. Foi determinada a umidade em estufa de circulação de ar a temperatura de 105° C por 24 horas (BRASIL, 2009) e posteriormente a produtividade foi corrigida para

uma umidade de 13%.

Os resultados foram comparados por meio do teste Tukey, utilizando-se o programa SISVAR e adotando-se 5% de probabilidade para erro (FERREIRA, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A radiação solar incidente no cultivo da soja nos extremos norte, sul e no centro do renque (Figura 2), apresentou diferença significativa para os horários 8:00, 10:00, 12:00 e 16:00. Observa-se que às 8:00 horas houve uma maior radiação no centro do renque e a menor radiação foi no extremo sul. Notou-se que às 10:00 e às 12:00 horas ocorreu uma maior incidência de radiação na extremidade norte e no centro do renque. Já às 14:00 horas não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, possivelmente por ser o horário que chega a maior incidência solar na face sul. Por fim, às 16:00 horas, mais uma vez o extremo sul teve uma menor incidência solar que os demais locais de amostragem avaliados.

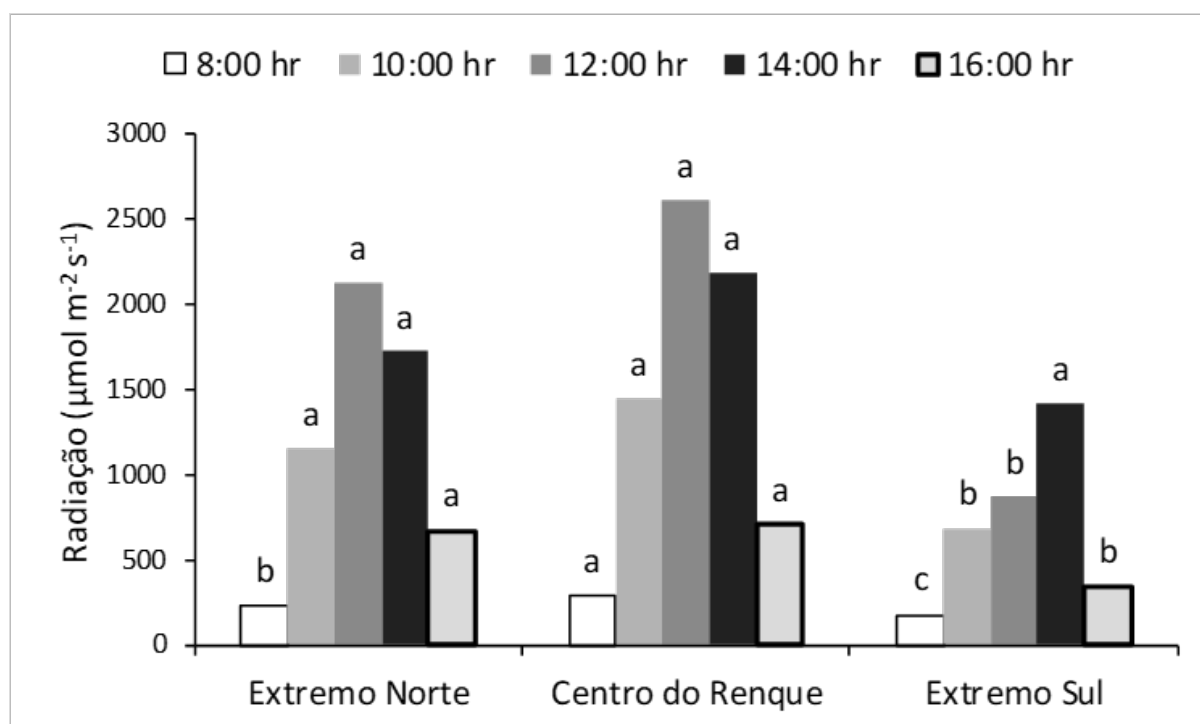


Figura 2 – Radiação Solar incidente na cultura da soja entre renques de eucalipto em diferentes horários do dia (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas) e locais de amostragem (Extremo Norte, Extremo Sul e Centro), em Colorado do Oeste-RO. Letras diferentes, nas comparações entre os tratamentos e dentro de cada horário avaliados, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados avaliados, as menores incidências solares estão voltadas para os pontos da face sul, tanto no início da manhã como no final da tarde. Segundo Paciullo et al. (2011), a aproximação das árvores altera tanto a intensidade quanto a penetração da radiação incidente entre os renques de espécies arbóreas. De acordo com Silva et al. (2010), no solstício de verão no hemisfério sul, o qual vai de 21 de dezembro a 20 de março, o sol nasce a 23 graus ao sul do poente

cardeal leste, cruza o meridiano ao sul do zênite e se põe a 23 graus ao sul do ponto cardeal oeste. Desta forma, a face sul tem a tendência de ser mais sombreada.

O número de vagens e o número de grãos por planta tiveram melhor desempenho no centro do renque (Tabela 1). Portanto, o baixo rendimento destes componentes está relacionado a aproximação do renque de eucalipto, devido a provável competição entre as culturas por nutrientes, água e luz solar, principalmente pela restrição na incidência de radiação solar nas linhas próximas às árvores, uma vez que o experimento foi conduzido em período de alta precipitação (Figura 1) e foram realizados os tratos culturais necessários para todas as culturas.

Tabela 1 – Componente produtivos para a soja cultivada entre renques de eucalipto em diferentes locais de amostragem no terceiro ano de um sistema ILPF em Colorado do Oeste-RO.

Locais de Amostragem	Nº Vagens planta⁻¹	Nº Grãos planta⁻¹	Nº Grãos vagens⁻¹	Produtividade (Kg ha⁻¹)
Norte	35,00 b	71,42 b	2,03	3.483,30 a
Centro	48,11 a	101,58 a	2,11	3.982,65 a
Sul	29,71 b	58,29 b	1,98	2.530,08 b
CV(%)	23,80	22,86	7,43	25,45

Média com letras diferentes diferem entre si pelo teste de teste Tukey à 5% de probabilidade.

Em cultivo de milho em sistemas integrados, Simão et al. (2018) encontrou menor quantidade de grãos na espiga nas linhas próximas dos renques. De acordo com estes autores essa redução no número de grãos por espigas está provavelmente relacionada a menor incidência de radiação solar.

Não houve efeito significativo para número de grãos por vagens entre os tratamentos, resultando na média de 2,04. Almeida et al. (2014), em trabalho experimental em sistemas integrados (ILPF), com plantio arbóreo na orientação norte/sul, observaram que não ocorreu diferença significativa entre os pontos analisados, extremos e meio do renque, para as variáveis número de grãos por vagem e número de grãos por planta.

Ao analisar a produtividade, verificou-se um maior rendimento na posição extremo norte e no centro do renque (Tabela 1). Já as plantas de soja localizadas no extremo sul, apresentaram uma perda de 32,22% em relação à média produtiva entre os locais de amostragem extremo norte e centro, que foi de 3.732,97 Kg ha⁻¹. O extremo sul foi também o local com menor incidência solar durante o dia, de acordo com os horários avaliados (Figura 2), o que é um dos quesitos que justifica os resultados.

Mendes et al. (2013), trabalhando com a cultura do milho em sistemas integrados (ILPF), encontrou redução na produtividade, principalmente nas linhas mais próximas dos renques de árvores e atribuiu essa redução à baixa radiação que incide nos locais próximos das árvores. Para Almeida et al. (2014), em experimento

integrado disposto na orientação norte/sul, a queda na produtividade observada na face leste e no meio do renque estavam relacionadas ao fato de ocorrer menor incidência de radiação solar durante o dia nestes locais. Diel et al. (2014) observaram menor produtividade em plantas de soja localizadas mais próximas do renque de árvores da face sul.

Esses dados apresentados são de suma importância para entender o comportamento da soja consorciada entre renques de eucalipto, pois o seu rendimento vai depender da altura das árvores e também vai variar de acordo com a distância de plantio da soja em relação ao componente arbórea, bem como, da face que está sendo avaliada em relação ao posicionamento do sol.

4. CONCLUSÃO

A soja cultivada entre renques de eucalipto na orientação leste/oeste, no terceiro ano, apresentou maior produtividade no extremo norte e no centro do renque em relação ao extremo sul, local onde teve menor radiação solar ao longo do dia.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Grupo de Pesquisa Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Amazônia Ocidental (INTEGRA) e ao IFRO, Campus Colorado do Oeste.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Acesso a sistemas/Hidroweb – Séries histórica de estações. 2018. Disponível em: < http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf > Acesso em 25 ago. 2018.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C. ET AL. Köppen's climate classification map for Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p. 711-728, 2013.

ALMEIDA, F. L.; et al. Produtividade de soja em diferentes posições entre renques de eucalipto em cultivo consorciado. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.10, n.1, p.33-44, 2014.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130p.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Mapa/acs, 2009. 399 p.

DIEL, D.; et al. Distribuição horizontal e vertical de fósforo em sistemas de cultivos exclusivos de soja e de integração lavoura-pecuária-floresta. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.49, n.8, p.639-647, 2014.



FERREIRA, D. F. Sisvar. Versão 5.6. Lavras: UFLA/DEX, 2015. Disponível em: < <http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em 06 ag. 2018.

MENDES, M. M. S.; et al. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistemas agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1342-1350, 2013.

PACIULLO, D. S. C.; et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1176-1183, 2011.

SANTOS, G.H.; JACOMINE, P.K.; ANJOS, L.H.C. et al. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 3 ed. ver. ampl. Brasília, DF.2013. 353p.

SIMÃO, E. P.; et al. Produção de grãos e forragem da disponibilidade Luminosa em sistema de integração Lavoura-Pecuária. **Floresta. Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.1, p. 111-121, 2018.

SILVA, F. S.; CATELLI, F.; GIOVANNINI, O. Um modelo para o movimento anual do sol a partir de uma perspectiva geocêntrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 7-25, 2010.



CAPÍTULO 17

ELABORAÇÃO E ACEITABILIDADE DE PÃO DE CENOURA ENRIQUECIDO COM FERRO

ELABORATION AND ACCEPTANCE OF ENRICHED CARROT BREAD WITH
IRON

Jessica da Silva Lima
Isabel dos Anjos Meira
Karen Alves Mendanha
Eliane Maria Pinheiro
Vanderson Vasconcelos Dantas

Resumo

A busca por alimentos saudáveis vem crescendo nos últimos anos, motivando o desenvolvimento de novos produtos com propriedades funcionais. O pão é um dos alimentos mais consumidos, constituindo uma importante fonte energética e a cenoura uma raiz rica em betacaroteno e vitaminas que auxiliam na manutenção do organismo. O objetivo do trabalho foi desenvolver pães a base de cenoura com diferentes concentrações de ferro e avaliar sua aceitabilidade. Foram desenvolvidas duas formulações com 3% e 5% de ferro, e os produtos finais submetidos a análise sensorial para verificar o nível de aceitação. Os pães tiveram boa aceitabilidade, com destaque para a formulação contendo 3% de ferro que alcançou o maior nível (90,52%). A utilização da cenoura no desenvolvimento de pães constitui uma alternativa viável para ingestão de nutrientes presente nessa raiz, além disso, a fortificação de alimentos pode contribuir para prevenção de da carência de micronutrientes.

Palavras chave: Panificação, Frutas e Hortalças, Ferro, Analise Sensorial.

Abstract

The search for healthy foods has been growing in recent years, motivating or developing new products with functional properties. Bread is one of the most consumed foods, constituting an important energy source and carrots a root rich in beta carotene and vitamins that help maintain the body. The objective of this work was to develop carrot breads with different iron concentrations and to evaluate their acceptability. Two formulations with 3% and 5% iron were developed, and the final products submitted to sensorial analysis to verify the acceptance level. The breads had good acceptability, especially the formulation containing 3% iron that reached the highest level (90.52%). The use of carrots in bread development is a viable alternative for nutrient ingestion in this root, and food fortification can contribute to the prevention of micronutrient deficiency.

Key-words: Bakery, Fruits and Vegetables, Iron, Sensory Analysis.



1. INTRODUÇÃO

O pão é um alimento fermentado elaborado através do cozimento de uma massa feita com farinha de certos cereais, como o trigo ou a cevada, com água e sal, sendo um dos produtos mais consumidos no mundo, constituindo uma importante fonte energética (Ziglio et al., 2007). Nos últimos anos ocorreu um aumento na busca por alimentos mais saudáveis por grande parte da população. Tal fato deve-se à preocupação dos consumidores com a saúde e bem-estar, procurando inserir na dieta alimentos ricos em fibras, vitaminas e minerais (Gondin et al., 2005; Bernaud; Rodrigues, 2013). De acordo com Alves et al. (2010) trabalhos vem sendo realizados para influenciar as pessoas a terem uma alimentação saudável, por meio do maior consumo de frutas e hortaliças, visto serem excelentes fontes de vitaminas, minerais e fibras dietéticas, podendo atuar no organismo humano reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e atuarem como agentes anticancerígenos

Entre as hortaliças cuja as raízes são consumidas a cenoura é a que apresenta maior valor comercial (Onoyama et al., 2011). Apresenta textura macia e paladar agradável e além do seu consumo in natura é utilizada como matéria-prima em indústrias processadoras de alimentos (Resende; Cordeiro, 2007). Contém grandes quantidade de vitamina A, fibras e carotenídeos que possuem habilidade de prevenir doenças crônicas, devido sua elevada capacidade antioxidante (Watzl et al., 2005).

A nutrição exerce um papel importante na promoção da saúde humana, assim uma alimentação adequada contribui para uma melhor qualidade de vida como um todo. No entanto, várias situações podem impedir que esse objetivo seja alcançado, como os erros e restrições alimentares e o inadequado aproveitamento dos nutrientes (Vellozo; Fisberg, 2010). Desta forma, a fortificação ou enriquecimento de alimentos tem sido utilizado na tentativa de reforçar o valor nutritivo dos alimentos, favorecendo a manutenção ou recuperação da saúde no sentido de prevenção às carências nutricionais (Marques et al., 2010). Considerando o exposto, o trabalho teve como objetivo elaborar pães a partir da massa de cenoura enriquecido com ferro avaliar sua aceitabilidade por maior de teste sensorial.

2. MATERIAL E MÉTODOS



2.1 Elaboração do pães de cenoura enriquecidos com ferro

Foram desenvolvidas duas formulações, uma contendo 3% de ferro e outra e 5%, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1. Formulação do pão de cenoura enriquecido com ferro.

Ingredientes	Amostra 856	Amostra 238
Fermento	30g	30g
Cenoura	2 Unidades	1 unidade
Açúcar	0,018 g	0,018g
Sal	0,014g	0,006g
Leite	1 ^{1/2}	1 ^{1/2}
Ovos	3 unidades	3 unidades
Margarina	0,08g	0,078g
Trigo	500g	500g
Ferro	3%	5%

Fonte: Elaborada pelo autor.

O processamento foi realizado de acordo com fluxograma abaixo (figura 1). Previamente realizou-se a cocção da cenoura a uma temperature de 90 °C por 30 minutos. O processo de fermentação dos pães foi realizado em temperature controlada de 30 °C por 30 minutos utilizando DBO.

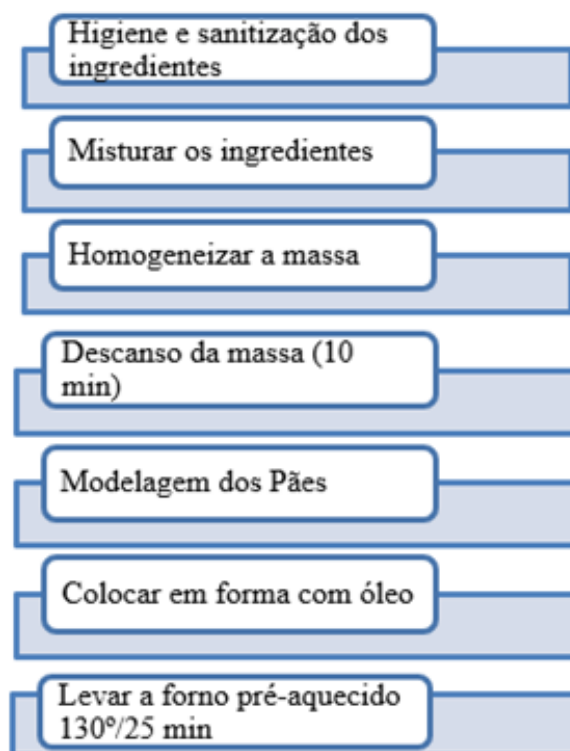


Figura 1 – Fluxograma do processo da elaboração do pão de Cenoura com Ferro.

2.2 Análise Sensorial

O teste sensorial foi realizado no Laboratório de Alimentos da Universidade do Estado do Pará – UEPA, com a participação de 19 provadores não treinados. Foi

aplicado uma ficha com escala hedônica estruturada de nove pontos. variados de "gostei muitíssimo "a" desgostei muitíssimo ", de acordo com o modelo descrito por Dutcosky (2007). As amostras foram servidas de forma igual em pratos descartáveis da cor branca e codificados, sendo avaliados os atributos: cor, aroma, sabor, textura e impressão global.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram a formulação contendo 3% de ferro (amostra 865) foi a que apresentou maior nível de aceitabilidade 90,52%, quando comparada com a amostra 238 (5% de ferro) que obteve X%. As respostas para cada atributo pode ser observado nas figuras 2, 3, 4 e 5.

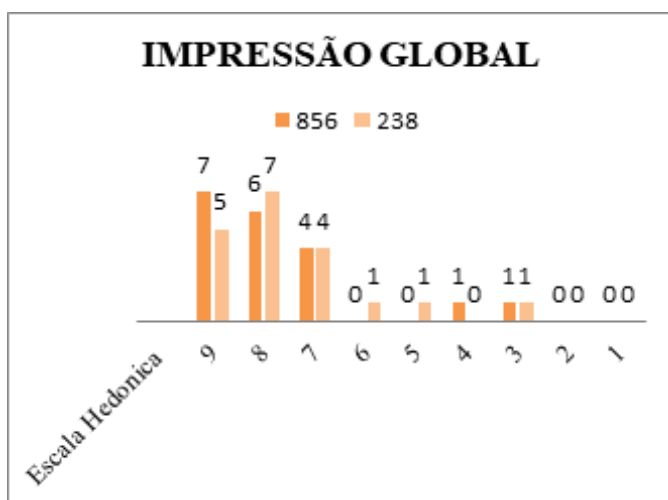


Figura 2- Aceitação em relação à Impressão Global do pão de cenoura enriquecido com ferro.

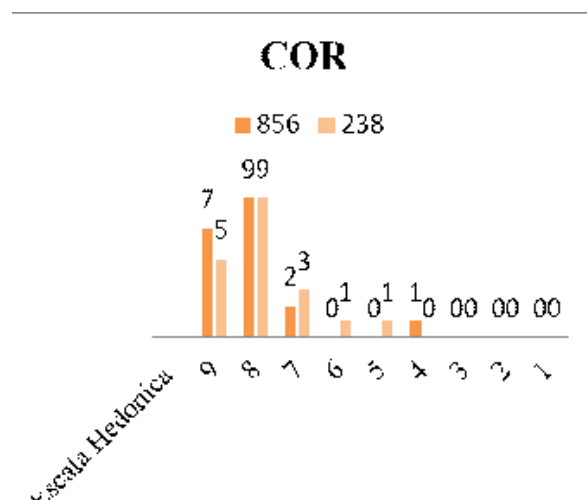


Figura 3- Aceitação em relação à Cor do pão de cenoura enriquecido com ferro.

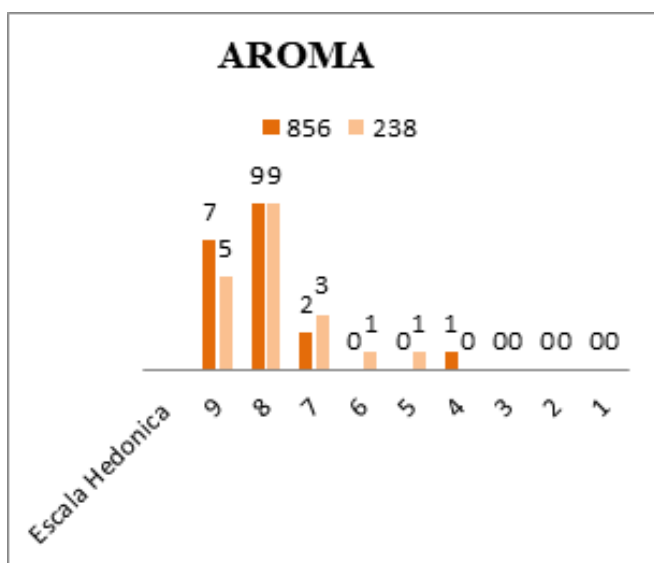


Figura 4 - Aceitação em relação à Aroma do pão de cenoura enriquecido com ferro.

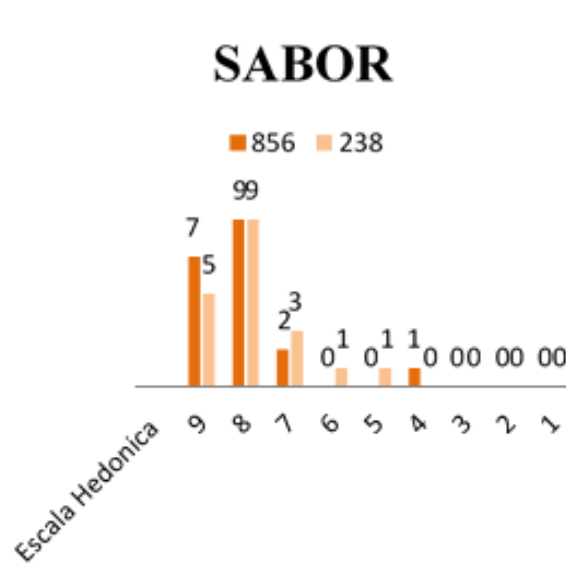


Figura 5 - Aceitação em relação à Sabor do pão de cenoura enriquecido com ferro.

A maior aceitação para amostra 865 pode estar relacionada a menor concen-

tração de ferro. O aumento desse nutriente na amostra 238 pode ter influenciado nas características sensoriais do produto influenciado nas respostas dos consumidores. De acordo com Vellozo e Fisberg (2010) a adição de fortificantes não devem interferir nas características sensoriais do produto (cor, odor e sabor), afim de evitar sua rejeição pelos consumidores.

No entanto, ambos os produtos de modo geral apresentaram bons índices de aceitabilidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2011) que encontraram nível de aceitabilidade de 90% para pães elaborados com soro de leite e Santana (2007) que verificou média de aceitação de 83% para pão elaborado com adição de beterraba. A adição ou substituição de ingrediente na produção de pães pode ser uma alternativa para diversificação de consumos de diferente matérias-primas.

4. CONCLUSÃO

Levando em consideração que para a preparação de um produto é necessário a aceitabilidade do mesmo pelos julgadores, para posteriormente ser disponibilizado para o mercado consumidor, a elaboração do pão de cenoura com adição ferro teve como resultado satisfatório, podendo ser considerado um produto diversificado.

Referências

- ALVES, J. A., VILAS-BOAS, E. V. DE B.; VILAS-BOLAS, B. M., SOUZA E. C. de. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 30(3), 625-634. 2010.
- BERNAUDE, F.S.R.; RODRIGUES, T.C. Fibra alimentar – ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.** v.56, n.6. 2013
- DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cenoura e beterraba**. EMBRAPA Hortaliças. D
- GONDIM, J. A. M., MOURA, M. DE F. V., DANTAS, A. S., MEDEIROS, R. L. S., SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25(4), 825-827. 2005.
- MARQUES, M.F.; MARQUES, M.M.; XAVIER, E.R. Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo. **HU Revista**, v.38, n.1, 2012.
- ONOHAMA SS; SILVA GO; MOITA AW; VIEIRA JV; LOPES CA; SOUZA GS. Principais características da raiz de cenoura na perspectiva de agentes da cadeia produtiva. **Horticultura Brasileira** 29: 387-391. 2011.
- RESENDE,G.M.; CORDEIRO, G.G. **Uso da Água Salina e Condicionador de Solo na Produtividade de Beterraba e Cenoura no Semi-Árido do Submédio São Francisco**. Comunicado Técnico 128. Petrolina, PE. 2007.
- SANTANA, B.F. **Desenvolvimento de novos produtos: pão de forma com polpa de cenoura e de beterraba**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal



de Lavras. 2007.

SILVA, C.A. et al. Utilização do soro do leite na elaboração de pães: estudo da qualidade. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n. Especial, p.355-362, 2011.

VELLOZO, Eliana P.; FISBERG, Mauro. O impacto da fortificação de alimentos na prevenção da deficiência de ferro. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter.**, São Paulo , v. 32, supl. 2, p. 134- 139, June 2010.

WATZL, B.; KULLING, S.E.; MÖSENER, J.; BARTH, S.W. BUB, A. A 4-wk intervention with high intake of carotenoid-rich vegetables and fruit reduces plasma C-reactive protein in healthy, nonsmoking men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 82, p.1052–1058, 2005.

ZIGLIO, B. R., BEZERRA, M. V., BRANCO, I. G., BASTOS, R., RIGO, M. Elaboração de pães com adição de farinha de sabugo de milho. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, 9(1), 115-128. 2007.



CAPÍTULO 18

TEMPERO DESIDRATADO DE COGUMELO SHIITAKE (L. EDODES)

DEHYDRATED SEASONING OF SHIITAKE (L. EDODES) MUSHROOM

Larissa Fontolan Bonatti

Norberto Pelentir

Rafael Rodrigues Silverio Leite

Resumo

O cogumelo shiitake, apesar de conhecido há muito tempo, foi introduzido no Brasil há poucos anos e ocupa a segunda colocação entre os cogumelos comestíveis mais produzidos e consumidos no país. No geral, possuem alta umidade inicial e pelo processo de secagem, procura-se baixar sua umidade para melhor conservação, tornando a armazenagem segura e livre do desenvolvimento de microrganismos por um período prolongado, além de ser uma opção de alimento nutritivo e compacto. O objetivo da pesquisa foi desenvolver um tempero desidratado sabor de cogumelo shiitake, oferecendo inovação ao mercado, visando praticidade e mantendo os benefícios para a saúde. A umidade inicial dos cogumelos foi obtida pelo determinador de umidade de raios infravermelho. As amostras foram preparadas com variáveis na geometria de corte e nas porcentagens de umidade presentes no alimento. Na secagem foi utilizada a estufa à 90°C e o liofilizador. As análises físico químicas foram realizadas por métodos oficiais. Os resultados obtidos nos processos de secagem foram satisfatórios e o processo através do liofilizador pode ser considerado como o melhor por preservar as características do produto de modo particular, porém tem um custo muito elevado. Foi possível concluir que a secagem em estufa do cogumelo com 5% de umidade é a melhor escolha para a realização do tempero, por apresentar textura, aroma e sabor agradáveis e pelo custo acessível do processo. A formulação de tempero escolhido foi a composta por 60% de cogumelos shiitake combinados à diversos condimentos.

Palavras chave: Umidade, Secagem, Inovação.

Abstract

The shiitake mushroom, although known for a long time, was introduced in Brazil a few years ago and ranks second among the most produced and consumed edible mushrooms in the country. In general, they have high initial moisture and due to the drying process, they try to lower their moisture for better preservation, making storage safe and free from development of microorganisms for a prolonged period, besides being a nutritious and compact food option. The objective of the research was to develop a dehydrated spice flavor from shiitake mushroom, offering innovation to the market, aiming at practicality and maintaining the health benefits. The initial moisture of the mushrooms was obtained by the infrared moisture determiner. The samples were prepared with variables in the cutting geometry and the percentages of moisture present in the food. In drying, it was used the drying at 90°C and the lyophilizer. The physical and chemical analyses were performed by official methods. The results obtained in the drying processes were satisfactory and the process through the lyophilizer can be considered as the best because it preserves the characteristics of the product in a particular way, however it has a very high cost. It was possible to conclude that drying the mushroom in an oven with 5% humidity is the best choice for the seasoning, as it has a pleasant texture, aroma, flavor, and affordable cost of the process. The seasoning formulation chosen was composed of 60% shiitake mushrooms combined with various spices.

Key-words: Humidity, Drying, Innovation.



1. INTRODUÇÃO

Shiitake, cujo nome científico é *Lentinula edodes*, é um cogumelo comestível nativo do leste da Ásia. É um fungo aeróbio, decompositor da madeira e encontrado naturalmente nas florestas asiáticas, onde se desenvolve sobre árvores mortas.

O cogumelo shiitake apesar de ser conhecido há aproximadamente 1.000 anos, foi introduzido no Brasil há poucos anos (aproximadamente 20 anos), e neste período relativamente curto, ele ocupa a segunda colocação entre os cogumelos comestíveis mais produzidos e consumidos no Brasil, ficando atrás apenas do champignon. O mesmo fato ocorre com a produção mundial de cogumelos, onde o shiitake ocupa a segunda colocação em termos de produção e consumo (PINDORAMA, 2017).

Sua comercialização é feita, principalmente, na forma processada e, em menor escala, in natura. Os cogumelos são produtos altamente perecíveis. Sofrem escurecimento muito rápido, depreciando o produto em termos comerciais. Portanto, é necessária a utilização de tratamento antes da comercialização, objetivando o prolongamento da vida útil, que consiste na secagem ou no cozimento. Pode ser usado inteiro, em pedaços ou somente com a parte de cima, e comprado fresco, que rende mais, ou desidratado que tem um sabor mais forte (MEDEIROS, 2003).

No geral, os cogumelos comestíveis possuem alta umidade inicial. Durante o processo de secagem, procura-se baixar de maneira significativa sua umidade para melhor conservação, tornando a armazenagem segura e livre do desenvolvimento de microrganismos por um período prolongado. Tal fato, associado à ação de enzimas e reações químicas, provoca no produto uma alteração na cor e textura (MEDEIROS, 2003).

A esse cogumelo se atribui propriedades estimulantes das defesas imunológicas do corpo, principalmente contra agentes bacterianos e virais. Também estão associadas propriedades hepatoprotetoras (proteção do fígado), de diminuição do colesterol e de combate à cárie dentária e à arteriosclerose. O cogumelo shiitake, juntamente com reishi e miitake, está inserido entre os "cogumelos que curam" em um livro escrito por Georges Halpern (2007), um cientista envolvido em pesquisas sobre as propriedades curativas de cogumelos. Este grupo de fungos seriam capazes de ajudar o corpo a agir contra o câncer, inflamações e bactérias. Os mesmos também ajudariam a controlar os sintomas da doença de Alzheimer e a contribuir para a saúde da flora intestinal. Apesar disso, existem contraindicações para o consumo de shiitake à quem sofre de alergia ou que tenha sido submetido a transplante de órgãos (FLORIOS, 2016).

A secagem por radiação infravermelha é mais efetiva e envolve penetração do calor dentro da amostra diminuindo o tempo de secagem em até 1/3 do total. O



método consiste na desidratação utilizando uma lâmpada de radiação infravermelha com 250 a 500 watts, cujo filamento desenvolve uma temperatura próxima a 700° C. O tempo de secagem varia com a amostra. O peso da amostra deve variar entre 2,5 a 10 g dependendo do conteúdo da água. Equipamentos por secagem infravermelha possuem uma balança que fornece a leitura direta do conteúdo de umidade por diferença de peso. Possui a desvantagem de ser também um método lento por poder secar uma amostra de cada vez.

A secagem em estufas é o método mais utilizado em alimentos e se baseia na remoção da água por aquecimento. É um método barato e simples pois necessita apenas de uma estufa, uma balança analítica e cadinhos para colocar as amostras. No entanto a exatidão depende de vários fatores como por exemplo a temperatura de secagem, o tamanho das partículas da amostra, o número e posição das amostras na estufa e a formação de crosta na superfície da amostra, entre outros. As partículas dos alimentos devem ser moídas com espessuras menores possíveis para facilitar a evaporação da água (CECCHI, 2003).

A liofilização ou secagem a frio (freeze dry) é o mais nobre processo de conservação de produtos biológicos conhecido, pois envolve os dois métodos mais confiáveis de conservação, o congelamento e a desidratação. Sem conservantes ou produtos químicos, é o processo mais adequado para preservar células, enzimas, vacinas, vírus, leveduras, soros, derivados sanguíneos, algas, bem como frutas, vegetais, carnes, peixes e alimentos em geral (LIOTOP, 2014).

Analisar alimentos que serão comercializados é uma parte obrigatória no controle sanitário e de qualidade, para verificar a presença de elementos que possam apresentar riscos à saúde humana ou animal. As análises físico químicas de alimentos servem para delimitar as informações nutricionais, dados que obrigatoriamente devem constar nos rótulos dos produtos alimentícios. Esses experimentos envolvem análises da composição química como: teores de proteínas, carboidratos, fibras, lipídios e sódio; análise física, verificação de texturas, viscosidades e ingredientes; determinação de valores energéticos, vitaminas e minerais; análise da umidade; verificação da contaminação por metais (qual tipo de metal está presente, assim como a quantidade), resíduos de agrotóxicos e microtoxinas.

Saber a quantidade exata de nutrientes e características dos alimentos faz parte do comportamento do consumidor atual, que está acostumado a avaliar esses aspectos para sua tomada de decisão. Oferecer as informações corretas não é somente seguir a lei, mas também entregar o melhor produto para o consumidor. As análises de alimentos realizam também uma importante função sanitária, visando identificar riscos que possam afetar a saúde humana ou animal (HIDROLABOR. Lei 9610 de 19/02/1998).

O alimento desidratado é nutritivo (com a perda da água, o valor nutricional do produto concentra-se), leve, compacto, fácil de transportar, além de manter o sabor inalterado, uma vez que é praticamente impossível a proliferação de micror-



ganismos onde não há água nem oxigênio. As virtudes terapêuticas das especiarias são exaltadas desde tempos muito recuados, tendo sido utilizadas pelos médicos e físicos para curar todo o tipo de doenças (NÁDIA; RICARDO, 2009).

Temperos são as denominações dadas aos conjuntos de condimentos, os quais são usados para realçar o gosto da preparação, sua simples presença pode modificar o sabor da comida (LISBOA, 2017).

Para maiores esclarecimentos quanto aos efeitos adversos das espécies comestíveis são necessários mais estudos, pois os estudos existentes não demonstram haver toxicidade significativa com o uso dos cogumelos nas doses recomendadas. Na literatura, é possível encontrar, entretanto, alguns relatos de hipersensibilidade. Foi avaliada a toxicidade do extrato obtido a partir do micélio do cogumelo *Lentinula edodes* em ratos da espécie Wistar, com doses diárias de 2 g/kg durante 28 dias. Os autores observaram que não ocorreram mortes ou mudanças de comportamento dos animais. Porém, foram reduzidos o peso corporal e o consumo de alimentos, em particular no caso de ratos do sexo masculino, embora o grau de diminuição não tenha sido tão proeminente no final da administração. Nenhum efeito toxicológico significativo foi observado nos exames de hematologia, bioquímica sérica, peso dos órgãos absolutos e relativos, autópsia e histopatologia. Consequentemente, o nível sem efeitos adversos observados para o cogumelo *L. edodes* foi considerado como mais de 2.000 mg/kg/dia nas condições do presente estudo (YOSHKODA et al. 2010).

O objetivo desse estudo foi analisar o método de secagem ideal a ser aplicado no cogumelo shiitake para sua produção em larga escala, presando por manter suas propriedades nutricionais e características sensoriais, para então desenvolver um tempero inovador para o mercado.

2. METODOLOGIA

2.1 Preparação das amostras de cogumelo

Inicialmente foram separadas amostras de cogumelo fresco em triplicada e avaliada a umidade por meio do determinador de umidade Shimadzu® modelo: MOC63u, próprio para determinação de umidade (raios infravermelho), conforme metodologia proposta pela A.O.A.C (2016). Em seguida, de acordo com a média dos valores encontrados, foi calculado o peso referente a 5% e 15% de umidade presente na amostra.

Posteriormente os cogumelos frescos foram selecionados por tamanho e espessura, visando homogeneizar as amostras dos inteiros, e as amostras dos fatiados foram cortadas com espessura de 0,5 cm por fatia, baseando-se nas formas comuns de apresentação do produto no mercado. Ambos foram pesados em balan-



ça semi-analítica modelo: Shimadzu® BL3200H.

As placas de Petri e as travessas de vidro limpas, secas e numeradas foram taradas por meio da estufa regulada a 105°C até peso constante, isto é, quanto duas pesagens consecutivas forem reproduzidas, e resfriadas em dessecador. Em seguida os cogumelos inteiros foram distribuídos aleatoriamente nas placas de Petri e os fatiados nas badejas.



Figura 1 – Cogumelos frescos inteiros distribuídos nas placas de Petri
Fonte: Fotos do autor (2019)

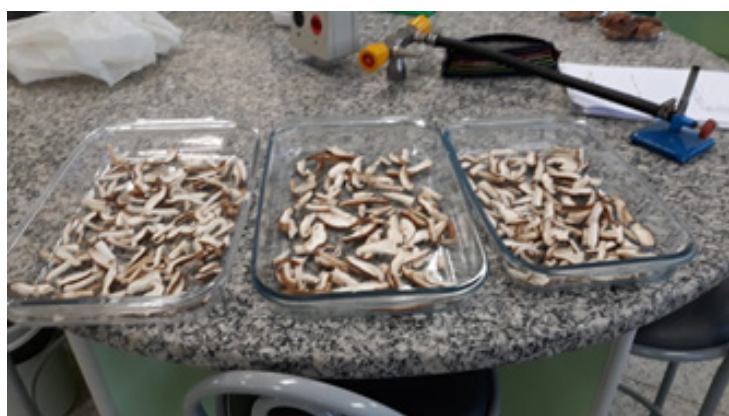


Figura 2 – Cogumelos frescos fatiados distribuídos nas travessas de vidro
Fonte: Fotos do autor (2019)

2.2 Secagem do cogumelo

O primeiro método escolhido para realizar a desidratação dos cogumelos foi o de secagem pela estufa. As secagens foram realizadas no Laboratório de Alimentos da Universidade de Sorocaba localizado no Apoio 3 do campus Cidade Universitária da Universidade de Sorocaba.

Os tratamentos da etapa de secagem foram executados em estufa modelo Fanem® 520 à 90°C e baseados nas variáveis: geometria de corte dos cogumelos (inteiros e fatiados) e umidade final dos cogumelos secos (15% e 5%).

Iniciado o procedimento, foram feitos registros da massa no início do proces-

so e a cada 30 minutos de secagem até chegar ao peso correspondente a 15% de umidade. Após a finalização e resfriamento no dessecador, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos herméticos. O processo foi repetido, porém agora até chegar ao peso correspondente a 5% de umidade. Após finalização e resfriamento no dessecador, as amostras também foram armazenadas em sacos plásticos herméticos.

Para esse processo ser realizado na indústria o método mais adequado é por meio do secador de bandeja. Esse equipamento faz parte de importantes tipos de secadores chamados convectivos, que são equipamentos que utilizam o ar como fluido para a transferência de calor de um lugar para outro. É o representante mais comum dentre os secadores em batelada, processo onde o equipamento funciona por determinado período de tempo com produto, para depois ser esvaziado e reabastecido e na sequência reiniciar o processo (TOWLER, 2008). Além da sua versatilidade funcional, seus ciclos de secagem, tempo necessário para desidratar o material presente na bandeja do equipamento, são extremamente flexíveis onde o tempo, a temperatura e o volume de ar podem ser ajustados para atender as especificações precisas de produto. Sua principal característica é a sua simplicidade de construção, operação e pelo baixo custo de manutenção (FOUST, 1982).

O segundo método escolhido para realizar a desidratação dos cogumelos foi por meio de liofilizador modelo ModulyOD da marca Thermo Fisher, o processo foi realizado no laboratório de Pesquisa em Neurofarmacologia e Multidisciplinar (La-PeNM) localizado no Apoio 2 do campus Cidade Universitária da Universidade de Sorocaba.

As amostras de cogumelo foram preparadas em diferentes geometrias de corte (moído, fatiado e inteiro) e foram armazenadas em biofreezer à -80°C antes da realização do processo.

O passo prévio a liofilização é o congelamento dos alimentos, a fim de transformar as soluções aquosas dos alimentos em uma mistura de duas fases sendo uma constituída por cristais de gelo e a outra pela solução concentrada dos solutos. O congelamento pode ser realizado a parte ou no próprio recinto do liofilizador. Ao liofilizar, se houver a formação de cristais de gelo grandes, com geração de uma rede cristalina, tem-se uma boa estrutura porosa, que facilitará o escape de vapor d'água durante a liofilização, bem como a entrada da água em sua posterior reidratação. Ao longo da secagem por liofilização distinguem-se duas etapas: desidratação primária, onde ocorre a maior retirada do conteúdo de água e secundária, que visa retirar uma certa quantia da água ligada (RODRIGUES, 2011).

Apesar de seu uso extenso, muitos equívocos ainda cercam o processo, inclusive a convicção de que a liofilização é uma técnica simples que pode ser aplicada a qualquer produto que requer secagem. Além disso, muitas considerações tratam o processo como uma arte ao invés de uma ciência. Cada produto tem suas particularidades e, portanto, cada ciclo de liofilização é único (AYROSA, 2011).



2.3 Análises físico-químicas

Os métodos utilizados para executar as análises físico químicas foram alguns métodos considerados oficiais por estabelecerem e aplicarem procedimentos que possuem a garantia de serem válidos para os fins desejados (TOBARUELA, 2003). O procedimento foi realizado na empresa Adimax Pet Indústria e Comércio de Alimentos Ltda localizada no município de Salto de Pirapora/SP. Os métodos oficiais utilizados foram:

Umidade → AOAC Official Method 934.01

Proteína → INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 44-45

Matéria Mineral (cinzas) → AOAC Official Method 942.05

Extrato etéreo (gordura) → U.K. Feeding Stuffs (Sampling and Analysis) Regulations. The Determination of oil in feeding stuffs nº1119.1982, appendix I. p. 9-11

Fibra → AOAC Official Method 962.09

2.4 Elaboração do tempero

A formulação do tempero foi baseada no resultado da combinação dos seguintes ingredientes: pimenta do reino preta, alecrim, sal grosso, cebola desidratada e alho desidratado combinados ao cogumelo shiitake para resultar em 100g de tempero. A proporção de cada ingrediente foi determinada através de testes preliminares por meio de três formulações diferentes, variando a proporção de cogumelos entre 70, 60 e 50% e conseqüentemente os demais ingredientes. O conjunto de ingredientes foi triturado, cortado e misturado em liquidificador PHILIPS WALITA Linha Daily ProBlend 4, visando promover a homogeneização das amostras e, em seguida, armazenados em embalagens hermeticamente fechadas, e conservadas à temperatura ambiente.



Figura 3 – Aspecto visual das formulações do tempero com 100g cada.
Fonte: Fotos do autor (2019)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Preparação das amostras de cogumelo

A determinação de umidade do cogumelo foi realizada com amostras de 5g cada, as quais apresentaram resultados bem próximos em questão de tempo e porcentagem de umidade.

Amostra	Peso da amostra seca (g)	Tempo	Umidade (%)
1	5,03	55:06	94,31
2	5,13	54:57	94,57
3	5,11	1:03:01	91,26

Tabela 1 – Determinação de umidade
Fonte: Dados do autor (2019)

Com esse resultado foi possível calcular o peso correspondente às porcentagens de umidade desejadas em 100g do cogumelo por meio da regra de três, resultando em 16,06g para 15% de umidade e 5,35g para 5% de umidade.

3.2 Secagem do cogumelo

Os testes realizados na estufa em temperatura de 90°C com diferentes geometrias de corte (inteiros e fatiados) e umidade final (5% e 15%) foram avaliados de acordo com a análise sensorial, nutricional e se o mesmo se apresenta favorável para produções em grande escala.

As amostras dos cogumelos inteiros levaram 4 horas e 15 minutos na estufa à 90°C para chegarem no peso correspondente a 15% de umidade, o que nos mostrou uma diferença considerável comparado com o tempo de 2 horas e 40 minutos

que os fatiados levaram para chegar no mesmo. Os inteiros demonstraram uma constância na perda de peso do início ao fim das medições enquanto os fatiados apresentaram uma maior perda na primeira hora e depois também mantiveram constância, o que demonstra a importância da superfície de contato em relação à velocidade de secagem.

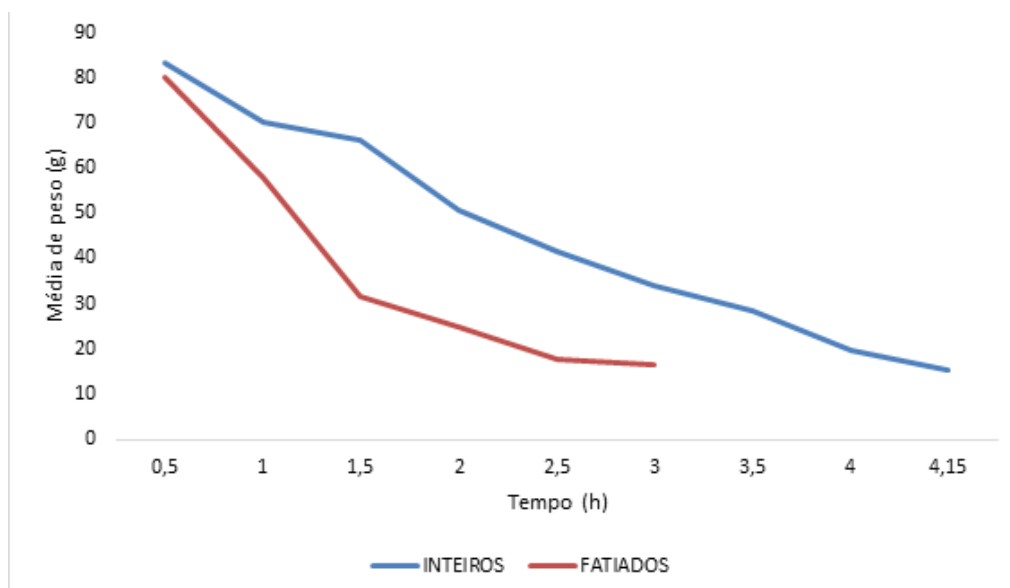


Gráfico 1 – Desidratação à 90°C até 15% de umidade
Fonte: Dados do autor (2019)

Já as outras amostras do cogumelo inteiro chegaram próximo ao peso correspondente a 5% de umidade no tempo de 12 horas e 30 minutos, apresentando diminuição na velocidade da perda de peso a partir de 6 horas do início da secagem, enquanto os fatiados se aproximaram do peso em 11 horas e 30 minutos, apresentando diminuição na velocidade da perda de peso a partir de 2 horas e 30 minutos do início da secagem, além de que em algumas medições pode ser notado que o peso voltou a subir e logo após diminuiu outra vez, provavelmente por incorporar água novamente durante os intervalos de tempo em que foram realizadas as pesagens.

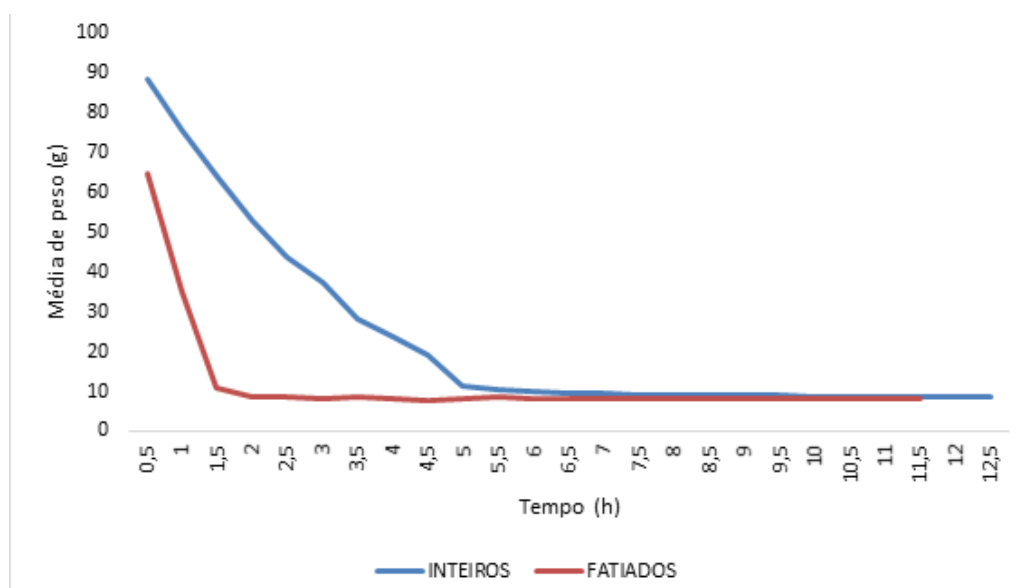


Gráfico 2 – Desidratação à 90°C até 5% de umidade
Fonte: Dados do autor (2019)

No geral, o processo de secagem obteve bons resultados, apenas as amostras de cogumelos com 15% de umidade é que não demonstraram resultados satisfatórios, as quais sofreram deterioração em aproximadamente duas semanas mesmo sendo armazenados em sacos plásticos à vácuo e mantidos em local fresco ao término da secagem.

Os cogumelos fatiados realizaram a desidratação mais rapidamente que os inteiros e quanto menor a umidade, mais lento se tornou o processo de secagem. As amostras dos cogumelos com 5% de umidade foram finalizadas um pouco antes do peso exato correspondente a essa porcentagem, pois o processo é mais lento do que o esperado, tanto para os inteiros quanto para os fatiados.



Figura 4 – Cogumelos inteiros e fatiados após a secagem
Fonte: Fotos do autor (2019)

O processo de liofilização, assim como a secagem na estufa, foi avaliado de acordo com sua análise sensorial, nutricional e se o mesmo se apresenta favorável para produções em grande escala.

Os alimentos que passam pelo processo de liofilização apresentam alta retenção das características sensoriais e qualidade nutricional, apresentam uma vida de prateleira maior quando corretamente embalados, dependendo do alimento é possível a permanência em temperatura ambiente. Os compostos aromáticos voláteis não são absorvidos pelo vapor d'água e ficam presos na matriz do alimento, sendo possível uma retenção de 80 a 100 % do aroma do alimento. Ainda, possibilitam maior facilidade no transporte, devido à leveza e por não necessitarem de refrigeração, acarretando um menor custo no transporte (EVANGELISTA, 2005).

De acordo com os dados obtidos, pode ser considerado como o melhor método para ser realizada a secagem por preservar as características do produto de modo particular, o que nem sempre acontece nas demais técnicas e também por sua textura e cor agradáveis, mesmo após a moagem.

Os resultados obtidos no processo de secagem do cogumelo pelo processo de liofilização ficaram de acordo com o experimento realizado por MARTÍNEZ-SOTO *et al.* (2001), onde observaram que os cogumelos liofilizados apresentaram cor mais próxima à dos cogumelos "in natura" do que os cogumelos secos por ar quente ou a vácuo. Porém, o aroma e o sabor dos cogumelos secos por ar quente foram estatisticamente semelhantes aos apresentados pelos cogumelos liofilizados.

Porém existem desvantagens que não o tornam viável para nosso projeto, como o equipamento de custo muito elevado e o tempo lento de processo, que pode demorar até 48 horas, dependendo do tamanho do lote e das unidades a serem liofilizadas, aumentando o custo energético (2 a 3 vezes mais que em outros métodos de secagem) (MUNDO EDUCAÇÃO, 2011).



Figura 5 – Cogumelo liofilizado depois de moído e homogeneizado em liquidificados
Fonte: Fotos do autor (2019)

3.3 Análises físico-químicas

De acordo com os processos realizados por meio dos métodos oficiais citados obtivemos o resultado das amostras dos cogumelos inteiros e fatiados in natura, com 15% de umidade, com 5% de umidade e liofilizado.

Propriedade Nutricional	Quantidade presente (%)
Umidade	87,93
Proteínas	2,73
Material Mineral	0,64
Extrato etéreo	0,05
Fibra	1,22

Tabela 2 – Análise dos cogumelos in natura
Fonte: Dados do autor (2019)

Propriedade Nutricional	Quantidade presente (%)
Umidade	15,37
Proteínas	17,37
Material Mineral	4,85
Extrato etéreo	0,10
Fibra	10,41

Tabela 3 – Análise de cogumelos com 15% de umidade
Fonte: Dados do autor (2019)

Propriedade Nutricional	Quantidade presente (%)
Umidade	5,39
Proteínas	12,70
Material Mineral	4,86
Extrato etéreo	0,14
Fibra	34,40

Tabela 4 – Análise dos cogumelos com 5% de umidade
Fonte: Dados do autor (2019)

Propriedade Nutricional	Quantidade presente (%)
Umidade	11,22
Proteínas	24,27
Material Mineral	6,44
Extrato etéreo	1,20
Fibra	10,32

Tabela 5 – Análise dos cogumelos liofilizados
Fonte: Dados do autor (2019)

Por meio dos dados adquiridos nas análises foi possível observar, primeiramente, que o cogumelo shiitake possui um teor de umidade elevado.

Para as propriedades nutricionais não é possível estabelecer um padrão sobre o que ocorre com as mesmas durante o processo de secagem, considerando que nos cogumelos in natura em que foram realizadas as análises físico-químicas, essas propriedades estão mais presentes nos cogumelos com porcentagens menores de umidade do que nos cogumelos com menor presença de umidade, ao contrário do esperado, provavelmente por uma diferença de lote ou característica divergente do próprio cogumelo analisado. Contudo, o cogumelo que apresentou melhores propriedades nutricionais após o processo de secagem foi o liofilizado.

3.4 Elaboração do tempero

Foram apresentadas duas receitas com cada formulação proposta, na primeira foi utilizado apenas o tempero desenvolvido e na segunda a soma do mesmo com o tempero caseiro da gastrônoma voluntária Cecília Migliorini, o qual é composto por alho e cebola in natura homogeneizados com óleo.

Após as análises sensoriais, realizadas pelo Método Sensorial Afetivo (que avalia a aceitação e preferência dos consumidores em relação ao produto), foi possível concluir que nas formulações em que foram utilizadas apenas o tempero desenvolvido, o sabor do shiitake se mostrou mais presente, descartando assim as outras amostras, já que nosso foco principal é o cogumelo.

Entre as formulações restantes, foi possível perceber que na amostra 1 o sabor estava muito sutil e a quantidade de sal não foi suficientemente adequada, na amostra 3 a presença dos ingredientes se tornou exagerada com destaque para a pimenta do reino preta, considerada agradável apenas por aqueles que apreciam a presença forte da mesma, enquanto que na amostra 2 os ingredientes se mostraram na medida ideal, nos possibilitando apreciar o gosto singular do cogumelo utilizado com um toque agradável de todos os ingredientes presentes.

Os testes para escolher a formulação a ser utilizada foram realizados em arroz orgânico e analisados sensorialmente.



Figura 6 – Testes de todas as formulações realizadas no arroz orgânico
Fonte: Fotos do autor (2019)

3.5 Embalagem

Os materiais de embalagens têm sido selecionados no sentido de ter mínima interação com o alimento que acondicionam, constituindo assim barreiras inertes. No sentido convencional, a escolha de qual tipo de embalagem aplicar ao alimento, dependerá da capacidade de aumentar a segurança do alimento de acordo com os seguintes mecanismos: barreiras às contaminações (microbiológicas e químicas) e prevenção de migração de seus próprios componentes para o alimento (KIHARA, 2012).

A embalagem selecionada para o produto foi um pote de vidro redondo com a tampa de plástico na cor branca. As especificações do pote são: 4,8 cm altura sem a tampa/ 5,2 cm com a tampa, 5,5 cm largura e capacidade de 60mL.



Figura 7 – Pote de vidro redondo com a tampa plástica na cor branca
Fonte: Fotos do autor (2019)

3.6 Rótulo

O nome selecionado para o produto foi Mush Smell, visto que a palavra inglesa mushroom significa cogumelo e smell significa cheiro/odor, adquirindo uma sonoridade agradável.

FABRICADO EM: 27/05/2019	INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
	Porção de 5g (1 colher de chá)		
APÓS ABERTO CONSUMIR EM ATÉ 120 DIAS SOB REFRIGERAÇÃO.	Valor Energético	71 Kcal = 296 KJ	3
	Carboidratos	2,7 g	0
	Proteínas	3,2 g	4
	Fibra Alimentar	3,4 g	14
	Sódio	2008 mg	84
	Cálcio	187 mg	23
	Ferro	14,7 mg	105
PRODUZIDO POR:	Não contém quantidades significativas de Gorduras Totais, Gorduras Saturadas e Gorduras Trans.		
	*% Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 Kcal ou 8.400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das suas necessidades energéticas.		

MUSH SMELL
TEMPERO SABOR COGUMELO SHIITAKE

PESO LÍQ.: 25G

VALIDADE: 6 MESES

INGREDIENTES: COGUMELO SHIITAKE DESIDRATADO, ALECRIM, ALHO DESIDRATADO, CEBOLA DESIDRATADA, PIMENTA DO REINO E SAL GROSSO. NÃO CONTEM GLÚTEN.

O nome selecionado para o produto foi Mush Smell, visto que a palavra inglesa mushroom significa cogumelo e smell significa cheiro/odor, adquirindo uma sonoridade agradável.

De acordo com a PORTARIA Nº 27, de 13 de JANEIRO DE 1998 (MINISTÉRIO DA SAÚDE) o termo "HIGH", RICO, ALTO TEOR ou ALTO CONTEÚDO pode ser utilizado quando for cumprido o atributo mínimo de 30% da IDR de referência por 100g.

Na Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 ementa não oficial: O "REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE A INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) DE PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS" é possível encontrar a IDR de ferro como 14mg.

Através dos dados presentes na legislação e nas tabelas de informações nutricionais utilizadas foi possível calcular o correspondente a 30% da IDR de ferro e concluir que o produto final, o qual contém 55,62mg por 100g, pode ser denominado com alto teor do mineral.

4. CONCLUSÃO

A secagem em estufa do cogumelo com 5% de umidade foi a escolhida para a realização do tempero por apresentar textura, aroma e sabor agradáveis e pelo processo ter um custo acessível, não excluindo a possibilidade do mesmo ser feito com os cogumelos liofilizados, a qual se mostra eficiente, mas de mais difícil acesso em empresas que já não utilizam o liofilizador para outras finalidades.

Nas análises sensoriais realizadas com as três formulações de tempero testadas, a escolhida foi a formulação de número 2 (dois), a qual é composta por 60% de cogumelos shiitake combinados com pimenta do reino preta, alecrim, sal grosso, cebola desidratada e alho desidratado.

Para o produto final a quantidade estabelecida de tempero por embalagem foi de 25g, podendo assim ser considerado um produto Gourmet. A palavra Gourmet se refere a um **estilo** de culinária mais elaborada e requintada que atende as exigências de gostos de consumidores mais exigentes quanto à aparência e qualidade de pratos ou bebidas. Muitas vezes são produtos fabricados em quantidades limitadas ou com características exclusivas. Portanto, a beleza e apresentação é tão importante quanto seu sabor (SIGNIFICADOS BR, 2019).



Figura 8 – Produto final
Fonte: Fotos do autor (2019)

Referências

- AYROSA, A. M. I. B. **Liofilização Ciência ou Arte?** Disponível em: <http://www.faap.br/revista_faap/engenharia>. Acesso em: 20/06/2019
- AVILA, J. F. G. de. **Manual do secador de bandejas**, 2010. Disponível em: Acesso 5 mar. 2015.
- CECCHI, H. M.; **Métodos de determinação de umidade por secagem**, 2003. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/bromatologia/umidade/metodos_secagem.php>. Acesso em: 03/11/2018
- DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DE SAÚDE. Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo. **Relatório Básico: Condimento, alecrim, seco**. Disponível em: < <https://tabnut.dis.epm.br/alimento/02036/condimento-alecrim-seco>>. Acesso em: 27/06/2019

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DE SAÚDE. Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo. **Relatório Básico: Condimento, alho em pó.** Disponível em: < <https://tabnut.dis.epm.br/index.php/alimento/02020/condimento-alho-em-po>>. Acesso em: 27/06/2019

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DE SAÚDE. Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo. **Relatório Básico: Condimento, pimenta do reino.** Disponível em: < <https://tabnut.dis.epm.br/index.php/alimento/02030/condimento-pimenta-do-reino>>. Acesso em: 27/06/2019

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DE SAÚDE. Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo. **Relatório Básico: Cogumelo, shiitake, seco.** Disponível em: <<https://tabnut.dis.epm.br/alimento/11268/cogumelo-shiitake-seco>>. Acesso em 27/06/2019

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos.** 2ed. São Paulo: Atheneu, 284 2005. 652p.

FLORIOS, Daia; **Shiitake:** propriedade, usos e contraindicações. Disponível em:<<https://www.greenme.com.br/alimentar-se/alimentacao/2775-shiitake-propriedades-usos-e-contraindicacoes>>. Acesso em: 15/10/2018

FOUST, A. S. et al. **Princípios das Operações Unitárias.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1982.

HALPERN, M. G. **Healing Mushrooms: Effective Treatments for Today's Illnesses.** From Book Depository International (London, United Kingdom), 2007.

HIDROLABOR. Presidência da República - Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Análises físico químicas de alimentos.** Disponível em: < <https://www.hidrolabor.com.br/analises-fisico-quimicas-alimentos>> Acesso em: 29/01/2019

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 44-45. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf> Acesso em: 20/01/2019

ORSINE, J. V. C.; BRITO, L. M.; NOVAES, M. R. C. G.; **Cogumelos comestíveis: uso, conservação, características nutricionais e farmacológicas.** Revista HCPA. 2012; 32(4):452-460.

KIHARA, J. T. F.; **Embalagens plásticas e flexíveis e filmes celulósicos microbianos na conservação do tofu,** Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7697/1/PG_COALM_2012_1_13.pdf/. Acesso em: 01/06/2019

LIOTOP; **O que é Liofilização.** Disponível em:<<http://www.liotop.com.br/o-que-e-liofilizacao/>> Acesso em: 03/11/2018

LISBOA, Paola; **Tempero ou condimento: você sabe a diferença?** Disponível em:< https://www.conquistesuavida.com.br/noticia/tempero-ou-condimento-voce-sabe-a-diferenca-conheca-mais-sobre-as-especiarias_a3583/1>. Acesso em: 07/12/2018

MARTÍNEZ-SOTO, G.; OCAÑÁ-CAMACHO, R.; PAREDES-LÓPEZ. Effect of pretreatment and drying on the quality of oyster mushroom (*Pleurotus osteratus*). **Drying Technology**, v. 19, 661-672, 2001. Acesso em: 24/07/2019

MUNDO EDUCAÇÃO. **Liofilização: Alimentos desidratados.** Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/liofilizacao-alimentos-desidratados.htm>>. Acesso em: 20/06/2019

NÁDIA; RICARDO; **As vantagens dos alimentos desidratados.** Disponível em:< <https://temperoseespeciarias.blogspot.com/2009/02/as-vantagens-dos-alimentos-desidratados.html>>. Acesso em: 07/12/2018

NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação; UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO.** 4ª Edição ampliada e revisada. Disponível em: < http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 27/06/2019

O3 DESIGN. **A importância da embalagem. O design agregando valor.** Disponível em:< <https://o3design.com.br/a-importancia-da-embalagem>>. Acesso em 24/06/2019



PINTORAMA; **Viabilidade econômica do cultivo de shiitake em diferentes escalas de produção**; 2017. Disponível em: <<http://pindorama.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Produ%C3%A7%C3%A3o-de-shitake.pdf>>. Acesso em: 17/09/18

MINISTÉRIO DA SAÚDE – SECRETARIA DE VIGILANCIA SANITÁRIA. **PORTARIA Nº 27, DE PORTARIA Nº 27, DE 13 DE JANEIRO DE 1998**. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0027_13_01_1998.html>. Acesso em: 01/07/2019

PUHL, Janice; **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentos1/objetos/veg_desidratados/secagem_liofiliza%C3%A7%C3%A3o.html>. Acesso em: 15/10/2018

Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **O “REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE A INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) DE PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS”**. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 23 de setembro de 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3>. Acesso em 01/07/2019.

RODRIGUES, I. **Engenharia Alimentar Processamento Geral de Alimentos “Liofilização”**, 2008. Disponível em: <<http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/LIOFILIZAC%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 20/06/2019

SAMPAIO, S. M.; **Secagem, armazenagem e reidratação de cogumelo shiitake: parâmetros dos processos e efeito sobre a qualidade**. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256897/1/Sampaio_SaraMedeiros_M.pdf>. Acesso em: 17/09/2018

SAMPAIO, Sara; QUEIROZ, Marlene. **Influência do Processo de Secagem na Qualidade do Cogumelo Shiitake**. Engenharia Agrícola, v. 26, n. 2, p. 570-577, maio/ago. 2006.

SIGNIFICADOS BR. 2019. **Significado de Gourmet**. Disponível em: <<https://www.significadosbr.com.br/gourmet>>. Acesso em 25/06/2019

TOBARUELA, E. C.; **Uso de Métodos Oficiais**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1682725/mod_folder/content/0/Aula%2003/USO%20DE%20M%C3%89TODOS%20OFICIAIS_DIURNO.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 20/01/2019

TOWLER, G.; SINNOTT, R. **Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design**. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2008. 1245p.

ZANIN, Tatiana. 2007. **Entenda porque você deve comer cogumelo - TUA SAÚDE**. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/beneficios-dos-cogumelos/>>. Acesso em 20/06/2019



CAPÍTULO 19

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ANATÔMICO E FUNCIONAL DOS MÚSCULOS DA REGIÃO SURAL EM MAMÍFEROS

CONTRIBUTION TO FUNCTIONAL AND ANATOMICAL STUDY OF THE
MUSCLES OF THE SURAL REGION IN MAMMALS

Ronnie Von Mateus Ferreira
Marcelo Fernandes de Souza Castro

Resumo

A região da sura contempla o músculo flexor digital superficial (FDS) e o músculo tríceps sural (TS), que foram objeto deste trabalho, com a intenção de relatar as diferenças anatômicas macroscópicas e suas interações com a importância particular para cada espécie. A comparação dos músculos FDS e TS foi realizada com dez espécies de mamíferos adultos sem distinção de gênero, da coleção do laboratório de Anatomia do Hospital Veterinário (HVU) da Universidade de Sorocaba (UNISO), bem como, com os achados da literatura consultada. O número de dígitos não foi relevante para a anatomia dos músculos da região da sura, afinal cães e gatos apresentam grandes diferenças, pois em cães não se encontra o músculo sóleo e em gatos este músculo é bem desenvolvido. O tipo de apoio também não é relevante para esta anatomia, pois animais digitígrados podem ter variações, em equinos o sóleo é muito pouco desenvolvido, enquanto em suínos é amplamente desenvolvido. Os movimentos feitos pelo animal, associado a distribuição do peso, junto com o número de dígitos e o tipo de apoio, todos estes fatores interferem nas variações anatômicas. Por isso, muitos estudos anatômicos aprofundados precisam ser feitos, principalmente no que diz respeito aos animais selvagens.

Palavras-chave: Anatomia. Músculo. Tendão. Calcâneo.

Abstract

The sura comprises the superficial digital flexor (FDS) and the sural triceps muscle (TS). This muscles are object of this work with the intention of reporting the macroscopic anatomical differences and their interactions with the particular importance for each species in this study. Comparison of muscle FDS and TS was held with ten species of mammals adults without distinction of gender, from the collection of the anatomy laboratory of Veterinary Hospital (HVU) the University of Sorocaba (UNISO), as well as with the findings of the literature consulted. The number of digits was not relevant to the anatomy of the muscles of the sura, after all dogs and cats present major differences, as in dogs is not the soleus muscle and in cats this muscle is well developed. The type of support is also not relevant to this anatomy, because animals raised heels can have variations, in equines the soleus is very little developed, while in pigs is widely developed. The movements made by the animal, associated with the weight distribution, along with the number of digits and the type of support, all these factors interfere in anatomical variations. Therefore, many detailed anatomical studies need to be made, especially with regard to wild animals.

Key Words: Anatomy. Muscle. Tendon. Calcaneum.



1. INTRODUÇÃO

O estudo das formas dos componentes anatômicos levou Aristóteles a definir a morfologia dos organismos em busca de um padrão comum de construção do corpo através de uma metodologia rigorosa. Em suas obras, como por exemplo, *Historia Animalium* e "O Andar dos Animais", foram grandes marcos na área. Hanna e Schmitt (2011) afirmam que estes trabalhos de Aristóteles, os de Borelli no século XVII e as placas fotográficas de Muybridge no século XIX, foram os motivadores para uma geração de cientistas estudarem o movimento dos animais. Payne et al. (2006), afirmam que a evolução do movimento bipedal em humanos fascinou os cientistas por centenas de anos. Este texto mostra a curiosidade pela movimentação comparada do calcanhar.

O estudo anatômico comparado, tanto na medicina humana, quanto na veterinária é de grande importância. Por exemplo, quando são verificados componentes parecidos, como é o caso do rim humano comparado ao do suíno, isto tem grande valia em alguns tipos de procedimentos e até possibilidades de transplantes, caso a rejeição seja resolvida. As diferentes espécies animais também apresentam grandes variações morfológicas, o que representa um grande interesse para a pesquisa no que tange a anatomia funcional.

A região sural é a parte caudal da perna e foi a área de interesse neste trabalho através de seus músculos. Ela contempla o músculo flexor digital superficial (FDS) e o músculo tríceps sural (TS), que são objeto de estudo proposto neste trabalho, com a intenção de relatar as diferenças anatômicas macroscópicas e suas interações com a importância particular para cada espécie relatada.

O conjunto TS apresenta um tendão comum de terminação, designado antigamente de tendão de Aquiles. A expressão calcanhar de Aquiles, em sentido geral, significa qualquer ponto vulnerável. Na Anatomia, designava o tendão calcâneo. Na mitologia grega, o herói Aquiles era filho de uma deusa (Tétis, com um mortal, Peleu), e ele se tornou imortal quando sua mãe lhe banhou nas águas do rio Estinge, mas para a criança não afundar a mãe o segurou pelos calcanhares, os quais não foram banhados e permaneceram suscetíveis a problemas. Mais tarde, na guerra de Tróia, foi mortalmente ferido neste ponto com uma flechada de Páris, um príncipe troiano (FERNANDES, 1999).

O termo foi usado pela primeira vez na Anatomia por Phillippe Verheyen em 1693, este anatomista da Bélgica, ainda jovem sofreu um acidente e teve o seu pé amputado. Em 1689 já era professor de Anatomia da Universidade de Louvain e teve o resto do membro amputado, que, segundo a lenda, ele mesmo dissecou para estudo, também era teólogo (FERNANDES, 1999).

O interesse por esta musculatura estende-se desde a época de Galeno até os

dias atuais, como podemos observar avaliando os trabalhos de Ettema (1996), sobre a variação da composição do músculo gastrocnêmio entre animais com movimentação bipedal e quadrupedal, e, Carrier e Cunningham (2017), os quais descreveram sobre o efeito da posição do pé em plantígrados e a capacidade de aplicar movimentos livres, estabilizando o corpo para outras atividades com uso de força muscular, como a luta e fuga.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar e fazer uma demonstração visual e analítica expressando a diferença de componentes do aparelho locomotor da região crural, em algumas diferentes espécies de mamíferos. Este trabalho não tem por objetivo definir padrões, mas iniciar estudos e indicar estudos prévios.

Será apresentada no decorrer da descrição comparativa o conjunto muscular do FDS e do TS, este formado pelas duas cabeças do músculo gastrocnêmio (MG) e pelo músculo sóleo (MS), em diferentes espécies de mamíferos domésticos, os quais apresentam diferenças de locomoção, de apoio do pé e do número de dígitos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A comparação dos músculos FDS e TS em mamíferos foi realizada com dez espécies de mamíferos adultos sem distinção de gênero, da coleção do laboratório de Anatomia do Hospital Veterinário (HVU) da Universidade de Sorocaba (UNISO), bem como, com os achados da literatura consultada.

As espécies são: *Bos taurus*, *Canis lupus familiaris*, *Oryctolagus cuniculus*, *Equus ferus caballus*, *Felis catus*, *Sapajus nigritus*, *Cuniculus paca*, *Cavia porcellus*, *Callithrix jacchus* e *Sus scrofa domesticus*.

Todos os animais relatados foram doados para uso no laboratório de anatomia pelo Hospital Veterinário Universitário da UNISO. De cada espécie animal foi dissecado um indivíduo, sabemos que isto é uma limitação para as conclusões, porém este trabalho é uma contribuição ao estudo e uma revisão de literatura.

Os animais recebidos haviam sido fixados em solução de formaldeído a 10% e, posteriormente, conservados em solução salina a 30%. A paca, o porquinho-daÍndia, o boi e o suíno foram fixados diretamente em solução salina 30%.

A dissecação foi realizada com instrumental padrão para as técnicas anatômicas (bisturi, pinça dente-de-rato e pinça anatômica), com a incisão e retirada da



pele da região crural, seguida de retirada do tecido conjuntivo da fáscia crural que encobre os músculos da região e separando os componentes musculares do TS. Foi avaliada a extensão dos músculos, o grau de desenvolvimento, a origem e a terminação de cada um, e o nervo responsável pelo controle desta musculatura. Profundamente a este conjunto será avaliado o músculo FDS.

Após a dissecação o material foi documentado através de imagens fotográficas e desenhos para registro e confirmação dos resultados. Os desenhos foram definidos com computação gráfica, para salientar os componentes anatômicos de interesse. Todo o conteúdo foi comparado com outras pesquisas científicas e achados da literatura referente ao grupo dissecado.

Para certificação da presença do osso sesamoide na origem do MG foram realizadas radiografias simples em coelho, sagui, macaco-prego, paca, porco e porquinho-da-Índia, com o uso de um gerador de radiação ionizante portátil modelo SPL/HF/8.0, com a incidência látero-medial da região da articulação do joelho. A distância do foco filme foi de 59cm e a técnica de revelação foi digital.

4. MUSCULATURA CAUDAL DA PERNA

A anatomia é o ramo do conhecimento que trata da forma, da disposição e da estrutura dos tecidos e órgãos que formam o corpo. O objetivo de se estudar os músculos pode ser variável, como entender padrões evolutivos, conhecer os componentes para o movimento aplicando na fisioterapia humana ou veterinária, aplicações clínicas e cirúrgicas para a área médica em geral, e muitos outros. Por exemplo, Leal et al. (2015), tiveram a intenção de descrever a anatomia macroscópica dos músculos do membro pélvico da paca, por falta de trabalhos sobre a morfologia de espécies selvagens e levando em conta a indisponibilidade de literatura descrevendo o conhecimento anatômico detalhado na paca, que possa ser aplicado para sua conservação, experimentação e comercialização.

É importante citar que os músculos trabalham como transmissores da cinética do movimento aos tendões, tornando possível a movimentação de todas as partes que formam e mantém o equilíbrio da articulação. Para se ter uma ideia, um equino tem aproximadamente 500 tipos de músculos, que correspondem a 40-45% do peso corporal, sendo importante para o mecanismo de sustentação da espécie (RODRIGUES; ALVES; EUGÊNIO, 2012).

As fibras musculares são as células alongadas formadoras dos músculos, ficam imersas em um tecido conjuntivo, o endomísio (DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011; RODRIGUES; ALVES; EUGÊNIO, 2012). Com base nas características histoquímicas são conhecidos três tipos de fibras musculares: SO (Slow Oxidative), que representa células com metabolismo oxidativo e contração vagarosa; FOG (Fast Oxidative Glycolytic) células de metabolismo oxidativo e gli-

colítico, com contração rápida; por fim, FG (Fast Glycolytic), rápida e glicolítica (RODRIGUES; ALVES; EUGÊNIO, 2012).

Um mesmo músculo, em um mesmo animal, pode apresentar fibras dos três tipos citados, como é o caso do TS em muitos animais. Um exemplo clássico é o TS do gato, o músculo extensor do tornozelo. Enquanto as cabeças do MG são formadas principalmente por fibras FOG e FG, com poucas fibras SO, o MS é formado exclusivamente por fibras SO. Isto gera uma diferença no uso da musculatura na hora da velocidade e da força. No gato (e em muitos outros mamíferos) o MS é recrutado para controle da postura e é o principal extensor usado na caminhada, mas, quando o gato aumenta a velocidade, ou quando salta, o MG é recrutado para obter maior rapidez e força no movimento (BIEWENER, 2003).

Segundo Hanna e Schmitt (2011), as diferenças entre as variedades de fibras musculares não mostram desproporção expressiva, as situações são relacionadas na capacidade oxidativa entre as fibras rápidas. A maioria das variâncias pode estar relacionada ao método usado, por ser improvável ter o conhecimento das dimensões e locais que os músculos foram coletados, pois eles se organizam em camadas, onde as fibras musculares oxidam nas camadas mais profundas do músculo, segundo os pesquisadores. Todavia, as diferenças das funções nos animais dos padrões de força e atividade não tem relação aos tipos de fibras. Para as espécies que tem o MS composto de uma grande quantidade de fibras SO, propõe que este músculo está equipado para produção de força por tempos extensos, comparando com as fibras glicolíticas, como foi demonstrado na EMG do MS em humanos. Diferente do MS, as cabeças do MG mesmo tendo a maioria das fibras rápidas varia entre as espécies.

Apesar de não haver diferença relevante entre as fibras de contração muscular, é sugerido que as reais diferenças têm mais relação na produção de força e na atividade funcional do que no tipo de fibras. Dessa forma, parecido com o MG, o FDS que tem a maior parte das fibras rápidas acaba que variando a capacidade de oxidação conforme mostra na tabela. O FDS tende a ter fibras glicolíticas mais rápidas entre todas as espécies. Deste modo, por falta de pesquisa em outros animais não podemos concluir as alterações relacionadas aos tipos de fibras nas atividades de força que podem estar ligados a outras propriedades como a contração, massa e volume muscular (HANNA; SCHMITT, 2011).

O conjunto TS apresenta um tendão comum de terminação, designado por muitos de tendão de Aquiles, este tendão calcâneo comum é onde terminam os músculos caudais da perna. O m. tríceps sural, principal objetivo deste trabalho, é composto em todas as espécies de mamíferos pelo m. gastrocnêmio (de ventres gêmeos) e pelo m. sóleo, mas na região há a presença do m. flexor digital superficial, que embora tenha contato com o tendão, este não termina no calcâneo, mas se continua até as falanges (DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011). Faz-se exceção a esta regra a espécie canina, a qual não apresenta o músculo sóleo.



% DE FIBRAS NO CONJUNTO MUSCULAR TS DE ALGUNS MAMIFEROS

Espécie / Músculos	Tipos de fibras musculares		
	FG	FOG	SO
Felis domesticus			
MGL	65.65	15.6	17.75
MGM	42.00	28.00	28.00
SÓLEO	0.00	0.78	99.06
FDS			
Cavia porcellus			
MGL	56.00	32.00	12.00
MGM	54.00	24.00	22.00
S	00.00	00.00	100.00
FDS	73.00	23.00	6.00
Macaco rhesus			
MGL		76.00	24.00
MGM		78.00	22.00
S		39.00	61.00
FDS			
Mus Musculus			
MGL	69.00	30.00	1.00
MGM	55.00	32.00	8.00
S		42.00	58.00
FDS	41.00	59.00	

*Onde SO= oxidativa de contração lenta

FGO= glicolítica oxidativa de contração rápida

FG= glicolítica de contração rápida

Tabela 1– Porcentagem de fibras OS, FOG e FG

Fonte: HANNA; SCHMITT (2011)

Muitos mamíferos apresentam a organização do TS diferente do padrão do ser humano. Para o humano relatam a participação das duas cabeças do MG e o MS, mas muitos autores incluem outros músculos nesta formação, como por exemplo, o FDS (HANNA; SCHMITT, 2011).

Ao avaliarem vários autores que pesquisaram o TS, Hanna e Schmitt (2011) chegaram ao seguinte resultado, em marsupiais há o músculo plantar (FDS), as duas cabeças do MG e nenhum MS, podendo haver um análogo ao MS em marsupiais arborícolas; em monotremos é um pouco diferente, o MS é um músculo encontrado e separado do MG, além do FDS; em mamíferos placentários verdadeiros existem diferenças nas origens, mas todos os músculos citados podem ser encontrados, porém em algumas espécies há ausência do MS e em outras do FDS.

Parece que o padrão dos mamíferos é ter uma cabeça lateral do MG bem desenvolvida e uma cabeça medial menor (ou no máximo igual). Além do substancial FDS e um MS fracamente desenvolvido. Porém, o padrão básico para os primatas

parece ser diferente, com um FDS reduzido e um MS bem desenvolvido. Em alguns macacos, como no *Rhesus*, o músculo fraco é MS e o forte é o FDS (HANNA; SCHMITT, 2011).

O tendão calcâneo é um dos pontos mais comumente lesionados no membro pélvico (membro inferior em bípedes), pesquisas para os tipos de lesões, as cirurgias e técnicas de recuperação para humanos são amplamente feitas com modelos animais, incluindo camundongos, cães, gatos e coelhos. Porém, existem algumas peculiaridades que devem ser conhecidas (DOHERTY et al., 2006).

Segundo a Nomenclatura Anatômica Veterinária (ICVGAN, 2005), o tendão calcâneo comum é formado pela terminação dos músculos bíceps femoral, semitendinoso, flexor digital superficial, gastrocnêmio e sóleo. Dando propulsão ao movimento do membro pélvico com a energia que se acumula na junção do tendão dando um efeito de mola, muitos autores relataram no passado que a torção de fibras do tecido conjuntivo fibroso modelado quando estão torcidas podem acumular energia e libera-la durante o movimento (Figura 01).



Figura 01 – Vista caudal do tendão calcâneo comum, mostrando a torção das fibras
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Observou-se que na constituição do membro pélvico da paca há similaridade entre machos e fêmeas, e os seguintes músculos da sura foram encontrados, FDS, MG e MS. Entretanto, relataram que, na paca o MS está localizado cranialmente ao FDS, que por sua vez encontra-se envolvido pelo MG; mas, no rato e na cobaia a situação é contrária, o MS está envolvido pelo MG e caudalmente ao FDS. De um modo geral, a anatomia muscular da paca é parecida com as dos mamíferos domésticos e outros roedores, ainda que existam algumas variações (LEAL et al., 2015).

4.1 Músculo Gastrocnêmio

Segundo Dyce, Sack e Wensing (2010), as duas cabeças do gastrocnêmio se originam na face caudal do fêmur, proximal aos côndilos deste osso, em carnívoros dois ossos sesamoides estão inclusos nas origens, os ossos sesamoides do MG. As cabeças se combinam na parte proximal da perna e originam um único tendão, que se insere na ponta do tornozelo.

Nos equinos e em ruminantes, o MG é considerado um músculo forte, com duas cabeças partindo dos aspectos caudolateral e caudomedial do fêmur, próximo as áreas articulares arredondadas e salientes, os côndilos do fêmur, e finalizam em um forte tendão comum que se insere no osso calcâneo (KÖNIG; LIEBICH, 2011).

Em cães, o músculo extensor da articulação do jarrete é o MG, onde sua origem é nos côndilos, lateral e medial, do fêmur. Junto a esta área de origem se encontram os ossos sesamoides do músculo gastrocnêmio. Sendo a sua inserção feita no tendão calcâneo, também conhecido como tendão de Aquiles, sobre a grande elevação arredondada do calcâneo (BUDRAS et al., 2012). Segundo König e Liebich (2011), nos felinos o MG surge junto da fáscia lata na patela, as duas cabeças envolvem o osso sesamoide lateral e medial do MG. As duas cabeças seguem juntas ao tendão do FDS e são ligadas por uma forte lâmina tendinosa antes de se juntarem logo a frente lado a lado formando o tendão comum. A inserção do tendão transpõe o tendão do FDS e se inserem juntos ao calcâneo.

Em coelhos o padrão de origem e terminação do MG é semelhante ao das outras espécies de mamíferos domésticos, porém foi observada uma ampla massa muscular em altura e um tendão calcâneo reduzido proporcionalmente (DOHERTY et al., 2006).

No macaco prego o MG é fusiforme, grande e bastante muscular, sendo classificado como um bíceps, tendo na sua origem a formação de duas cabeças, uma lateral e outra medial. Onde o mais extenso é o lateral e se originando do epicôndilo lateral do fêmur, unindo-se ao músculo FDS até a parte distal da perna. A porção medial origina-se no epicôndilo medial do fêmur e as duas cabeças inserem-se juntas no grande tubérculo calcâneo da mesma forma como é descrito em relação aos demais mamíferos domésticos, e também observado por outros autores em antas, no mão-pelada e em humanos (DE LA SALLES, 2015).

Em marsupiais a cabeça lateral do MG se origina no côndilo lateral do fêmur e de uma ampla fabela (o osso sesamoide na origem do MG), enquanto a cabeça medial se origina na mesma linha, mas na face medial. Ambas as cabeças terminam em um tendão sobre o osso calcâneo. Em monotremos a fabela é reduzida ou fusionada com o fêmur. Em gorilas a cabeça medial do MG é mais desenvolvida do que a cabeça lateral, ao contrário da maioria dos mamíferos (HANNA; SCHMITT, 2011).



Azerêdo (2016) relata que no cateto (*Tayassu tajacu*) o MG é em forma de fuso, com grande massa muscular, sendo classificado como um bíceps, integrado de duas cabeças (lateral e medial). A porção lateral é mais extensa tendo sua origem do epicôndilo lateral do fêmur e se funde ao FDS até a parte distal da perna. A cabeça medial se origina no epicôndilo medial do fêmur.

No cateto as duas cabeças se inserem juntamente na tuberosidade calcânea, da mesma forma descrita em outros, como equinos e antas (BORGES, 2013; AZERÊDO, 2016).

4.2 Músculo Sóleo

Em ruminantes e equinos o MS, que é de pouca importância em equinos por ser uma faixa muscular fraca, se origina na parte proximal da fíbula rudimentar, a cabeça da fíbula, que segue na direção distal e caudal, e se funde com a cabeça lateral do MG se tornando posteriormente parte do tendão calcâneo (KÖNIG; LIEBICH, 2011). Este MS é bem desenvolvido no gato e é inexistente no cão, diz König e Liebich (2011).

A massa muscular do MS foi vista por dissecação em coelhos, porém a união do seu tendão com a margem lateral do tendão do gastrocnêmio não foi observada. O fato curioso é que os mesmos pesquisadores não encontraram o MS nos exames por ressonância magnética, nem no plano axial, nem no sagital. Os mesmos autores tiveram dificuldades para distinguir qualquer grupo através da ultrassonografia (DOHERTY et al., 2006).

De La Salles (2015), relata que o MS apresenta forma de fuso, sendo bem desenvolvido e penetra profundamente no MG. A localização de sua origem é na cabeça lateral do MG e ficam unidos até o tendão de inserção no calcâneo, mas se insere ainda na falange proximal e média, e nos ossos metatársicos II, III e IV. Apresenta morfologia semelhante à de mamíferos domésticos e corresponde ao FDS dos animais domésticos. O mesmo músculo em humanos apresenta origem na linha solear da tíbia e na face posterior da margem superior.

O MS do cateto é diferente do suíno, estreitado e fino, parecendo uma fita, do mesmo modo como nos ruminantes e nos equinos. Expressando suas fibras paralelas e tendo sua origem no epicôndilo lateral da tíbia e se inserindo distalmente na cabeça lateral do MG, tendo similaridade aos suínos em relação a origem, mas sendo diferente dos ruminantes e dos equinos que despontam da cabeça da fíbula (AZERÊDO, 2016).



4.3 Músculo Flexor Digital Superficial

O FDS se origina de uma área côncava (fossa supracondilar) ou um nódulo (tuberosidade supracondilar) na face caudal do fêmur, próximo a origem do MG na parte caudal do fêmur. O FDS percorre profundamente entre as duas extremidades do MG, mas, seu tendão envolve a margem medial do tendão calcâneo, ganhando uma posição mais superficial. Esse músculo forma um grande capuz sobre a ponta do jarrete, onde se fixa por meio de faixas medial e lateral, antes de continuar sobre a face plantar do calcâneo até entrar no pé. Em seguida, a sua distribuição segue a do tendão de mesmo nome relacionado ao membro torácico. Em equinos, este FDS é amplamente infiltrado por tecido conjuntivo, começam quase totalmente tendinosos e forma o componente caudal do mecanismo recíproco (DYCE; SACK; WENSING, 2010).

Em ruminantes, o FDS tem maior massa muscular do que nos equinos, mas é também bastante tendinoso, sua origem é entre as cabeças do MG curvando-se ao redor da face medial do músculo e se expandindo para cobrir a ponta do jarrete. Os músculos se inserem na mesma posição, ainda que, o tronco do tendão continue na face plantar até os dedos (KÖNIG; LIEBICH, 2011). Assim, o FDS em ruminantes dispõe sua inserção nas falanges médias do terceiro e do quarto dedo e, nos equinos, nas falanges média e proximal.

A origem do FDS em cães se dá na elevação arredondada supracondilar lateral do fêmur, estando envolvido pelo MG. Depois da divisão da cabeça medial do MG, o FDS pode ser removido deste seu envoltório muscular. A continuação do FDS recebe o nome de tendão plantar até a tuberosidade do calcâneo e junto com o tendão gastrocnêmio formam o chamado tendão calcâneo comum. Seguindo de uma posição inicial cranial ao tendão do gastrocnêmio, o tendão plantar cruza a face medial do gastrocnêmio e chega no tornozelo caudal a esse tendão (BUDRAS et al., 2012). Em coelhos, a inserção conjunta do tendão do FDS com o TS na parte caudal (posterior), foi observada (DOHERTY et al., 2006).

O FDS em felinos, segue o padrão dos carnívoros, emerge da tuberosidade, que é uma grande elevação arredondada, transversalmente na lateral do fêmur, unida com firmeza à cabeça lateral do MG. As fibras tendinosas do músculo carnoso confluem na metade da tíbia para formar um tendão com bastante resistência, o mesmo passa no meio e ao redor do tendão do gastrocnêmio até a face caudal da ponta do jarrete, onde uma cobertura extensa é formada. O tendão se divide em dois e juntos prosseguem na fileira dos ossos do tarso sobre a forma plantar (KÖNIG; LIEBICH, 2011).

O FDS apresenta forma de fuso, com fibras paralelas. A sua origem é na parte dorsal da cabeça lateral do MG, estando inserido junto ao tendão calcâneo. Em muitos mamíferos, esse músculo mostra-se maior que o MG, infiltrado na planta dos pés e agindo como flexor dos dedos. O *Sapajus libidinosus* apresenta o músculo plantar vestigial, assim como já foi observado em humanos (DE LA SALLES,

2015).

Em gorilas, a inserção do FDS é no calcâneo, ao invés de ser na aponeurose plantar. Este músculo em muitos animais deveria ser considerado parte do TS, mas por convenção da anatomia humana isto não é descrito (HANNA; SCHMITT, 2011). No cateto o FDS é um músculo em forma de fuso, bem desenvolvido e localizado na parte profunda do MG, como ocorre nos suínos (AZERÊDO, 2016).

O FDS está intimamente ligado desde a origem até o início do tendão calcâneo, onde ele é inserido na tuberosidade calcânea semelhante ao tendão do suíno (AZERÊDO, 2016).

4.4 Aspectos Funcionais

Do ponto de vista funcional, embora a inclusão do gastrocnêmio entre os extensores do tornozelo, a sua função é enigmática, já que sua flexão proximal propõe que seja um potencial flexor do joelho; o joelho e o tornozelo, normalmente se movem em conjunto. A função primária desse musculo indica que ele não somente movimenta qualquer articulação, mas pode se opor a curvatura da tíbia, assegurando que a tensão seja sempre em direção ao seu eixo longo (DYCE; SACK; WENSING, 2010). König e Liebich (2011), citam que o MG é teoricamente o flexor do joelho e também faz a extensão do tornozelo, considerando que sua principal função seja comparada a do tibial cranial de ajuste da carga sobre a tíbia.

Budras et al. (2012), relatam em seu livro que nos canídeos, os músculos cruais caudais são formados pelos extensores da articulação do jarrete (tibiotalar) e por flexor do dedo.

Apesar do músculo sóleo no porquinho-da-Índia ser feito de fibras lentas (SO), ele tem grande influência na aceleração do movimento nestes animais, por participar do grupo do tendão calcâneo, afinal o aspecto espiralado dos tendões próximo ao calcâneo geram uma energia elástica para impulsionar o membro durante o apoio (ROCHA-BARBOSA et al., 2005).

O resultado principal do artigo de pesquisa de Carrier e Cunningham (2017) mostrou que a posição plantígrada aumenta a capacidade de dar passos livres e/ou passos em terra firme. Nos ensaios de resistência de torção de eixo longo, os passos em terra firme foram testados ao extremo na posição plantígrada e atingiram níveis 165% a mais do que testes que foram produzidos na posição digitígrada. Onde outros testes foram feitos com apenas um pé, resistiu 58% a mais quando apoiando os dois pés. Existe a suspeita de que o calcanhar facilita a produção de passos em terra firme, fazendo o passo produzir uma distância maior entre os dois pontos com um pé na frente e outro atrás (passo 1 e passo 2), com o calcanhar no solo e a articulação do tornozelo aumentando assim a capacidade do ponto de



partida aumentando a força em dobro, ao invés de só servir como apoio. Sendo assim, todos os outros movimentos sucessivos serão iguais.

A movimentação dos indivíduos com os pés, possivelmente, aumentou quando houve a troca do movimento digitígrado para o plantígrado, talvez esse movimento foi devido ao aumento no comprimento dos braços. Porém, o movimento do braço não pode explicar o porquê, da postura plantígrada ter um aumento no comportamento no uso dos dois pés (CARRIER; CUNNINGHAM, 2017).

Hanna e Schmitt (2011), observaram o padrão da eletromiografia (EMG) do MG, MS, e FDS de cães e gatos comparada com primatas quadrúpedes e bípedes não humanos. Reavaliaram também a cinemática durante a locomoção de bípedes e quadrúpedes, onde os trabalhos sobre a duração e a produção de força, combinado com os resultados cinemáticos, são importantes para entender o papel que o músculo TS exerce durante um movimento específico de um de seus componentes em alguns primatas e em mamíferos em geral. As avaliações indicam que há variação entre os mamíferos, principalmente entre primatas.

Na sua maioria, os trabalhos de EMG feitos no TS foram realizados com cães e gatos, para pesquisar o movimento quadrúpedal e foi concluído que a atividade desse conjunto muscular é parecida em ambas as espécies, sendo que esses dados são limitados e não se aplicam a todos os componentes musculares do TS. O MG no cão, por exemplo, está ativo logo antes do toque e se estendendo durante este momento, diminuindo sua atividade antes de apoiar o pé. Também existe uma pequena atividade do MG enquanto os dedos se movimentam. Toda esta descrição gera a compreensão do padrão de movimento para equilibrar o tornozelo e o joelho contra a força da gravidade (HANNA; SCHMITT, 2011).

Do mesmo modo, afirmam que no gato o MG está ativo antes de tocar o solo e a atividade do mesmo continua um pouco além da posição intermediária. Posição essa interpretada por eles como abaixando o pé para tocar o chão com as almofadas, pois são digitígrados e, como nos cães, sua atividade fica diminuta durante o aumento da velocidade. O MS e o FDS têm modelos de ativação parecidos com os apontados para o MG, com a ativação durante a locomoção (HANNA; SCHMITT, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em primeiro lugar, salienta-se que na busca por referências, houve certa dificuldade em encontrar trabalhos específicos sobre o tema, apesar de existirem muitos artigos sobre as características fisiológicas desta musculatura. Isto está de acordo com o descrito por Leal et al. (2015), que ressalta a carência de artigos anatômicos sobre o tema em animais selvagens. A seguir estão apresentados os resultados das observações nas peças do laboratório de Anatomia Veterinária, mas



já com as discussões pertinentes dos outros autores.

Em todas as peças anatômicas foi avaliado que os músculos da região sural (Figura 02) são: o TS e o FDS. Na face caudal da perna ainda existem os músculos poplíteo e flexor digital profundo, mas estes não são músculos da região sural, popularmente conhecida como “batata da perna”. Esta musculatura encontrada está de acordo com todos os autores consultados.



Figura 02 – Vista lateral do conjunto tríceps da sura em Sagui-do-tufo-preto
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

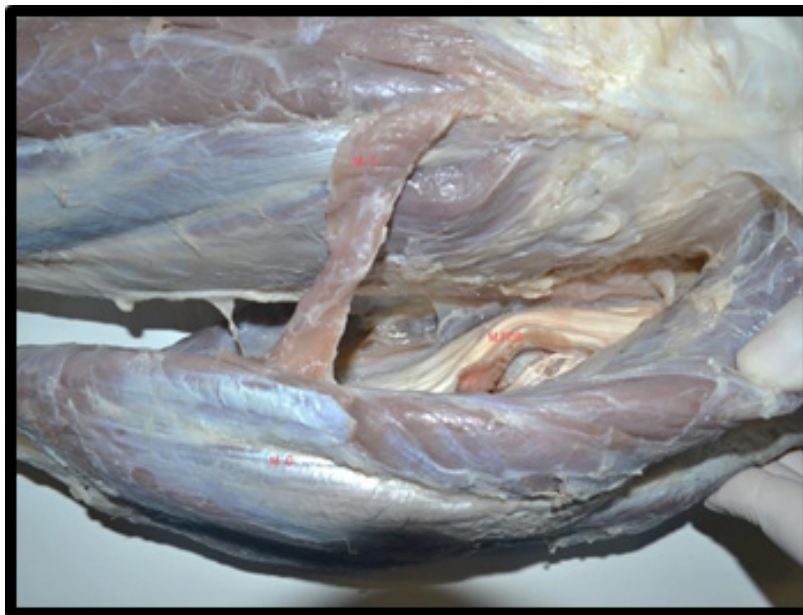


Figura 03- Vista lateral da região da sura em bovinos
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Os músculos da sura apresentaram algumas variações, como a ausência do MS em cães domésticos e a carência de fibras musculares no FDS de equinos e bovinos (Figura 03). O que está de acordo com os relatos de Dyce, Sack e Wensing (2010) e König e Liebich (2011). De La Sales (2015), afirma que em caninos, o MS se intercala nas falanges proximal e média do primeiro dedo e corresponde ao músculo FDS. Esta última informação não é compartilhada por este trabalho.

Porém, mesmo nestes animais a fusão do FDS ao MG é intensa, sendo muitas vezes difícil de separar as fibras, desta forma, nossos achados indicam que o FDS deveria ser considerado parte do TS, o que não é aceito por conceituação feita na anatomia humana. Esta informação foi citada por Hanna e Schmitt (2011).

De todos os músculos desta região o MG era sempre o mais desenvolvido (Figura 04). O que foi um fato observado por todos os autores consultados.



Figura 04 – Vista lateral da região da sura de Macaco-prego
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Os outros dois músculos, quando comparados entre si, variavam nas espécies quanto a sua quantidade de fibras musculares. Deste modo, em algumas espécies o MS era mais desenvolvido, como em suínos, em outras espécies avaliadas no laboratório o FDS era o mais desenvolvido. Se considerarmos o tendão como músculo, e assim é o correto do ponto de vista anatômico, em equinos e ruminantes o FDS é mais desenvolvido que o MS, porém como citado anteriormente, apresenta poucas fibras musculares.

A origem destes músculos obedeceu ao padrão básico da literatura de mamíferos domésticos, mas observamos que as fibras de tecido conjuntivo de origem abrangiam uma área um pouco maior do que o referido na literatura. O MG se originava na face caudal do fêmur, ambas as cabeças, proximal e lateral aos condilos deste osso. Porém, observamos que algumas fibras de conjuntivo da origem estavam associadas à margem da tróclea do fêmur. O MS sempre se originava na lateral da cabeça da fíbula, mas em algumas espécies como em suínos, por ter esta origem ampliada, avaliava-se fibras inseridas no corpo da fíbula.

O FDS sempre se originava na face caudal da epífise distal do fêmur. Na origem do músculo gastrocnêmio observamos a presença de ossos sesamoides em cães, gatos, coelhos, pacas, porquinho-da-Índia, macaco-prego e sagui. Estes ossos são comumente denominados de fabelas e não foram vistos em equinos, bovinos e suínos. Com exceção de cães, gatos e coelhos, não encontramos a citação da presença destes ossos nas outras espécies.

O MS é bem desenvolvido em coelhos, gatos, pacas, porquinhos-da-Índia e porcos (Figura 05). O que foi descrito pela literatura consultada. Uma das variações de nossos achados em relação a literatura consultada foi sobre a forma do MS, De La Salles afirma ser este um músculo fusiforme, mas isto não foi observado em nenhuma de nossas peças anatômicas.

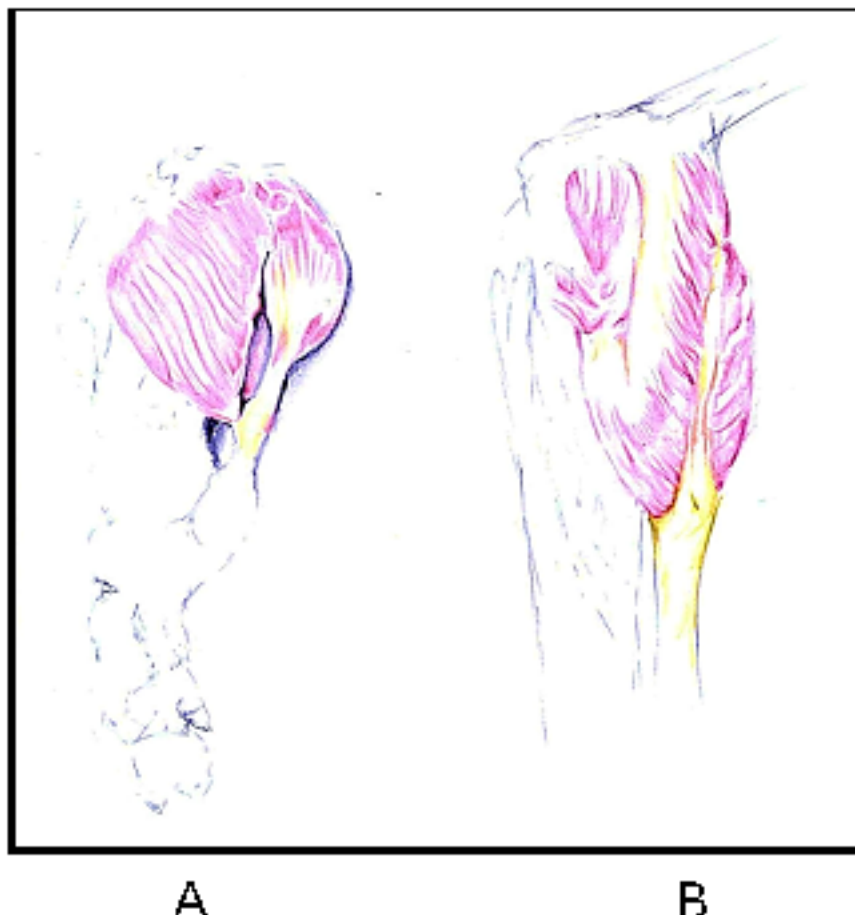


Figura 05 – Vista caudal e lateral da região da sura em suíno doméstico (A) e bovino (B), comparando o desenvolvimento do MS
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A terminação destes músculos se associava por fibras destinadas ao tendão calcâneo comum, o qual também recebia fibras do bíceps femoral e do semitendinoso. Os nossos achados sempre mostraram inserção de conjuntivo fibroso do FDS ao tendão calcâneo (Figura 06) e uma imagem espiralada entre o tendão deste músculo e o tendão do TS. O que foi também descrito por outros autores, como ROCHA-BARBOSA et al. (2005).

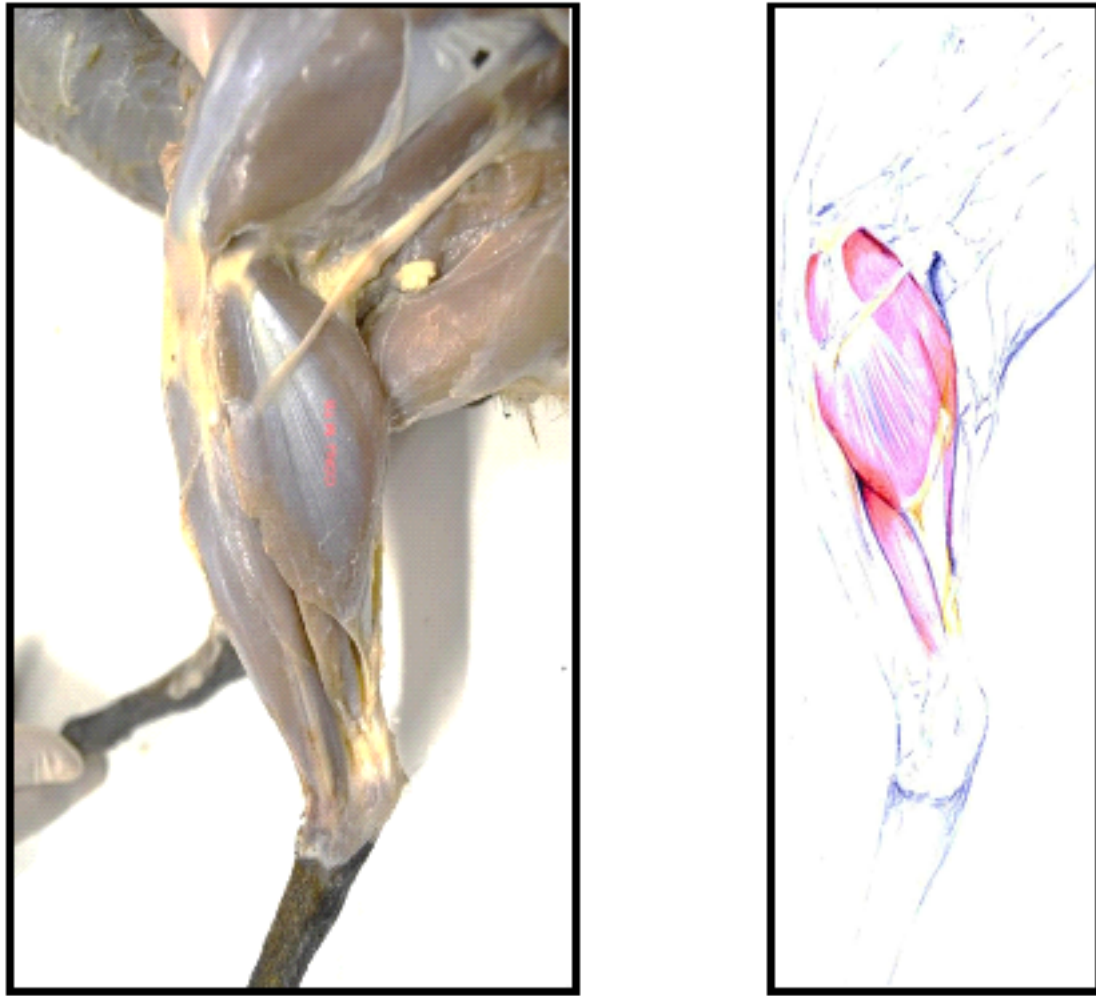


Figura 06 – Vista lateral da região da sura na Paca, com desenho do modelo ressaltando os músculos surais

Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Os achados desta investigação não concordam com De La Salles (2015), que relata o MS se inserindo na falange proximal e média. Além do que, também não está de acordo com o relato de corresponder ao FDS dos animais domésticos, sempre foi encontrado estes dois músculos separados, nunca há possibilidade de ser o mesmo músculo.

O FDS se estendia com algumas fibras de conjuntivo fibroso além do osso calcâneo, para a face plantar do pé e muitas vezes acompanhadas até as falanges, porém este fato estava além dos objetivos deste trabalho.

Todos os músculos da região sural foram vistos recebendo fibras nervosas do nervo tibial, que é o ramo medial do nervo isquiático. O que confirma este nervo como importante para a flexão do joelho, extensão do tarso (tornozelo) e flexão dos dedos. Isto está de acordo com a literatura consultada. Porém, gostaria de acrescentar a informação da sintopia existente entre o MG e o N. Fibular Comum, em algumas espécies há sobreposição de fibras musculares em relação a este nervo, mesmo não sendo o nervo responsável pela contração de tal músculo. Como pode ser observado na paca (Figura 06).

Um ponto que foi acrescentado neste trabalho foi a visualização do osso sesamóide do MG, comumente ressaltado em carnívoros, mas foi observada a presença deste osso no coelho, na paca, no porquinho-da-Índia, no macaco-prego e no sagui (Figura 07).

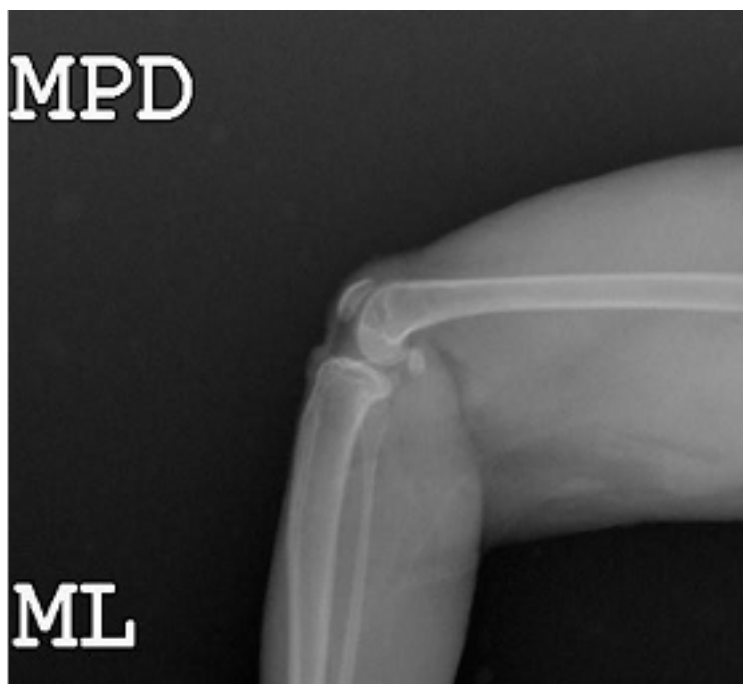


Figura 07 – Imagem radiográfica da articulação do joelho, com a fabela, em Sagui-do-tufo-preto
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Por fim, foi realizada a mensuração do comprimento do TS em sua face externa, desde a origem até a terminação. Seguida pela mensuração da área de ventre muscular (onde estão presentes as fibras musculares) e a mensuração do tendão de inserção terminal (onde estão presentes as fibras de conjuntivo fibroso), para avaliar a proporção entre o ventre e o seu tendão. Os resultados estão expressos na tabela 02 e está saliente alguns aspectos, a espécie que apresenta a menor quantia de fibras musculares proporcionalmente é a *Equus ferus caballus*, seguida da *Cavia porcellus*, depois *Bos taurus* e seguido por *Sapajus nigritus* e *Callithrix jacchus*. Por outro lado, a espécie que apresenta a maior quantia de fibras musculares proporcionalmente é a *Sus scrofa domesticus*, seguida pela *Felis catus*, e após pela *Oryctolagus cuniculus*.

ESPÉCIE	TAMANHO DO MÚSCULO	TAMANHO DO TENDÃO
<i>Bos taurus</i>	34 cm	20 cm
<i>Canis lupus familiaris</i>	13 cm	6,5 cm
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	7,2 cm	3,2 cm
<i>Equus ferus caballus</i>	20 cm	13 cm
<i>Felis catus</i>	9,3 cm	04 cm
<i>Sapajus nigritus</i>	09 cm	05 cm
<i>Cuniculus paca</i>	7,5 cm	04 cm
<i>Cavia porcellus</i>	3,8 cm	2,4 cm

<i>Callitrix jacchus</i>	04 cm	2,2 cm
<i>Sus scrofa domesticus</i>	15 cm	4,5 cm

Tabela 02 – Mensuração da massa muscular do MG e das fibras do tendão calcâneo
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

6. CONCLUSÃO

Após o estudo feito, com base na literatura consultada e nas peças anatômicas de aula do laboratório de Anatomia Veterinária da Universidade de Sorocaba, concluiu-se que:

O número de dígitos não foi algo relevante para a anatomia dos músculos da região da sura, afinal cães e gatos apresentam grandes diferenças, pois em cães não se encontra o músculo sóleo e em gatos este músculo é bem desenvolvido.

O tipo de apoio também não é relevante para esta anatomia, pois animais plantígrados, digitígrados e ungulados apresentam variações dentro do grupo, por exemplo, em equinos o sóleo é muito pouco desenvolvido, enquanto em suínos é amplamente desenvolvido.

Ao contrário do que pensávamos antes do início da pesquisa, o sóleo não é um músculo dedicado aos movimentos de salto em estação e de velocidade, mas para a caminhada e esta função é realizada quando o sóleo não é desenvolvido pela interação inclinada e elástica dos tendões que se associam no calcâneo.

Os movimentos feitos pelo animal, associado a distribuição do peso, junto com o número de dígitos e o tipo de apoio, todos estes fatores interferem nas variações anatômicas. Por isso, muitos estudos anatômicos aprofundados precisam ser feitos, principalmente no que tange aos animais selvagens.

Referências

AZERÊDO, L.M.S. **Características morfológicas dos diferentes cortes comerciais de carne de cateto (*Tayassu tajacu*) criados em cativeiro**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural – Campina Grande, 2016. 58f. Disponível em: <http://www.cstr.ufcg.edu.br/dissertacao_2016> Acesso em: 05 out. 2018.

BIEWENER, A.A. **Animal Locomotion**. New York: Oxford University Press, 2003.

BORGES, D.C.S. **Anatomia óssea e muscular e aspectos adaptativos do membro pelvino de *Tapirusterrestris (perissodactyla, taperidae)***. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013. 73f.

BUDRAS, K-D; McCARTHY, P.H.; HOROWITZ, A.; BERG, R. **Anatomia do Cão: Texto e Atlas**. 5.ed. São Paulo: Manole, 2012.



CARRIER, D.R.; CUNNINGHAM, C. The effect of foot posture on capacity to apply free moments to the ground: implications for fighting performance in great apes. **Biology Open**, Salt Lake City, v. 2, n. 6, p.1-9, 15 fev. 2017. Mensal. Disponível em: <<http://bio.biologists.org/content/6/2/269>>. Acesso em: 05 out. 2018.

DE LA SALLES, A.Y.F. **Descrição anatômica dos músculos e veias do membro pélvico de macacos-prego**: *Sapajus libidinosus*. 2015. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Medicina Veterinária, Centro de Saude e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande Centro de Saude e Tecnologia Rural, Patos, 2015. Disponível em: <http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad_med_vet/tcc_2015.1/4_ana_yasha_ferreira_de_la_salles.pdf>. Acesso em: 1 out. 2018.

DOHERTY, G.P.; KOIKE, Y.; UHTHOFF, H.K.; LECOMPTE, M.; TRUDEL, G. Comparative Anatomy of Rabbit and Human Achilles Tendons with Magnetic Resonance and Ultrasound Imaging. **Comparative Medicine**. v.56, n.1, February, p. 68-74, 2006.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado Anatomia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

ETTEMA, G.J. Mechanical efficiency and efficiency of storage and release of series elastic energy in skeletal muscle during stretch-shorten cycles. **Journal of Experimental Biology**. Sep:199 (Pt 9), p. 1983-97, 1996.

FERNANDES, G.J.M. **Etimologia: dicionário etimológico da nomenclatura anatômica**. São Paulo: Plêiade, 1999. 297p.

HANNA, J.B.; SCHMITT, D. Comparative Triceps Surae Morphology in Primates: A Review. **Anatomy Research International**, p. 01-22, 2011.

International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. **Nomina Anatomica Veterinaria**. 5th ed. World Association on Veterinary Anatomist, Knoxville, 2005.

KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

LEAL, L.M.; SÁ, R.M.; OLIVEIRA, F.S.; SASAHARA, T.H.C.; MINTO, B.W.; MACHADO, M.R.F. Miologia do membro pélvico da paca (*Cuniculus paca* - Linnaeus, 1766). **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.35 (Supl.1):21-26, dezembro, 2015.

PAYNE, R.C.; CROMPTON, R.H.; ISLER, K.; SAVAGE, R.; VEREECKE, E.E.; GÜNTHER, M.M.; THORPE, S.K.S.; D' AOUT, K. Morphological analysis of the hindlimb in apes and humans. I. Muscle architecture. **Journal of Anatomy**, v.208, p. 709-724, 2006.

ROCHA-BARBOSA, O.; LOGUERCIO, M.F.C.; RENOUS, S.; GASC, J-P. Limb joints kinematics and their relation to increasing speed in the guinea pig *Cavia porcellus* (Mammalia: Rodentia). **Journal of Zoology**, London, v.266, p.293-305, 2005.

RODRIGUES, C.A.; ALVES, A.L.G.; EUGÊNIO, F.R. Sistema locomotor. In: FEITOSA, F.L.F. **Semiologia Veterinária: A Arte do Diagnostico**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2014. Cap. 11, p. 549-639.



CAPÍTULO 20

ESTOCAGEM DE FERTILIZANTES SOB ASPECTO AMBIENTAL

STORAGE OF FERTILIZERS UNDER ENVIRONMENTAL ASPECT

Cristiane Sonia Arroyo

Lesley Carina do Lago Attadia Galli

Glaucia Aparecida Prates

Antonio Francisco Savi

Eliene Martins Rodrigues

Resumo

A pesquisa tem como objetivo geral o de analisar a viabilidade da estocagem de fertilizantes em uma empresa do triângulo mineiro situada na região de Uberaba-MG, com foco no aspecto ambiental, levando-se em consideração a questão legal. A gestão de estoque deve ser realizada de forma a promover o devido equilíbrio entre a necessidade de se proceder ao estoque, sem, contudo, prejudicar o meio ambiente, levando-se em consideração os aspectos legais, que são rigorosos nesse quesito. A presente pesquisa é qualitativa, onde foram coletadas informações por meio de um roteiro de entrevista semiestruturado aplicado a engenheiros agrônomos que são responsáveis por gerenciar as áreas de suprimentos, produção e qualidade. Foi constatado que na empresa de fertilizante cumpre o aspecto legal no processo de estocagem e manuseio dos materiais. Outro resultado, a empresa de fertilizante tem dificuldade quanto aos aspectos legais alegando que há falta de precisão do texto normativo, mas apesar disso, ela tem se esforçado para cumprir as exigências legais. Conclui-se que a empresa tem uma armazenagem viável em relação ao aspecto ambiental e legal.

Palavras chave: Aspecto ambiental, Saúde humana, Meio Ambiente, Armazenagem, Fertilizantes.

Abstract

This work discourse about a research of environmental aspect, whose purpose was it of analyzing how it is made the stockpiling of fertilizers in the area of the mining triangle, especially the companies of the area of Uberaba-MG. It was verified that there are small flaws in the stockpiling process and handling of the materials, stockpiling that that, when executed in an incorrect way, it results in the dispersion of pollutant residues to the environment, causing impacts of short and long period, with potential risks to the human and environmental health. The stock administration should be accomplished from way to promote the due balance among the need of proceeding to the stock, without, however, to harm the environment, being taken into account also the aspect of the legal imperatives, that are rigorous in that requirement, although not always properly clear. Though, same having lack of precision of the normative text, the companies of fertilizers have if diligent, as it will be demonstrated, in way to accomplish the legal dictates. In the present research the deductive method was applied, through a qualitative strategy, where information were collected through an itinerary of interview applied almost structured to agricultural engineers, responsible for the managerial aspect of supplies, production and quality.

Key-words: Environmental Aspect, Human Health, Storage, Fertilizers.



1. INTRODUÇÃO

Na próxima década o Brasil poderá se tornar protagonista global na produção de fertilizantes, o terceiro maior produtor de Cloreto de Potássio do mundo, uma vez que foi descoberta uma grande jazida de potássio, a qual corresponde a 90% das importações no país, na Bacia Amazônica. A responsável pelas pesquisas na área é a do Potássio Brasil, subsidiária da Brasil PotashCorp, empresa sediada em Toronto, no Canadá (BRASIL AGRÍCOLA, 2014).

Para que todo esse potencial produtivo possa ser devidamente aproveitado pelas empresas é preciso que haja uma adequada gestão de estoque por parte das empresas que comercializam fertilizantes.

Assim, a gestão de estoque é uma ferramenta essencial para todas as empresas, pois permite conhecer os materiais e seus lugares adequados. E o estoque é o ponto de integração entre a produção e venda, cuja importância para as empresas de fertilizantes a possibilidade de estocagem sustentável e informações para tomada de decisão dos gestores das empresas do ramo de fertilizantes que atuam na área comercial.

As empresas de fertilizantes e líderes em misturadoras de fertilizantes da região do triângulo mineiro em Uberaba - Minas Gerais que merecem destaques são Yara (antiga Bunge), Mosaic, Heringer entre outras. E vale destacar a Fosfértil, Vale, Ultrafértil entre outras como fornecedores de matéria primas básicas e intermediárias.

A proximidade entre as fontes de matéria prima permite a competitividade das unidades misturadoras do Estado uma vez que permite a redução dos custos logísticos. Verifica-se que a concentração de unidades misturadoras de fertilizantes próximas a essas instalações corresponde uma vantagem competitiva das empresas, em função da redução dos custos de transporte do produto. Um exemplo disso diz respeito à localização das misturadoras de adubos da Bunge, Mosaic e Yara em Uberaba, junto à fábrica de fosfatados da Fosfértil.

A pesquisa tem o objetivo de analisar a viabilidade da estocagem de fertilizantes nas empresas da região de Uberaba em Minas Gerais com foco no meio ambiente.

Os objetivos específicos foram conhecer o produto desta empresa que é o fertilizante, identificar como é a estocagem de fertilizantes que faz parte da gestão de estoque dos fertilizantes, e por fim, identificar os aspectos legais associados à estocagem.

Este trabalho justifica-se por ter uma concentração de empresas de fertilizan-



tes na região do triângulo mineiro, portanto, a gestão de estoque é necessária para todas, pois permite conhecer os materiais e seus devidos lugares adequados. Para Slack et al. (2009), o estoque é ponto de integração entre a produção e vendas. Logo, este trabalho tem importância para as próprias empresas de fertilizantes como possibilidade de estocagem sustentável futura nas empresas por gerar informações para os tomadores de decisão das empresas do ramo de fertilizantes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Há três temas principais tratados neste trabalho que está organizado em tópicos. O primeiro tópico é sobre os fertilizantes e a sua classificação, o segundo tópico é a gestão de estocagem dos fertilizantes e o terceiro tópico é os aspectos ambientais da estocagem de fertilizantes.

2.1 Os fertilizantes e a sua classificação

O Brasil em 10 anos pode se tornar protagonista global na produção de fertilizantes como o terceiro maior produtor de Cloreto de Potássio do mundo, pois foi descoberto grande jazida de potássio, no qual corresponde 90% de importações no País – na Bacia Amazônica, pesquisa realizada pelo Potássio Brasil subsidiária da Brasil Potash Corp empresa sediada em Toronto, no Canadá.

Os fertilizantes estão definidos na legislação brasileira por meio do Decreto n.º 86.955, de 18 de fevereiro de 1982, como substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes vegetais (BRASIL, 1982).

Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2000), os fertilizantes são minerais que contêm nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, nutrientes esses que são alimentos para espécies vegetais, algumas das quais utilizadas diretamente por seres humanos como alimentos e também para suprir fibras naturais e produzir madeira.

Os fertilizantes são elementos minerais usados para suplementar a disponibilidade do solo, tendo por finalidade satisfazer a demanda de culturas com alto potencial de produtividade, o que acaba por resultar em uma produção economicamente viável; compensa a perda de nutrientes de cada colheita mantendo as condições adequadas do solo para o plantio da próxima cultura. Os fertilizantes são Nitrogenados (N), Fosfato (P) e Potassa (K), originados de países diferentes com disponibilidades naturais para produção (ANDA, 2000).

Desse modo, os fertilizantes são usados como uma prática agrícola regular,



complementado os nutrientes das plantas, sendo aplicados principalmente nas culturas industriais, tais como café, chá, dendê, fumo e seringueiras; nas demais culturas, tais como soja e milho, são usados em menores quantidades, também são usados em menores quantidades em outras culturas, por motivos relacionados às condições climáticas e econômicas (ANDA, 2000).

A fabricação de fertilizantes é resultado de uma industrialização global, com indústrias localizadas próximas às fontes das matérias-primas; vale ressaltar que nos países desenvolvidos há uma notória expansão do mercado para esse tipo de produto. A produção não é monopólio, mas sim uma necessidade de um mundo desenvolvido.

Os fertilizantes podem ser classificados três tipos: fertilizantes minerais, fertilizantes orgânicos, fertilizantes organominerais.(Quadro 1):

Tipos	Descrição de tipos de fertilizantes
Fertilizantes Minerais	Produção da natureza, fundamentada como mineral natural ou sintético, obtido por processo físico, químico ou físico-químico.
Fertilizantes Orgânicos	Produção de natureza orgânica, obtido por processo físico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado.
Fertilizantes Organominerais	Produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos.

Quadro 1 – Classificação dos fertilizantes
Fonte: Auditores Independentes de Adubo ANDA (2000)

Os fertilizantes classificados nos mercados como: Nitrogenados (N), Fosfatados (P) e Potassa (K). Pois a mistura geralmente consiste em reunir diversos ingredientes para atender as necessidades de N, P e K na formulação desejada, podendo o processo ser realizado em pó, farelo ou granulados geralmente de forma rudimentar e sem grande tecnologia. Essa classificação é apresentada no Quadro 2.

<p>Nitrogenados (N)</p> <p>Os fertilizantes nitrogenados tem em sua composição o nitrogênio, sendo o nutriente principal para a produção de amônia anidra (NH₃) um gás obtido pela reação do gás de síntese, e matéria básica de todos os nitrogênios sintéticos. Esta energia é necessária para a produção de nitrogenados encontrada em todo planeta e existente em todas as regiões do planeta com tendência de aumentar a produção onde há disponibilidade do gás natural barato.</p>
<p>Fosfatados (P)</p> <p>O fósforo é encontrado na natureza como fosfatos de rocha nas jazidas que ocorrem por todo o mundo. Essas jazidas são sedimentares, geralmente derivadas da vida animal ou ígneas (metamórficas) decorrentes das atividades eruptiva dos vulcões. As matérias primas básicas na produção dos fertilizantes fosfatados são as rochas fosfáticas e enxofre solúveis e comercializado no Brasil e no mundo.</p>

Potassa (K)

Encontrada e difundida em todas as regiões do mundo, mas produzidos em poucos países onde são localizados em porcentagens elevadas de minerais como silvita, silvinita, covinalita e langbeinita. Por meio destes pode-se chegar aos diversos fertilizantes potássios existentes, com uma alta concentração e baixo custo, por isso sua maior parte é utilizada na agricultura mundial na forma de cloreto de potássio.

Quadro 2 – Classificação dos fertilizantes no mercado
Fonte: Auditores Independentes de Adubo ANDA (2000)

Os fertilizantes podem apresentar várias formas para o consumo final: em grãos, pó e misturados ou não. A mistura deve reunir diversos ingredientes para atender as necessidades de N, P e K na formulação desejada ou conforme a necessidade do solo de determinada agricultura.

2.2 Gestão de estocagem dos fertilizantes

Conforme o artigo 47, do decreto Nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que regulamenta a Lei Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980:

O armazenamento de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes obedecerá às normas nacionais vigentes, devendo ser observadas as instruções fornecidas pelo fabricante ou importador, bem como as condições de segurança explicitadas no rótulo e se submeter, ainda, às regras e aos procedimentos estabelecidos para o armazenamento de produtos perigosos, quando for o caso, constantes da legislação específica em vigor (BRASIL, 1980, p. 14).

O fertilizante pode ser armazenado a granel em pilhas grandes não confinadas em armazéns, em montes, em compartimentos (bacias) construídos dentro da área de armazenagem, em abrigos, caixas ou tremonhas conforme apresentado no Quadro 3.

Galpão	O fertilizante é armazenado em grandes pilhas em armazéns dedicados (geralmente empregado nas áreas de produção). A alimentação do produto pode ser feita por cima, através de um sistema de correias transportadoras de alimentação, veículos ou basculantes.
Compartimentos abertos (bacias)	O fertilizante é contido em um compartimento (baia) com três lados, com acesso por um lado para recuperação e/ou enchimento. A introdução do produto é por cima com um sistema de alimentação, veículo ou basculantes. A recuperação é feita por pás carregadeiras ou raspadeira recuperadora.



Abrigo ou Caixa	O fertilizante é contido dentro de um abrigo com nenhum acesso ao produto por veículos. O enchimento é geralmente por cima em um sistema de alimentação. Para a recuperação é usada raspadeira recuperadora.
Tremonha ou Silo	O fertilizante é armazenado dentro de um silo que é cheio pneumáticamente ou por outro meio adequado, sendo recuperado pelo fundo (a capacidade comum é de até 30 toneladas).

Quadro 3 – Tipos de armazenagem de fertilizantes
Fonte: Portopédia (2014)

Em empresas de fertilizantes, há épocas em ocorrem uma redução no estoque de fertilizantes, principalmente na época da entressafra, não obstante, no período da safra esse problema também pode ocorrer, visto que o cliente pode retirar o produto da empresa quando assim o quiser, conforme sua necessidade. Por isso, uma gestão de estoque voltada ao fertilizante deverá ser adequada e ter a participação de pessoas capacitadas e habilitadas por ser um produto específico. Logo, essa gestão deverá envolver de vários profissionais como gestores, engenheiros, técnicos, advogados dentre outros.

Tem-se, na Figura 1, a descrição de como é feito o mapeamento do processo industrial da mistura de fertilizantes.

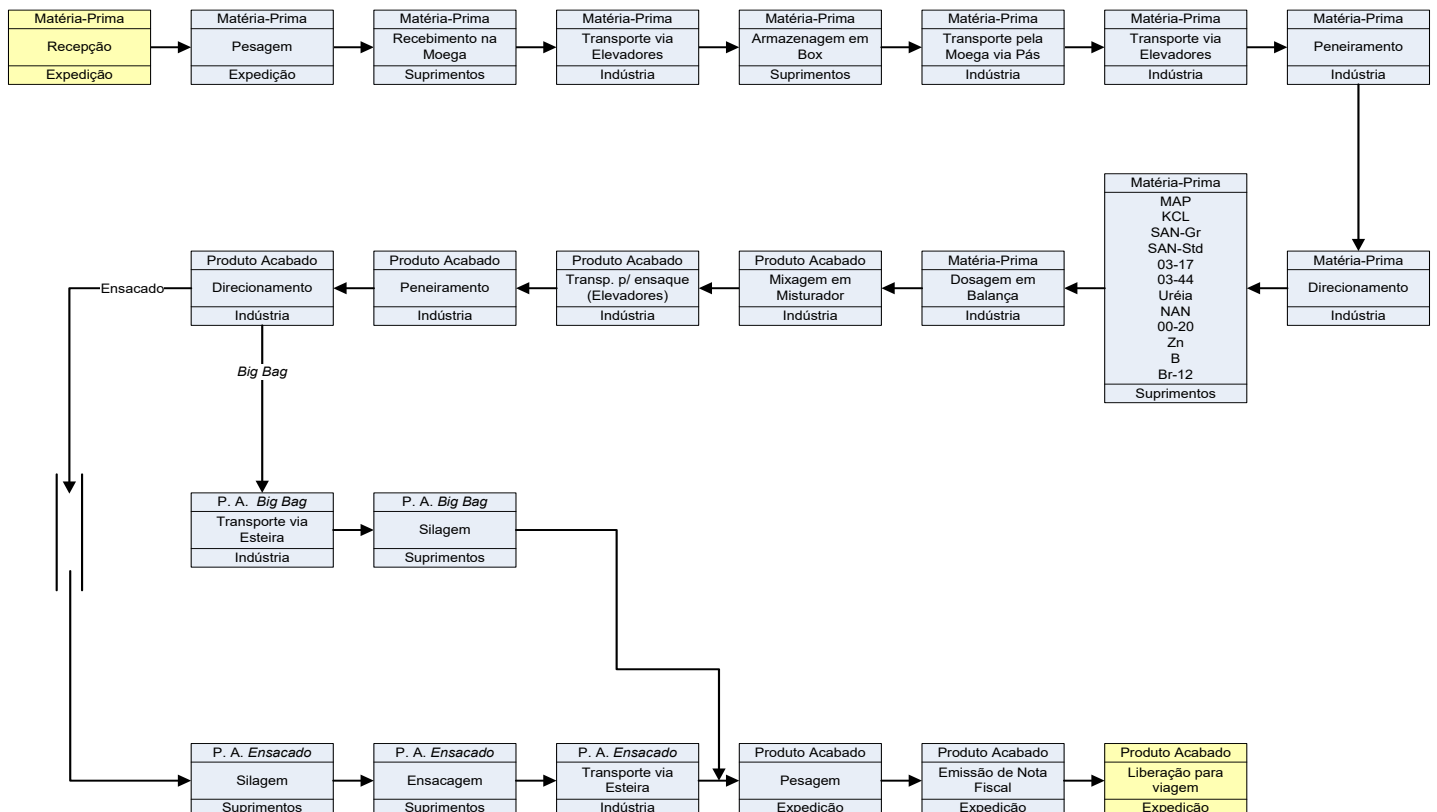


Figura 1 – Mapeamento do processo industrial
Fonte: Empresa fictícia

Moura (2010) compreende que a estocagem ou armazenagem e como um pulmão que facilita o manuseio e o uso dos materiais com uma organização eficiente. Considerando que a estocagem do material inclui o tamanho do espaço, peso,

quantidade, vendas necessárias, restrições físicas, altura entre outras especificações.

Para o mesmo autor, a estocagem define como uma atividade é realizada, a princípio, como é guardada, segura e ordenada de todos os materiais no armazém conforme o uso nas operações de produção entre o tempo produção e a venda ao cliente final. E também é influenciado por alguns fatores como necessidade de compensação de diferentes capacidades de fases da produção; equilíbrio sazonal; garantia de produção em escala; custos de aquisição de materiais e venda do produto acabado.

Para Slack *et al.* (2009), a armazenagem pode se tornar mais eficiente evitando o mais possível à estocagem com a redução dos estoques de matérias-primas, somente o necessário para a produção quanto mais evitar diminuirá os espaços ocupados e as despesas de gestão, operando de forma mais eficiente do que foi produzido ou comprado sendo imediatamente expedido e utilizado sem armazená-lo. E isso para ocorre nas empresas e necessário repensar quais matérias-primas estocar, pois existem muitos estoques inúteis os quais devem ser eliminados em primeiro lugar.

A cadeia produtiva de fertilizantes se compõe de cinco elos, sendo que os três primeiros compõem a indústria de base dos fertilizantes, um ramo da indústria química de inorgânicos e o quarto elo, o de fabricação de misturas, o último elo da cadeia de produção do NPK (ABIQUIM, 2009). Este trabalho trata do último elo da cadeia produtiva de fertilizantes que é sobre a fabricação de fertilizantes. Cada um dos elos dessa cadeia produtiva pode ser observado, com maiores detalhes, na Figura 2.

- a) Indústria extrativa mineral, fornecendo as matérias-primas básicas para os fertilizantes, que são: rocha fosfática; enxofre; gás natural, subprodutos das refinarias de petróleo e nitrogênio; rochas potássicas.
- b) Indústria de fabricação de produtos químicos inorgânicos, produzindo as matérias-primas básicas e intermediárias: ácido sulfúrico; ácido fosfórico; amônia anidra.
- c) Indústria de fabricação de fertilizantes simples, que podem ser: superfosfato simples SSP; superfosfato triplo (TSP); fosfatos de amônio (MAP e DAP); nitrato de amônio; sulfato de amônio; ureia; cloreto de potássio; termofosfatos; rocha fosfática parcialmente acidulada. - Misturas e formulações: indústria de fabricação de produtos finais fertilizantes, mistos e granulados complexos (NPK), o último elo de produção dentro da cadeia do NPK.



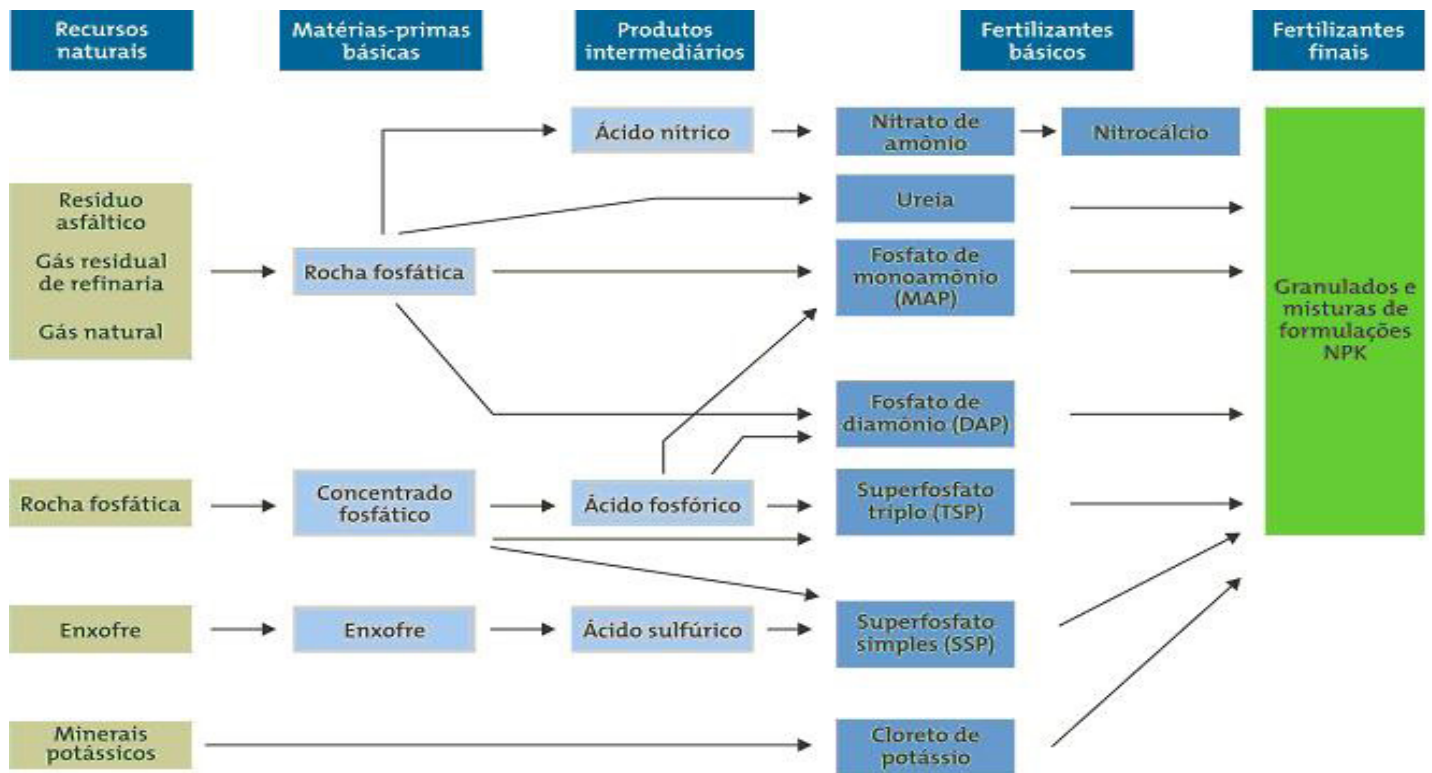


Figura 2 – Cadeia produtiva produção NPK

Fonte: <https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/06/08/o-setor-de-fertilizantes-no-brasil/>

2.3 Aspectos ambientais da estocagem de fertilizantes

O artigo 1º e incisos de I a V, da resolução n.º 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define o impacto ambiental como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986, p. 1)

A produção de fertilizantes provoca a emissão de poluentes na atmosfera, cuja presença e proporção variam de acordo com o produto produzido e o tipo de processo empregado: material particulado, tetrafluoreto de silício, fluoreto de hidrogênio, amônia, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio. Também gerado material particulado nas etapas de transferências e classificação que ocorrem no processo

de produção.

Conforme dispõe a resolução n.º 5, de 15 de junho de 1989 do CONAMA, ficam estabelecidos os seguintes limites máximos de poluentes atmosféricos, gerados pelas indústrias do setor de fertilizantes, expressos em concentração (MG/Nm³), ou em taxa mássica (em termos de kg/t de produto ou de matéria-prima) em base seca (BRASIL, 1989).

Slack *et al.* (2009) entendem que partes dos desastres que ocorrem no mundo são consequências de falhas nas operações, resultantes, de alguma maneira, dos procedimentos operacionais que foram inadequados, talvez menos dramáticos a curto prazo, mas com consequências graves a longo prazo, com impacto ambiental de produtos que não podem ser reciclados.

Assim, os fertilizantes necessitam ser armazenados adequadamente para que não ocorra um impacto ambiental que traga prejuízo a saúde. A área de produção de uma empresa que é responsável por uma gestão de estoque que tratará da armazenagem de estoque (BALLOU, 20011, SLACK *et al.*, 2009).

Atualmente, muitas empresas já começaram a reconhecer suas responsabilidades ambientais, em resposta geral às pressões de legisladores, reguladores, consumidores e da comunidade. É relativamente recente a preocupação de algumas empresas no que se refere à disponibilização de informações sobre suas práticas ecológicas. É importante ressaltar também que vem havendo, por parte dessas empresas, um desejo altruístico de causar menos danos ao planeta, sendo que muitas têm várias razões para ser sustentavelmente corretas, visto que se tornando mais disciplinadas, em seus processos, acabam por provocar uma dupla identificação de oportunidades para cortar custos e riscos ambientais potenciais (SLACK *et al.*, 2009).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é qualitativa. Uma pesquisa bibliográfica sobre o meio ambiente e armazenagem foi realizada com buscas em artigos científicos e livros didáticos.

Um roteiro de entrevista semi estruturado foi desenvolvido. Este roteiro de entrevista tem 9 perguntas, e está a seguir.

- a) 01 - Qual seu nome, função e posição desempenhadas dentro da empresa?
- b) 02 - O que você entende por estocagem viavelmente correta?
- c) 03 - Como você descreve hoje a estocagem ou armazenagem na sua em-



presa?

- d) 04 - Com relação ao meio ambiente, a estocagem e o manuseio dos fertilizantes, na sua empresa, são ambientalmente corretos?
- e) 05 - Qual a posição da empresa hoje em relação às práticas ecológicas e à sustentabilidade ambiental, no seu ponto de vista?
- f) 06 - Muitas reportagens anunciam, diariamente, que os desastres ambientais são consequências de falhas nas operações devido a procedimentos operacionais inadequados. Qual sua opinião em relação a estas informações?
- g) 07 - Em sua opinião qual a melhoria que deveria ser implantada hoje na empresa para uma estocagem e manuseio corretos?
- h) 08 - As lei do Ministério da Agricultura e do Ministério do Meio Ambiente é clara com relação à estocagem dos fertilizantes e manuseio? É aplicada?
- i) 09 - Após todas as perguntas acima, em sua opinião, o que você achou sobre este estudo?

A pesquisa de campo aconteceu em uma empresa de fertilizantes situada no triângulo mineiro.

A coleta de dados ocorreu no período de junho de 2014. O roteiro foi aplicado pessoalmente por meio de entrevista em três gestores da empresa de fertilizantes que são também engenheiros agrônomos e responsáveis pela parte gerencial de suprimentos, produção e qualidade.

A análise de dados considerou as respostas dos engenheiros e os dados secundários cedidos pela empresa.

4. ANÁLISE DE DADOS

Esta pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo de fertilizantes como forma de identificar a viabilidade da estocagem em relação ao meio ambiente. Através de roteiro de entrevista aplicado diretamente a pessoas responsáveis pelas áreas do processo produtivo da empresa.

A empresa de fertilizante analisada atua na região de Minas Gerais, Goiás e São Paulo e tem 110 funcionários. A empresa atua no segmento de nutrição vegetal, tem um faturamento superior à R\$ 100.000.000,00. A missão desta empresa



é: “Disponibilizar para seus clientes, de forma confiável, competitiva e sustentável, com ética, qualidade e segurança, alternativas de produtos e serviços de nutrição vegetal, objetivando o aumento da eficácia de suas atividades, sua satisfação e de nossos colaboradores, investidores e da sociedade”. Foram três entrevistados que na qual o entrevistado 1 ocupa o cargo de Gerente Industrial, Gerenciamento Geral da Indústria, o entrevistado 2 ocupa o cargo de Coordenador de Suprimentos e o entrevistado 3 ocupa o cargo de Gerente de Marketing e Controle de Qualidade.

Os três entrevistados concordam que, na empresa onde trabalham, a estocagem dos fertilizantes é ambientalmente correta, visto que a estocagem das matérias-primas é feita nos devidos lugares, de fácil alocação e movimentação, evitando perdas ao meio ambiente (Quadro 4).

Viabilidade	
Entrevistado 01	Uma estocagem que não gera perda, de fácil manuseio e sem impacto ambiental.
Entrevistado 02	Trata-se de um sistema de alocação de matérias-primas ou produtos acabados que garantam a integridade e a qualidade dos mesmos e que atenda às normas exigidas pelo órgão fiscalizador e agências reguladoras.
Entrevistado 03	Mantém a qualidade físico-química do produto recebido, por tempo determinado pelo fornecedor. Com relação ao meio ambiente essa armazenagem deve impedir vazamentos para fora da área industrial, podendo ser levado por água, vento ou outro meio para locais onde ele possa contaminar ou alterar, de forma permanente ou temporária, a área para onde ele foi levado.
Melhorias	
Entrevistado 01	No caso da empresa em que trabalho não há muito para ser feito, somente nos estoques embalados seria possível fazer um galpão ao invés de cobri-los com lona, pois a estocagem à granel considero em condições perfeitas de armazenagem.
Entrevistado 02	Acredito que temos em nossas unidades procedimentos corretos de manuseio de matérias-primas e destinação correta de produtos oriundos da produção de fertilizantes.
Entrevistado 03	No nosso caso não vejo grandes modificações a ser realizadas, exceto em relação ao nitrato de amônio, que no momento está aguardando as novas normas para podermos nos adaptar.
Estocagem e Manuseio	
Entrevistado 01	Estocagem tanto à granel como em bags, em lugares apropriados. Tanto a estocagem como o manuseio são corretos, até nas sobras (varreduras) tomamos o cuidado de armazenar em lugares apropriados, com caixas de contenção e captação de chorume.



Entrevistado 02	A estocagem das matérias-primas na empresa é considerada adequada, tendo em vista os padrões do mercado e as características dos produtos. Por se tratar de produtos que são utilizados como nutrientes para aumentar a fertilidade dos solos nossas matérias-primas não causam danos significativos ao meio ambiente (rios, atmosfera e solo), o que classifica nosso tipo de armazenagem e manuseio como ambientalmente corretos.
Entrevistado 03	A nossa estocagem é muito boa para o propósito da empresa. A nossa armazenagem é basicamente de produtos sólidos e granulados, que tem baixa taxa de movimentação por ventos ou águas de chuva. O produto que mais nos preocupa, no momento, é o nitrato de amônio, que sob determinadas condições pode ter efeito explosivo. Estamos, no momento, aguardando novas normas de transporte, armazenagem e manuseio, que seguramente exigirão adaptações que serão seguidas pela empresa, sem dúvida alguma, guardadas as ressalvas do nitrato, que seguramente serão alteradas, mas a empresa terá prazos legais para adaptação.

Quadro 4 – Estocagem em relação ao meio ambiente

Fonte: Elaborado pelos autores (2014)

Segundo Slack *et al.* (2009), a armazenagem pode se tornar mais eficiente evitando o quanto possível a estocagem, com a redução dos estoques de matérias-primas, mantendo somente o necessário para a produção, agindo assim a empresa irá diminuir os espaços ocupados e as despesas de gestão, operando de forma mais eficiente do que foi produzido ou comprado, sendo imediatamente expedido e utilizado sem armazená-lo.

Para que isso ocorra nas empresas é necessário reconsiderar quais matérias-primas devem ser estocadas, uma vez que existem muitos estoques inúteis, os quais devem ser eliminados em primeiro lugar.

Os entrevistados concordaram que toda estocagem dos materiais do processo produtivo é realizada conforme a exigência dos órgãos fiscalizadores e agências reguladoras para manter a integridade física e qualidade evitando vazamento do produto para fora da área industrial podendo ser levado pela água, vento ou outro meio, contaminando o meio ambiente (Quadro 4).

Entrevistado 01	Em relação às práticas ecológicas somos cuidadosos, preservando e cuidando do meio ambiente com alguns projetos; quanto ao aspecto sustentável as ações ainda não foram realizadas.
Entrevistado 02	A empresa se preocupa, em suas plantas industriais, com procedimentos de armazenagem e industrialização, que garantam um “passivo” ecológico muito pequeno. Como nossos produtos são aplicados diretamente nos solos, nossas preocupações estão mais voltadas para o descarte de embalagens e entulhos que são gerados no processo de industrialização e manutenção de nossas plantas fabris. Temos também, implantado desde 2007, o programa 5S, que, em resumo, organiza e destina todos os materiais desnecessários às operações da empresa, tornando o ambiente de trabalho mais limpo e organizado, diminuindo desperdícios de qualquer natureza.
Entrevistado 03	Todos os nossos produtos são para uso no solo e na nutrição de plantas, oferecendo baixo risco de manuseio e contato com a pele, sendo pouco agressivo para o meio ambiente, o homem, plantas e animais. As contaminações, mais graves no caso do lençol freático, dependem muito mais dos nossos consumidores do que de nós. As nossas práticas são pautadas na legislação ambiental vigente.
Desastres por consequências de falhas operacionais	
Entrevistado 01	Todo ser humano está sujeito a falhas, em minha opinião, todas as operações que podem ser automatizadas, pois assim reduziria falhas pelo simples motivo da operação não estar em mãos de pessoas que não estejam devidamente preparadas.
Entrevistado 02	Podemos dizer que falhas operacionais em razão de procedimentos inadequados acontecem com maior frequência. Porém, atrelado a este fato, e agravando ainda mais estes desastres ambientais, temos problemas graves de infraestrutura no Brasil, além de uma fiscalização ineficiente, que corroboram para agravar tais problemas.
Entrevistado 03	Essas reportagens normalmente se referem a produtos químicos, defensivos agrícolas (que exigem conhecimentos de aplicação, dosagens controladas, equipamentos adequados, EPIs, etc.). Desastres ambientais normalmente ocorrem com produtos líquidos, que são de difícil contenção quando liberados gases, etc. O transporte é que requer mais cuidado. Cada produto tem seu grau de risco conhecido. As normas existem e são claras, elas devem ser cumpridas com rigor por todos os envolvidos. Vale ressaltar que há treinamento de equipes e manuais de operação claros, havendo punições para falhas e descumprimento de normas.
Aplicação da Legislação	
Entrevistado 01	Não considero ambas as leis claras, porém, seguimos todas à risca. Quando há alguma fiscalização dizendo que estamos desconformes, corrigimos no ato.

Entrevistado 02	As leis que regulamentam a estocagem e manuseio dos fertilizantes são de fácil entendimento e de simples aplicação, no caso das empresas “misturadoras” de fertilizantes. No caso das empresas “granuladoras” de fertilizantes, as leis são claras, mas muito mais difíceis de serem aplicadas, pois dependem de grande investimento e altos custos de manutenção.
Entrevistado 03	O Ministério da Agricultura se preocupa, e há regulamentação para isso, com os teores de metais pesados contidos nos fertilizantes, principalmente nos micronutrientes. Essa fiscalização é mais severa nos nossos fornecedores. No nosso caso a exigência é que semestralmente seja feita a análise de nossas matérias-primas. Para armazenagem a legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é muito clara, mas com preocupação focada na qualidade do produto para os consumidores e com pouca preocupação com o meio ambiente. Não conheço a ação do Ministério do Meio Ambiente na área de fertilizantes.

Quadro 5 – posição da empresa diante das práticas ecológicas e da sustentabilidade
 Fonte: Elaborado pelos autores (2014)

De acordo com os entrevistados há poucas melhorias que precisam ser feitas, pois todo manuseio e estocagem das matérias-primas são executados conforme procedimentos que, além de corretos, são fiscalizados pelos órgãos responsáveis, ou seja, o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Agricultura. Na empresa de fertilizantes há materiais de cuidados específicos, como nitrato de amônia, o qual é fiscalizado pelo Exército como produto controlado explosivo (Quadro 4).

Segundo os entrevistados, as empresas estão voltadas às práticas ecológicas e sustentáveis, pois todos resíduos gerados, no processo produtivo, são estocados em forma de varredura, em local apropriado; também vendido como nutrição para as plantas e culturas. Os fertilizantes aplicados nas quantidades corretas não são nocivos à saúde humana e ao meio ambiente e somente aplicado em quantidade alta ocorre à contaminação dos lençóis freáticos (Quadro 5).

Na empresa de fertilizantes há projetos ecológicos e sustentáveis, mas se encontram parados, atendendo somente as exigências técnicas da licença ambiental vigente. Há um programa aplicado nos descartes de embalagem e entulhos gerados pelo processo de industrialização e manutenção da fábrica, com destinação correta final. Verifica-se que a empresa de fertilizante tenta gerir sua produção por cumprir os aspectos ambientais exigidos por lei (Quadro 5).

Os desastres ambientais, segundo os entrevistados, ocorrem em razão de falhas nos procedimentos executados sem a devida cautela, situação que pode vir a se concretizar quando os funcionários que manuseiam os fertilizantes não têm o devido preparo (Quadro 5).

Um dos entrevistados diz que no Brasil há muitos desastres em razão dos graves problemas de infraestrutura, além da ausência de uma fiscalização adequada, o que vem a aumentar tais problemas (Quadro 5). Slack *et al.* (2009) afirmam que

um número considerável dos desastres que ocorrem no mundo são decorrentes de falhas nas operações em razão de procedimentos operacionais inadequados, talvez menos severos em um curto prazo, mas com consequências graves a longo prazo, com impacto ambiental de produtos que não podem ser reciclados.

É importante ressaltar que embora os entrevistados 01 e 02 considerem claras as leis que regulamentam a estocagem e o manuseio de fertilizantes, o mesmo não se pode afirmar em relação ao entrevistado 03, posicionamento este que é muito justificável, levando-se em consideração que consta na lei apenas dois artigos que tratam da questão do armazenamento, ou, como alguns preferem chamar, estocagem, são eles os arts. 47 e 48, os quais realmente não são claros em relação ao meio ambiente no processo de armazenagem de fertilizantes, como se pode constatar na transcrição dos referidos artigos abaixo:

Os entrevistados concordam que na empresa onde trabalham a estocagem dos fertilizantes é ambientalmente correta, pois a estocagem das matérias-primas é feita nos devidos lugares, de fácil alocação e movimentação para evitar perdas ao meio ambiente.

Moura (2010) compreende que a estocagem ou armazenagem e como um pulmão que facilita o manuseio e o uso dos materiais com uma organização eficiente.

Para SLACK et al. (2009), a armazenagem pode se tornar mais eficiente evitando o mais possível à estocagem com a redução dos estoques de matérias-primas, somente o necessário para a produção quanto mais evitar diminuirá os espaços ocupados e as despesas de gestão, operando de forma mais eficiente do que foi produzido ou comprado sendo imediatamente expedido e utilizado sem armazená-lo.

Observaram também que em toda estocagem dos materiais do processo produtivo são estocados conforme exigidas pelos órgãos fiscalizadores e agências reguladoras. Mantendo a integridade física e qualidade evitando vazamento do produto para fora da área industrial podendo ser levado pela água, vento ou outro meio, contaminando o meio ambiente.

Para o artigo 47, do decreto Nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que regulamenta a Lei Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980: "O armazenamento de fertilizantes deve observar as instruções fornecidas pelo fabricante ou importador, bem como as condições de segurança apresentadas no rótulo e as regras e procedimentos estabelecidos para o armazenamento de produtos que oferecem perigo, quando for o caso".

De acordo com os entrevistados, na empresa há poucas melhorias que necessitam ser implantadas, pois todo manuseio e estocagem das matérias-primas é executada corretamente conforme os órgãos fiscalizadores: Ministério do meio ambiente e Ministério da agricultura. Deve observar que existem materiais de cui-



dados específicos como Nitrato de amônio o qual mesmo é fiscalizado pelo Exército como produto controlado explosivo.

Art. 47. O armazenamento de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes obedecerá às normas nacionais vigentes, devendo ser observadas as instruções fornecidas pelo fabricante ou importador, bem como as condições de segurança explicitadas no rótulo e se submeter, ainda, às regras e aos procedimentos estabelecidos para o armazenamento de produtos perigosos, quando for o caso, constantes da legislação específica em vigor.

Art. 48. O transporte de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes deverá se submeter às regras e aos procedimentos estabelecidos para transporte de produtos perigosos, quando for o caso, constantes da legislação específica em vigor (BRASIL, 2004, p. 17).

Hoje para se tornar competitivas, muitas empresas possuem uma conscientização, reconhecendo suas responsabilidades ambientais em resposta geral às preocupações e pressões de legisladores, reguladoras, consumidores e da comunidade.

As empresas que comercializam fertilizantes e seguem com rigor a legislação, uma legislação clara, não há razões para que as empresas de fertilizantes tenham algum tipo de apreensão em relação aos seus processos; essa cautela vem apenas a mostrar aos consumidores e à comunidade o quanto a empresa está atenta aos seus processos produtivos, de forma a não prejudicar o meio ambiente e a saúde.

5. CONCLUSÃO

A estocagem de fertilizantes da empresa pesquisada está sim ambientalmente correta, conforme determina a lei, tendo como base para essa afirmação o que está contido no texto normativo das leis regulamentadoras.

Entretanto, é importante ressaltar que tais leis não são devidamente claras em relação ao manuseio e à estocagem dos fertilizantes, o que tem gerado certa dificuldade, por parte da empresa, na interpretação correta da vontade do legislador; porém, mesmo diante dessa realidade, a empresa de fertilizante estudada tem conseguido se adequar devidamente aos procedimentos exigidos pelo legislador.

Assim, serve de alerta ao legislador, pois muitas empresas podem estar passando pelas mesmas dificuldades relacionadas ao cumprimento que está previsto em lei, por encontrarem dificuldade de interpretar, com exatidão, a vontade do legislador, ao contrário de empresas que, intencionalmente, não cumprem o que determina a lei.

As limitações encontradas neste estudo referem ao tempo de coleta de dados



curto junto com a disponibilidade dos gestores da empresa de fertilizantes em responder esta pesquisa em tempo hábil para o pesquisador.

Como sugestões de novas pesquisas tratar do tema logística em relação aos fertilizantes, pois este trabalho englobou apenas a parte de armazenagem.

Referências

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química. Anuário da Indústria Química Brasileira. São Paulo, 2009. 187 p.

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. O uso de fertilizantes minerais e o meio ambiente. São Paulo: IFA/UNEP/ANDA, 2000. 63 p.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL Agrícola – 2014. Brasil pode entrar para o grupo dos maiores em fertilizantes. Disponível em: <<http://www.brasilagricola.com/2013/04/brasil-pode-entrar-para-o-grupo-dos.html>>. Acesso em: 28 ago. 2014.

_____. Decreto n.º 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Aprova o Regulamento da Lei n.º 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Brasília, 14. jan. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm>. Acesso em: 15 set. 2014.

_____. Decreto n.º 86.955, de 18 de fevereiro de 1982. Regulamenta a Lei 6.894, de 16 de dezembro de 1980, alterada pela Lei n.º 6.934, de 13 de julho de 1981, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e pelo Decreto-Lei n.º 1899, de 1981, que institui taxas relativas às atividades do Ministério da Agricultura. Brasília, 18 fev. 1982. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/arquivos/decretos/decr_86955_82\[1\].pdf](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/arquivos/decretos/decr_86955_82[1].pdf)>. Acesso em: 11 set. 2014.

_____. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 23 jan. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 21 set. 2014.

_____. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 005, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81>>. Acesso em: 23 set. 2014.

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. 7 ed. São Paulo: IMAM, 2010. 500 p.

PRADO FILHO, H. R. O setor de fertilizantes no Brasil – 2010. Disponível em: <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/06/08/o-setor-de-fertilizantes-no-brasil/>>. Acesso em: 27 ago. 2014

Portopédia. Tudo sobre transportes, logísticas, comércio e turismo. Armazenagem de fertilizantes. Disponível em: <<https://portogente.com.br/portopedia/armazenagem-de-fertilizantes-79279>>. Acesso em: 5 out. 2014.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. 3. ed., São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.



AUTORES¹

1 Currículo vide Lattes / Linkendin

Adriano Bicioni Pacheco

Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo (2019). Mestre em Engenharia Agrícola (2017) e Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2015).

Alberto do Nascimento Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade do Estado da Bahia (Campus IX - Barreiras). Mestre em Agronomia (solos, água e qualidade ambiental) pela Universidade de Brasília e Doutorando em agronomia também pela Universidade de Brasília em parceria com a Embrapa Cerrados. Desenvolve tese de doutorado na área de “Efeito do estresse hídrico na fisiologia, morfologia e desempenho agrônômico nas culturas do feijão, milho, trigo, triticale, canola, amaranto, quinoa e trigo sarraceno”. Atualmente é Professor da Universidade do Estado da Bahia, onde ministra as disciplinas de Elaboração de projetos de pesquisa e extensão, Botânica Agrícola, Manejo e conservação do solo e água, Avaliação e Perícia em Agronomia, Gestão Ambiental, Gestão e Marketing do Sistema Agroindustrial e Gestão Empresarial e de Pessoas. Também ministra as disciplinas de Tecnologia de produção de sementes, Química básica e Microbiologia na Faculdade Regional da Bahia (UNIRB).

Aldivan Rodrigues Alves

Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Maranhão - IFMA, Campus Caxias. Graduado e Mestre pela Universidade Federal da Paraíba - Areia. Doutor pelo Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ), UFPB/UFRPE/UFC, atuando em Nutrição de Ruminantes nos seguintes temas: caprinos, ovinos, alimentos e alimentação, análise de alimentos, sistema de produção no semi-árido e avaliação da produção de metano por ruminantes.

Alexandre Meneghello Fuentefria

Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na Faculdade da Farmácia e orientador permanente de mestrado e doutorado na área da Micologia nos programas PPGMAA/UFRGS e PPGCF/UFRGS. Possui doutorado em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2007). Atualmente coordena pesquisas envolvendo as seguintes linhas: a) desenvolvimento de novas drogas antifúngicas e imunomoduladoras para o combate de infecções fúngicas de difícil tratamento; b) desenvolvimento de novos fungicidas agrícolas para o combate de fungos fitopatogênicos de difícil erradicação. Publicou mais de 100 artigos científicos envolvendo os temas resistência e susceptibilidade aos antimicrobianos de fungos patogênicos. Possui depósitos de patente de novas moléculas



antifúngicas. No ensino de graduação é professor das disciplinas de Micologia Clínica, Microbiologia Clínica, Imunologia Clínica, Imunologia Básica e Imunodiagnóstico na Faculdade de Farmácia da UFRGS.

Amanda Bonifacio Maciel

Engenheira Agrônoma (15451D RO). Com experiência em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Amazônia Ocidental e em Estratégias de Produção e Conservação de Forragem para a Seca em Rondônia. Vínculo empregatício com a Agropecuária Casa da Lavoura em São Francisco do Guaporé. Curso em andamento: MBA em Gestão do Agronegócio.

Ana Caroline Santos de Sousa

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Ana Lúcia Eufrázio Romão

Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2008). - Especialização em Engenharia de Petróleo e Gás Pela Universidade de Fortaleza (Unifor). - Bolsista do Programa de Capacitação Institucional do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), categoria DTI, nível 7G, com vigência de 01/12/2009 a 30/04/2010. - Pesquisadora/inventora de Blenda polimérica, método de adsorção de íons metálicos pela blenda polimérica, e processo de produção da blenda polimérica. Em processo de registro de patente sob o número: BR 10 2012 032327 3 A2.

André Luiz da Silva Baia

Graduando em Engenharia Agrônoma e Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO). Membro dos Grupos de Pesquisa Sistemas integrados de produção agropecuária na Amazônia Ocidental (INTEGRA) e Estratégias de Produção e Conservação de Forragem para a Seca em Rondônia (GEFOS). Atuando nas áreas de conservação de forragens (principalmente na área de ensilagem de forrageiras tropicais), na produção de culturas anuais (milho, soja, sorgo e girassol) e em sistemas convencionais e de produção integrada (integração-lavoura-pecuária-floresta).

André Oliveira Conceição

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.



Andréia Freitas de Oliveira

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semiárido (2004) e mestrado em Mestrado Em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (2008) e Doutorado pela Universidade Federal do Maranhão (2016). Atualmente é professor do ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal do Maranhão, Campus Caxias. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Manejo e Sanidade de Animais de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Parasitologia, pesquisa de fitoterápicos, alimentos alternativos, agroecologia.

Antônio Anízio Leal Macedo Neto

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural da Amazônia, mestrando no programa de pós-graduação em agronomia, pela mesma instituição. Estudante de intercâmbio, pelo Ciência Sem fronteiras, Na Szent Istvan University (Hungria) por um ano. Tendo atuado na área de ciência do solo, com foco em Gênese, Morfologia e Classificação do Solo. Tem interesse na área de sensoriamento remoto e geoprocessamento, geoestatística, fertilidade do solo e agricultura de precisão.

Antônio Breno Costa Nascimento

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Antonio Francisco Savi

Possui graduação em Análise de Sistemas pela Universidade de Ribeirão Preto (2000) e mestrado em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade de São Paulo (EESC-USP) (2003) e Doutorado em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade de São Paulo (EESC-USP) (2009) . Atualmente é docente da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP Campus Itapeva. Atua nas áreas de Ciência da Computação e Engenharia de Produto, com ênfase em Manufatura, atuando principalmente nos seguintes temas: engenharia econômica, gestão do conhecimento, desenvolvimento de produtos, gestão de projetos, Design for Assembly (DFMA), manufatura, metodologia de desenvolvimento de software e logística. Atuou com implantações de sistemas ERP na área de manufatura (PCP, Custos, Engenharia, MRP, Manutenção, Gerenciamento de Materiais, Distribuição).

Aristides Pavani Filho

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1982) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1990). Foi Chefe de Divisão de Micro Sistemas, Coordenador do CSS, Coordenador do CTI-NE, Coordenador da COARE e Assessor do Ministro da Ciência, Tecnologia,



Inovações e Comunicações. Atualmente é Diretor do Departamento de Tecnologias Estratégicas e de Produção - DETEP da Secretaria de Tecnologias Aplicadas - SETAP do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Micro e Nanotecnologias, Materiais Avançados, Sensores, Robótica e aplicações ambientais. Experiência na proposição e coordenação de projetos e na elaboração e gestão de políticas públicas na área de ciência e tecnologia. É Acadêmico da Academia Cearense de Matemática.

Armando Castello Branco Junior

Biólogo, formado pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em 1988. Concluiu seu Mestrado e Doutorado, também pela UNICAMP, respectivamente em 1991 e 1994, nas áreas de concentração em Ecologia e Parasitologia. Foi professor titular da Universidade de Marília (UNIMAR) das cadeiras de Parasitologia, Ecologia, Zoologia de Invertebrados e Análise Ambiental de 1994 até 2008, onde também exerceu os cargos administrativos de Diretor da Fac. C. Farmac., Nutr. e do Esporte (1996 até 1999) e Diretor da Fac. Ciências da Saúde (de 1999 até 2008). Foi Coordenador do curso de mestrado em Análises Clínicas/ Unimar (1997-1999) e coordenador do curso de graduação em Biologia/ Unimar (2005-2008). Publicou diversos trabalhos em periódicos especializados e trabalhos em anais de eventos científicos brasileiros e internacionais. Possui capítulos de livro nas áreas de Controle de Vetores e Gestão Ambiental. Participou de colegiados universitários (Conselho de Ensino e Pesquisa/ UNIMAR; Conselho Universitário/ UNIMAR; Conselho de Campus/ UFTM-Iturama, entre outros) e de colegiados municipais (Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Marília/ SP e Comissão Municipal de Vigilância Ambiental à Saúde de Marília/SP). Faz parte do corpo de avaliadores do Banco de Avaliadores do SINAES (BASIS)/ INEP como Avaliador de Curso de Graduação e Avaliador Institucional desde 2006. Coordenou o curso técnico em Meio Ambiente do SENAC/ Marília/SP de de 2010 a 2012. Foi docente da IES Faculdades Integradas de Ourinhos (FIO/ Ourinhos, SP), de 2011 a 2014, nas áreas de Zoologia, Impacto e Gestão Ambiental, coordenando também o curso de especialização em Gestão Ambiental/ FIO (out. 2012-dez. 2014). Foi docente das Faculdades Integradas de Bauru/ FIB, na área de Parasitologia e Saúde Coletiva, de agosto de 2014 a novembro de 2017. Fez parte da Câmara Técnica da Promotoria do município de Marília, SP de agosto/ 2011 a setembro/ 2014. Desenvolveu estudos de impacto ambiental para processos de licenciamento ambiental e programas de gestão ambiental. É professor do magistério superior da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) desde dezembro de 2017, nas áreas de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia no campus de Iturama/ MG. Atua nas áreas de Parasitologia e Ecologia com ênfase em Entomologia Médica, Controle de Vetores, Impacto e Educação Ambiental e Gestão Ambiental. É consultor Ad-Hoc do banco de pareceristas da Pro-Reitoria de Extensão/ UFTM, membro do NDE/ C. Biológicas/ UFTM/ Iturama e membro da Comissão Própria de Avaliação/ CPA - UFTM. Em termos administrativos, foi Coordenador Substituto de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Universitário da UFTM/Iturama e atualmente é Coordenador Substituto do curso de C. Biológicas/ UFTM-Iturama.



Arthur Carniato Sanches

Professor Doutor da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS. Foi professor substituto da Universidade Federal da Fronteira Sul, lecionando as disciplinas de Irrigação e Drenagem, Máquinas e Mecanização Agrícola, Campus Chapecó-SC. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (2009), onde desempenhou atividades extracurriculares com soja e milho, e extensão rural. Atuou como Assistente Técnico de Mercado pela Bayer CropScience na safra 2010/2011 em Campo Novo do Parecis-MT. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Grande Dourados, área Engenharia de Água e Solos, onde atuou com Manejo e Conservação da Água e Solo, Culturas Irrigadas e Sistemas Pressurizados de Irrigação. Doutor pelo programa de Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" -ESALQ/USP com ênfase em estudos de evapotranspiração e coeficiente de culturas em pastagens irrigadas. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Extensão Rural, manejo de culturas irrigadas, hidráulica, Irrigação e Drenagem.

Bárbara Cristina Guerra Curti

Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Iturama (MG), Brasil. Membro estudante no Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Animais Aquáticos - GEPEAA.

Bruna Dutra da Silva

Graduação em andamento em Ciências - Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil.

Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães

Estudante de graduação do curso de licenciatura em Música da Universidade Federal do Ceará (UFC) desde 2019. Possui graduação em Química (bacharelado) pela mesma Universidade Federal do Ceará (1992), mestrado em Química Analítica pela Universidade de São Paulo - USP Instituto de Química -São Carlos (1996) e doutorado em Ciências (Química) pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (2000). Desde 2003 é professor adjunto da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Tem experiência na área de Química, com ênfase em métodos espectroscópicos e cromatográficos de análise, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de metodologias analíticas, toxicologia clínica, monitoramento ambiental, tratamento de resíduos, reuso da água. Trabalhou como tutor na EaD UECE (2011) e na EaD UFC (2014-2017). a partir de 2020 atua como professor formador na EaD pela UECE.



Carlucio Roberto Alves

Possui Graduação em Química (Bacharel) pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP), Mestrado em Química pelo IQSC/USP, Doutorado Sanduíche no Exterior em Química pelo IQSC/USP e Universidad Autónoma de Madrid, com estágios de Pós-Doutorado pela Embrapa Instrumentação e pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (Portugal). Atualmente é Professor Associado do Departamento de Química da Universidade Estadual do Ceará. É Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, atua como Professor Permanente no Programa de Pós-Graduações da Rede Nordeste de Biotecnologia, orienta discentes de Graduação, Mestrado e Doutorado. É membro da Sociedade Brasileira de Química e da American Chemical Society. Atua como assessor de diferentes órgãos de fomento (CNPq, CAPES, FUNCAP, FAPEMA, FACEPE, PAPEMIG, MS), e parecerista de diversas revistas científicas nacionais e internacionais. Participa do Comitê Executivo Setorial da Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), visando o fortalecimento da cooperação universidade-empresa para a inovação. É integrante da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, da Rede Nordeste de Biotecnologia e da Red Renuwal (rede iberoamericana multi e interdisciplinar que promove aplicações das microalgas). Tem atuado em (1) Desenvolvimento de materiais poliméricos a partir de recursos naturais renováveis, (2) Bioeletroquímica com o desenvolvimento de ferramentas analíticas (sensor e biossensor), (3) Bioprospecção de microrganismos em processos de biorremediação de água e solos contaminados, (4) Atua em química fina no desenvolvimento de fármacos. Tem desenvolvido projetos de pesquisas fomentados por CNPq, CAPES, FUNCAP, FINEP, FAPESP, MS e BNB. Lidera o Grupo de Biotecnologia Ambiental, composto por laboratórios integrados com unidades multiusuários e multidisciplinar (Sistema de Laboratórios em Nanotecnologia e Biomateriais - SisNaBio).

Carmino Hayashi

Possui Licenciatura Plena em Ciências Biológicas (USP), Mestrado em Zootecnia (UNESP) e Doutorado (UFSCar). Também é Bacharel em Administração Pública (UFSJ) e graduado em Gestão Empresarial (FATEC). Possui Especialização em Design Instrucional para EaD (UNIFEI), Especialização em Planejamento, Implementação e Gestão da EaD (UFF), Especialização em Gestão Pública Municipal (UFSJ) e Especialização em Mídias na Educação (UFSJ). Publicou em parceria 187 artigos completos em periódicos indexados, sete capítulos de livro, 21 textos em jornais, 403 trabalhos em resumos/anais de congressos, além da organização e edição de quatro livros. Orientou 72 alunos em nível de graduação, pós-graduação e pós-doutorado, além de diversos outros estagiários. Participou em 97 bancas examinadoras de graduação e pós-graduação e em 42 bancas de processos seletivos e concursos públicos. Foi Professor Titular na Universidade Estadual de Maringá, onde exerceu cargos de Diretoria, Chefia e Conselhos; além de docente no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Foi pesquisador científico do CNPq (1B), entre 1991 e 2010; tendo atuado posteriormente como Professor Visitante Na-



cional Sênior - CAPES/MEC na UFTM, Uberaba/MG, entre 2010 e 2014. Em início de carreira (1977-1988), foi professor na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, além de ter atuado também na área de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente em órgãos públicos. Atualmente é Professor Visitante Sênior na UNIFAL (PPG em Ciências Ambientais), assim como Professor Colaborador na UFSCar (PPG em Sustentabilidade na Gestão Ambiental), além de Consultor Científico em vários Institutos, Fundações e Entidades relacionadas à Ciência e Tecnologia e de diversas Revistas Científicas nacionais e internacionais. As principais linhas de pesquisas, ensino e extensão são relacionadas as áreas de Ecologia e Recursos Naturais, Meio Ambiente, Gestão e Políticas Públicas (Sustentabilidade Ambiental), além de Educação (Novas Tecnologias Educacionais/EaD).

Claudemir Gomes de Santana

Bacharel em Química com Atribuição Tecnológica pela Universidade Federal do Maranhão (1992); Mestre em Ciências, área de concentração em Química Analítica, pela Universidade de São Paulo- IQSC em (2002) e Doutor em Ciências, área de concentração em Química Analítica, pela Universidade de São Paulo - IQSC em (2004). Exerceu a direção da empresa CGS Assessoria Técnica, na área de Consultoria Ambiental, no período de 2007 a 2011. Experiências na docência em Instituição pública (2004-2006) e na Instituição privada (2010-atual). Exerceu função de coordenador de Meio Ambiente, Gestão Territorial e Desenvolvimento Econômico no programa de investimentos do BNDES no Estado do Maranhão no período de 2013 a 2016. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Análise de Traços, Química Ambiental e gestão de recursos hídricos, atuando principalmente nos seguintes temas: Resíduos Sólidos, Efluentes Líquidos Industriais e Domésticos, análise físico-química em matrizes ambientais, tecnologia de flotação por ar dissolvido e eletroforese capilar, diagnósticos e controle de emissões atmosféricas e gestão de recursos hídricos. Professor na Unidade de ensino superior do Dom Bosco das disciplinas de Engenharia de Meio Ambiente e Gestão Ambiental, desde 2010.

Cristiane Fernandes Lisboa

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás (2015), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás (2017) e doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (2019). Atualmente é Professora Efetiva da Universidade Federal Rural da Amazônia, Professora Efetiva da Universidade Federal Rural da Amazônia, Professora Efetiva da Universidade Federal Rural da Amazônia e Revisor de periódico da Revista Engenharia na Agricultura. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola.



Cristiane Nair Fabrício Nunes

Possui graduação em Bacharel em Química pela Universidade Federal do Paraná (2009). Pós Graduação *Latu Sensu* em Docência da Química pela AVM- Faculdade Integrada - Brasília (2013). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal da Bahia (2015), com ênfase em Catalise Heterogênea- Química Inorgânica. Profissionalmente, foi professora substituta da Universidade Estadual do Maranhão no Campus Centro de Estudos Superior de Balsas (CESBA), ministrando as disciplinas de Química Analítica e Bioquímica (2009-2010). Também foi professora Substituta na Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) entre os anos 2013-2015, ministrando as disciplinas de Fundamentos de Química Geral e Orgânica, Química Geral II e História da Química. Atualmente é professora substituta na Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus IX, Barreiras-BA, no curso de Engenharia Agrônômica, ministrando as disciplinas de Química Analítica, Bioquímica, Química Geral e Fundamentos de Química Geral e Orgânica. Na pesquisa, desenvolve projetos na determinação de Emissão de CO₂ e Carbono de Biomassa Microbiana em solos do Cerrado baiano.

Cristiane Santos Barbosa

Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Metodista (2009). Com a pós-graduação em nível de Mestrado, têm experiência na área de Microbiologia, com ênfase em Microbiologia Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: metodologia de análise microbiológica, validação metodológica alternativa, contaminação microbiana em combustíveis, laminocultivos, biodegradação e biodeterioração causados por fatores químicos e biológicos (bactérias, leveduras e fungos filamentosos), armazenamento de combustíveis diesel/biodiesel bem como boas práticas de controle de infecção durante a estocagem. LAB-BIO Laboratório de Biodeterioração de Combustíveis e Biocombustíveis; Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, ICBS pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Possui experiência na educação socio/ambiental de crianças, jovens e adultos onde já trabalhou em projetos com a Sulgás e RGE/CPFL Energia.

Cristiane Sonia Arroyo

Possui graduação em Ciências da Computação com ênfase em Análise de Sistemas pela Universidade Federal de Uberlândia (1993), graduação em Pedagogia - Claretiano Centro Universitário (2018), mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (1999) e doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (2007). Atualmente é pesquisadora que integra o grupo de pesquisa PAPO - Programa de Apoio a Produção e Operações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto USP e integra o grupo de pesquisa CEPECAF - Centro de Pesquisa e Capacitação da Empresa Familiar da UNESP de Jaboticabal. Tem experiência na área de Administração atuando, principalmente, nos seguintes temas: administração, operações e logística, administração da informação e sistemas de informação em saúde.



Daniele Muniz dos Reis

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Danielle Morais Amorim

Possui graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (2013) e mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (2015). Foi bolsista de extensão no país pelo CNPq na modalidade EXP C atuando na mobilização e capacitação de grupos em comunidades, promovendo o planejamento, desenvolvimento e execução de projetos agroambientais. No presente, é doutoranda no programa de pós-graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (Esalq-USP), desenvolvendo pesquisa com irrigação localizada por gotejamento subsuperficial no cultivo de pastagens.

Danielma dos Santos Moreira

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Dany Roberta Marques Caldeira

Engenheira Florestal, docente no Instituto Federal de Rondônia, Campus Colorado do Oeste-RO. Mestre em Educação Agrícola pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, especialista em Gestão Florestal pela Universidade Federal do Paraná e doutora em Ciência Florestal pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Realizou Estágio de Pesquisa no Exterior no Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (CIRAD), na Unidade de Pesquisa (UMR) Eco&Sols (2018).

Dayvid Rafael Araújo Mendes

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Débora Pantojo de Souza

Engenheira Agrônoma formada pela Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - UNESP/Botucatu. Mestra em Ciências na área de concentração de Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Especialista em Gestão de Projetos pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Atualmente é Doutoranda no programa de pós-graduação de Engenharia de Sistemas Agrícolas na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo com titulação prevista para Setembro de 2020.



Diego de Souza Sardinha

Engenheiro Ambiental, Mestre e Doutor em Geologia Regional. Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal de Alfenas (Unifal), lotado no Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) de Poços de Caldas (MG) onde desenvolve pesquisa com ênfase em processos geoquímicos superficiais, atuando principalmente em hidrogeoquímica de bacias hidrográficas (interação água-rocha-solo). Trabalha em estudos de intemperismo e evolução do relevo, aportes atmosféricos e contribuições geogênicas / antropogênicas, principalmente os relacionados a bacias de drenagem como unidade de estudo.

Douglas Rafael e Silva Barbosa

Possui graduação em Licenciatura Plena Em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí (2007), Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (2007), Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal pela Universidade Federal do Piauí (2010) e Doutorado em Entomologia Agrícola na Universidade Federal Rural de Pernambuco (2015). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão/Campus Codó. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Entomologia, atuando principalmente nos seguintes temas: controle de pragas e inseticidas botânicos.

Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos

Zootecnista formada pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA (2012). Mestre em Zootecnia (Forragicultura e Nutrição Animal) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2014). Doutora em Zootecnia (Forragicultura) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2018). Tem experiência em na área de zootecnia, atuando em temas: manejo de pastagem, manejo do pastejo, morfofisiologia, composição química, ecofisiologia de plantas forrageiras, eficiência de uso da água e adubação de plantas forrageiras. Atualmente é bolsista pesquisador da área de Produção Animal com bolsa de pesquisa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional - Nível C (FAPEPI/CNPq).

Eliane Maria Pinheiro

Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Pará, Redenção-PA.

Eliene Martins Rodrigues

Graduada em Administração, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras FFCL Ituverava, Ituverava.



Elini Alves Oliveira de Sousa

Enfermeira com experiência em docência, e sabe trabalhar em equipe. Graduada em Enfermagem pela UNIFOR (2008) e em Logística pela Universidade Estácio (2017), com especialização em Enfermagem Clínica pela UECE (2010) e em Terapia Intensiva pela FFB (2011). Tem experiência na área de ensino, com nível Técnico e Superior, pela Faculdade Metropolitana de Fortaleza (FAMETRO) como preceptora de estágio, Escola Saúde Pública do Ceará e nível médio pela Escola Técnica de Enfermagem São Camilo de Léllis, além de atuar na área de Urgência e Emergência, na empresa de Emergências Médicas do Nordeste, como Coordenadora de Enfermagem. Finalizado o curso de mestrado em Ciências Naturais na Universidade Estadual do Ceará, em 31 de dezembro de 2019.

Emerson Toshiharo Tanoue Gibbert

Graduação em Agronomia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Emmanuel Zullo Godinho

Graduado em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista - ESAPP. Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. Doutorando em Agronomia na Universidade Estadual Paulista - UNESP. Pós graduado pela Fundação Getúlio Vargas FGV-RJ com MBA em Gestão Internacional em Agribusiness. Pós graduando em Docência no ensino superior e Educação especial e inclusiva pela Faculdade Venda Nova do Imigrante - FAVENI. Graduado com Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal Tecnológica do Paraná - UTFPR. Conhecimento dos programas de estatística e modelagem: Statistica, Action, Origin e Maple. Analista Técnico certificado pela Associação dos Analistas e Profissionais do Mercado de Capitais - APIMEC. Certificado como operador de mesa do mercado financeiro pela BM&FBOVESPA. Certificado com CPA 20 pela Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais - ANBIMA (2013). Certificado pela Associação Nacional das Corretoras e Distribuidoras de Títulos e Valores Mobiliários, Câmbio e Mercadorias - ANCORD (2007) como Agente Autônomo de Investimentos. Possui experiência como docente no ensino fundamental, médio, graduação e pós graduação.

Ernando Balbinot

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2001), mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2004) e doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2008). Atualmente é professor de ensino técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemas Integrados de Produção Agropecuária; Manejo e Conservação do Solo; Ciência



e Tecnologia de Sementes. É líder do Grupo de Pesquisa Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Amazônia Ocidental - INTEGRA.

Evilásio dos Santos Cardoso Júnior

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Fabiano Gama de Sousa

Graduado em Engenharia Agrônoma (2001), Mestrado e Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista. Professor do IFRO, Campus Colorado do Oeste desde 2009. Coordenador do Curso de Engenharia Agrônoma entre 2011 e 2013. Atua como Pesquisador no Grupos de Pesquisa Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Amazônia Ocidental nas áreas de Integração lavoura-pecuária-floresta, fixação biológica de nitrogênio em gramíneas, ecologia do pastejo, pastagens e culturas anuais.

Fátima Menezes Bento

Graduação e bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1991), Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente (1994) e Doutorado em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001). Durante o doutorado, foi bolsista da UNESCO na Universidade de Portsmouth, Inglaterra, avaliando a degradação microbiana de óleo diesel por cromatografia (GC-MS). Conclui Pós-doutorados na Universidade da Califórnia ? Riverside, atuando na área de biorremediação de hidrocarbonetos (óleo diesel) e metais (2001-2002) e na Universidade da Flórida-Gainesville, acessando a diversidade microbiana com sequenciamento de alto rendimento no período de 2013-2014. Atualmente é professor Associado IV da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, coordenador do LAB-BIO (Laboratório de Biodeterioração de Combustíveis, Biocombustíveis e Biocidas) onde presta serviços de Consultoria na área de Combustíveis (como uma Ação de Extensão na UFRGS); líder de pesquisa em Biodeterioração no Curso de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, onde orienta alunos de Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado. Tem experiência na área de Microbiologia do Petróleo, atuando principalmente nos seguintes temas: biocorrosão, biodeterioração, biodegradação, biorremediação de combustíveis (óleo diesel, gasolina, biodiesel; querosene e bioquerosene); produção de biossurfactantes, Biocidas, resíduos petroquímicos e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Atualmente faz parte da Rede de Estudos e Projetos sobre Armazenamento de Biodiesel da Rede Brasileira de Tecnologia de BIODIESEL e de BIOQUEROSENE financiados pela FINEP e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.



Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

Possui graduação em engenharia agrícola e ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG (2013), graduação em letras inglês pelo Instituto Superior de Educação Ibituruna (2008), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2016) e doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Universidade de São Paulo - ESALQ/USP (2019). Atualmente é professora efetiva na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Durante o mestrado, trabalhou na área de concentração: Recursos Hídricos e Ambientais, Linha de pesquisa: Manejo e aproveitamento de resíduos agroindustriais, já no doutorado, trabalhou na área de Irrigação e Drenagem. Atua prioritariamente com os seguintes tópicos: Irrigação pressurizada, hidráulica aplicada, Fertirrigação, Manejo, tratamento e disposição de águas residuárias, sistemas alagados construídos (wetlands), Biodigestão anaeróbia e Controle de poluição.

Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu

Possui graduação em Bacharelado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000) e graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (2005). Possui Mestrado (2004) e Doutorado (2008) em Engenharia, com área de Concentração em Ciência e Tecnologia dos Materiais pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais (PPGEM/UFRGS). Tem experiência na área de Ciência de Materiais e Química, com ênfase em desenvolvimento de novos materiais poliméricos, atuando principalmente nos seguintes temas: Desenvolvimento de hidrogéis poliméricos em micro e nanoescala para liberação controlada de princípios ativos, Planejamento e Análise Fatorial para otimização de sistemas, modificação química de polissacarídeos, blendas de materiais poliméricos com elastômeros e na caracterização física e química de materiais poliméricos. Atuou como Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional (DCR) na Universidade Federal do Ceará, foi professora substituta na UFRGS (2004-2005) e na UECE (2010-2011), e foi docente e pesquisadora na área de química e ciência dos materiais na Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Atualmente é Profa. Adjunta na área de Química Geral e Analítica (40H/DE) no Curso de Química na Universidade Estadual do Ceará e Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais.

Francisco Edson Paulo Ferreira

Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Ceará (UFC/2013). Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV/2015). Ex-Pesquisador do CNPq no Projeto de Extensão Tecendo a Rede da Extensão Rural no Cariri Cearense. Atuou como monitor das disciplinas de Hidráulica Aplicada e Irrigação e Drenagem. Possui experiência na área de Recursos Hídricos e ambientais na Agricultura Irrigada, Gerenciamento e Manejo da irrigação, Educação Ambiental e Assistência Técnica Rural. Trabalhou como Engenheiro Agrônomo na Secretária de Agricultura e Abastecimento do município de Juazeiro do



Norte-Ce (SEAGRI/JN). É especialista em Manejo Sustentável da Irrigação para o Desenvolvimento dos Sistemas Agrícolas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Crato. E atualmente é aluno de doutorado em Meteorologia na Universidade Federal de Campina Grande-UFCG.

Gabriel Garreto dos Santos

Graduação em andamento em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, IFPA, Brasil.

Gabriely Serrão Freire

Graduanda do curso de Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia. Bolsista CNPQ Pibic na área de Micologia do Museu Paraense Emilio Goeldi com Pucciniales do Clado Fabideas na Amazônia.

Geraldo de Oliveira Sobrinho Júnior

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Gilson Sergio Bastos de Matos

Professor Efetivo da Universidade Federal Rural da Amazônia . Foi responsável pelo setor de Nutrição de Plantas da Belem Bioenergia Brasil S/A (Joint Venture Petrobras x Galp Energia), empresa do segmento da Palma de Óleo. Possui Doutorado em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) com pesquisa alinhada à valores nutricionais de referência pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), Diagnose da Composição Nutricional (CND), Método da Chance Matemática (ChM) e Método da Distribuição Normal Reduzida na cultura da Palma de Óleo. Possui Mestrado (2009-2011), com a dissertação focada à fertilização de área comercial de eucalipto, e Graduação (2004-2008) em Agronomia (UFRA). Atuou como professor substituto da disciplina Manejo e Conservação do Solo e da Água na (UFRA) . Participou do projeto Solos e Agrossilvicultura (convênio UFRA/VALE FLORESTAR) no seguimento de Monitoramento Nutricional das Florestas de Eucalipto. Atua como coordenador de projeto de pesquisa relacionado à amostragem, diagnósticos, recomendação de calagem e adubação do solo. É coordenador de projeto de extensão relacionado ao levantamento de dados do uso do solo, uso de fertilizantes e fertilização, treinamento de interpretação da análise, bem como práticas de calagem e adubação em comunidades rurais do Pará.

Gisely Cristina da Silva

Técnica em Agropecuária pelo IFRO (2012). Engenheira Agrônoma pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. Participou dos Grupos de Pesquisa Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Amazônia Ocidental



- INTEGRA e Estratégias de Produção e Conservação de Forragem para Seca em Rondônia - GEFOS, onde desenvolveu atividades em experimentos na linha de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e Produção e Conservação de forragem no período de dezembro 2015 à dezembro de 2018.

Glaucia Aparecida Prates

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (1986), graduação em Business administration. Curso não reconhecido - Alameda University (2003), graduação em Matemática pela Universidade Metropolitana de Santos (2011), mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (1990) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1998). Atualmente é professor formador da Universidade Virtual do Estado de São Paulo e rdidp da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Tecnologia da Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: pequenas empresas, empreendedorismo, sistemas de gestão ambiental, gestão da qualidade e tecnologia da informação.

Gutemberg Cavalcante dos Santos

Graduação em andamento em Zootecnia pelo Instituto Federal do Maranhão, IFMA, Brasil.

Isabel dos Anjos Meira

Graduada em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Pará, Redenção-PA.

Ítala Duam Souza Narusawa

Acadêmica de bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará-Campus Castanhal. Participou de um projeto de pesquisa científica relacionado a eficiência do húmus de minhoca no desempenho do milho crioulo no nordeste paraense. Participante do grupo Meninas da Geotecnologia, grupo que viabiliza dar mais participação de mulheres na ciência e tecnologia.

Itamar Rosa Teixeira

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1995), Mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (1998), Doutorado (2002) e Pós-doutorado (2006) em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Agronomia/Fitotecnia com ênfase em: manejo e tratamentos culturais, consorciação, nutrição/adubação e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e outras leguminosas.



Ivanessa Ramos Mariano

Bacharelada em Agronomia pelo Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária- PRONERA, Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís/Maracanã, São Luís-Maranhão.

Jacyara Garcia Gomes

Graduação em Engenharia de Petróleo pelo Centro Universitário Augusto Motta, UNISUAM, Brasil. Graduação em Engenharia Civil pela Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, UNDB, Brasil.

Jefferson Thiago Pinto de Sousa

Graduação em andamento em Zootecnia pelo Instituto Federal do Maranhão, IFMA, Brasil.

Jessica da Silva Lima

Graduada em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Pará, Redenção-PA.

Jéssica Garcia Nascimento

Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP). Atualmente é doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas na Escola de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo (USP / ESALQ) e estudante visitante no Daugherty Water for Food Global Institute na Universidade de Nebraska-Lincoln. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em nutrição de plantas, irrigação, hidrologia e sensoriamento remoto aplicado aos recursos hídricos.

Jhon Lennon Bezerra da Silva

Doutorando (2017-atual) e Mestre (2014-2016) em Engenharia Agrícola pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PGEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde é bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) desde 2014. Possui Graduação em Irrigação e Drenagem pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE - Campus Iguatu (2010-2014). Entre 2010-2011 foi bolsista de trabalho na Direção Geral do IFCE - Campus Iguatu. Também foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/IFCE/CNPq (2011-2012) e, ainda, foi monitor da disciplina de hidráulica do Laboratório de Hidráulica do IFCE - Campus



Iguatu (2012-2013). É também Especialista em Ciências Ambientais pelo Instituto Superior de Educação de Cajazeiras - ISEC (2014-2015). Possui experiência na área de Engenharia de Água e Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: irrigação e drenagem, eficiência de filtragem, qualidade de água, meio ambiente e sustentabilidade, agrometeorologia, geoprocessamento, com ênfase na aplicação de técnicas sensoriamento remoto, no monitoramento ambiental e recuperação de solos agrícolas e áreas degradadas a partir da determinação de parâmetros biofísicos micrometeorológicos do balanço de energia à superfície, e especialmente a evapotranspiração.

João de Athaydes Silva Junior

Possui graduação em Meteorologia pela Universidade Federal do Pará (2005), mestrado em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (2008) e doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará (2012). Atualmente é professor do magistério superior da Universidade Federal do Pará, do Programa de pós Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais e do Programa de pós-graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Meteorologia Aplicada, atuando principalmente nos seguintes temas: manguezal, meteorologia, floresta amazônica, climatologia e caxiuanã.

João Lemes Peçanha Neto

Estudante do 3º período de Ciências Biológicas na Universidade Federal Do Triângulo Mineiro (UFTM) - Campus Iturama - MG. Desenvolve sua Iniciação Científica sob área de estudos de inseticidas, avaliando o potencial inseticida de plantas do cerrado sob orientação de Armando Castello Branco Jr. É colaborador no projeto de extensão Mananciais urbanos e educação ambiental.

João Paulo Ferreira Neris

Graduação em andamento em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, IFPA, Brasil.

João Paulo Moraes Rabelo

Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo IFSULDEMINAS - Campus Machado. Atualmente, mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais na UNIFAL- MG. Experiência em: Ciências Ambientais; Educação Ambiental; Gestão Ambiental; Recurso Hídricos.



José Flavio Ferreira de Oliveira

Técnico Administrativo do Instituto Federal do Maranhão, IFMA campus Caxias, Maranhão.

Karen Alves Mendanha

Graduada em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Pará, Redenção-PA.

Larissa Fontolan Bonatti

Graduanda no décimo semestre de Engenharia de Alimentos pela Universidade de Sorocaba (UNISO); Cursando o décimo semestre do curso de língua inglesa na Escola Wizard Idiomas; Atualmente estagiando nos laboratórios de Química e Alimentos da UNISO. Áreas de interesse: Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Lesley Carina do Lago Attadia Galli

Professora Assistente Doutora (MSII) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCAV_UNESP- Campus de Jaboticabal/SP), em Regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP). Docente permanente do Programa de Mestrado Profissional em Administração da FCAV ? UNESP, sendo responsável pelas disciplinas Administração Estratégica aplicada à Agroindústria, Estudos Organizacionais aplicados à Agroindústria e Tópicos Especiais em Gestão e Internacionalização. Docente efetiva do curso de graduação em Administração da FCAV ? UNESP, sendo responsável pelo conjunto de disciplinas Teorias da Administração I, Teorias da Administração II, Estratégia Empresarial e Planejamento Estratégico. Vice coordenadora da Comissão de Estágio Curricular Obrigatório do Curso de Administração (CECOAd) da FCAV ? UNESP. Representante docente titular junto ao Conselho do Curso de Graduação em Administração da FCAV ? UNESP. Representante docente titular junto ao Conselho do Departamento de Economia, Administração e Educação da FCAV ? UNESP. Presidente do Conselho para Assuntos de recursos Humanos ? CARH da FCAV-UNESP. Fundadora e diretora geral do Centro de Pesquisa e Capacitação da Empresa Familiar (CEPECAF). Atua como pesquisadora nas seguintes áreas do conhecimento: empreendedorismo e empresas familiares, e estratégia e gestão de organizações do agronegócio. É graduada em Administração pela FEA-USP/RP (2000); mestre em Engenharia de Produção pela UFSCar (2004) e Doutora em Administração pela FEA-USP (2007).



Lilianne Fontel Cunha

Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2013), e mestrado em Ciências Ambientais (Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi- 2016) na área de Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica em projetos de pesquisa e extensão ligados empresas do setor agrícola e florestal e estagiou no Laboratório de Solos e Plantas da Universidade Federal Rural da Amazônia, com análises físicas e químicas de solo para recomendação de adubação e calagem. Durante o mestrado, estagiou no Laboratório de Análises de Sistemas Sustentáveis da Embrapa Amazônia Oriental em análises físicas e químicas do solo ligadas à ecofisiologia de sistemas agrícolas e florestais e estudos relacionados à Dinâmica do carbono nesses ecossistemas.

Loraine de Oliveira Lauris dos Santos Lima

Engenheira Agrônoma (UFRA) e Ms. em Agricultura Familiar e Desenvolvimento Sustentável (UFPA), Docente no Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís/Maracanã.

Lucas Andrade Mello

Graduação em Engenharia Civil pela Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, UNDB, Brasil.

Maciel Garreto dos Santos

Graduando do Curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atua na área de mastozoologia, com ênfase na Ecologia e Parasitologia de morcegos *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae).

Marcelo Fernandes de Souza Castro

Possui mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres pela Universidade de São Paulo (2001). Atualmente é professor adjunto da Universidade Paulista-UNIP e da Universidade de Sorocaba- UNISO . Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Anatomia descritiva e topográfica dos animais domésticos, com traduções, revisões e livros publicados. Atuando principalmente nos seguintes temas: anatomy; felinos; trigeminal nerve; superior cervical ganglion; cavalo.



Marcos André Piedade Gama

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (1995), mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade de São Paulo (1999) e doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade de São Paulo (2002). Professor Associado da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Tem experiência na área de Ciências Agrárias, com ênfase em Fertilidade do Solo e Adubação, atuando principalmente nas seguintes linhas: fertilidade do solo, nutrição florestal, manejo florestal, sistema de cultivo, recuperação de áreas degradadas por mineração e silvicultura de plantações.

Marcos da Costa Teixeira

Bacharelado em Agronomia pelo Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária- PRONERA, Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís/Maracanã, São Luís-Maranhão.

Maria da Soledade Reis Santos

Bacharelada em Agronomia pelo Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária- PRONERA, Instituto Federal do Maranhão-Campus São Luís/Maracanã, São Luís-Maranhão.

Maria Eduarda da Silva

Graduação em andamento em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro, UFTM, Brasil.

Maria Veronica Meira de Andrade

Possui graduação em Zootecnista pela Universidade Federal da Paraíba (2002), Mestrado em Produção Animal pela Universidade Federal da Paraíba (2003-2005) e Doutorado em Zootecnia pelo Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ) UFPB/UFRPE/UFC (2005-2008). Atuou como Pesquisadora bolsista (PCI/MCT) no Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Atualmente é professora de Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA Campus Caxias. Atua no Programa de Pós Graduação do IFMA Campus Caxias. De 2014-2018 esteve a frente da Coordenação do Curso de Bacharelado em Zootecnia. Participa como membro do Colegiado do Curso e do Núcleo Docente Estruturante. Tem experiência na área de Forragicultura, atuando principalmente nas seguintes áreas: Avaliação e Manejo de Plantas Forrageira, Dinâmica de Espécies Nativas e Conservação de forragem. Desenvolve trabalhos na área de produção animal.



Marília da Silva Cruz

Graduação em andamento em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual da Região Tocantina do MA, UEMASUL, Brasil.

Monalisa Soares Costa

Formada em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Semiárido em 2014, com mestrado em Engenharia Agrícola, na área de recursos hídricos e ambientais, com ênfase em manejo da irrigação na agricultura, na Universidade Federal de Viçosa e com doutorado em engenharia agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco com área de concentração em engenharia de solo e água. Atua nas áreas de agricultura irrigada, manejo de irrigação, aplicação de resíduos na agricultura e função de produção.

Norberto Pelentir

Possui formação técnica em Agropecuária, graduação em Licenciatura e Bacharelado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. pós graduação em Carne, Leite, Ovos e Pescado e Mestrado em Engenharia de Alimentos também pela Universidade Federal de Santa Catarina, com área de concentração em Processos da Indústria de Alimentos. Atuou como docente na Universidade do Oeste de Santa Catarina nos cursos de Tecnologia de Alimentos, Engenharia de Alimentos, Farmácia, Biotecnologia e Engenharia Ambiental, nas disciplinas de Química geral e experimental, Química Analítica, Bromatologia, Operações Unitárias, Físico Química I e II, Métodos Instrumentais, Processos Químicos para Engenharia de Alimentos. Experiência em indústria química e de alimentos, como responsável pelas áreas de desenvolvimento, qualidade e produção. Atualmente exerce a função de gerente de produção em empresa de alimentos para pets e docente da Universidade de Sorocaba, onde lecionou ou leciona as disciplinas de Operações Unitárias, Fenômenos de Transporte, Química Geral, Análise de Alimentos, Termodinâmica, Processos Químicos para Engenharia de Alimentos, Química Analítica Ambiental, Projeto de pesquisa, Físico Química e Projeto de Implantação de Agroindústria.

Paula de Aguiar Silva

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2008), mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (2012) e doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal da Bahia (2016). Tem experiência nas áreas de Agronomia, Zootecnia e Agrimensura, atuando principalmente nos seguintes temas: Produção, Manejo e Adubação de Forragens, Produção Animal, Nutrição de Ruminantes, Topografia, Geodesia e Cartografia.



Paula Fiori

Graduação em Biomedicina pela Centro Universitário Metodista, IPA-RS, Brasil. LAB-BIO Laboratório de Biodeterioração de Combustíveis e Biocombustíveis; Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, ICBS pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Rafael Henrique Pereira Reis

Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) Campus Colorado do Oeste. Técnico em Agropecuária formado pela Escola Agrotécnica Federal de Colorado do Oeste (2002), Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Rondônia (2007), Mestre (2010) e Doutor (2014) em Agricultura Tropical pela Universidade Federal de Mato Grosso na área de Forragicultura e Pastagens. É líder do grupo de pesquisa Estratégias de produção e conservação de forragem para a seca em Rondônia - GEFOS (IFRO), vice-líder do grupo de pesquisa Bovinocultura de Corte na Amazônia - AMACORTE (IFRO), participa como pesquisador no grupo de pesquisa Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Amazônia Ocidental - Integra (IFRO), participa como pesquisador do grupo de pesquisa Câmera Escura: Educação, mídias e tecnologia (IFRO). Foi Coordenador de Pós-Graduação (2012-2013), Coordenador de Pesquisa e Inovação (2014-2015) e Chefe do Departamento de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação do IFRO campus Colorado do Oeste (2015-2019). Atua em pesquisas e atividades de extensão nos seguintes temas: alimentação alternativa para a época seca do ano para bovinos, produção de silagem, conservação de forragens, produção e composição bromatológica de cana-de-açúcar e outras forrageiras para alimentação de ruminantes; morfologia, características morfogênicas e estruturais de gramíneas forrageiras, manejo do pastejo, sistemas de integração lavoura-pecuária.

Rafael Rodrigues Silverio Leite

Graduação em andamento em Engenharia Química pela Universidade de Sorocaba, UNISO, Brasil.

Rivelino Martins Cavalcante

Possui graduação em Química pela Universidade Federal do Ceará (1998), mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (2002) e doutor em Química Orgânica pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Em 2009 realizou um Pós-doutorado na área de impactos de agrotóxicos nos ambientes aquáticos do semiárido cearense e finalizou um segundo Pós-doutorado no Woods Hole Oceanographic Institution na temática da avaliação da contaminação por plásticos e hidrocarbonetos de petróleo utilizando a abordagem de marcadores moleculares antropogênicos e a cromatografia gasosa bidimensional para a caracterização da mistura complexa não resolvida presente



em sedimentos de mangues urbanizados. É professor associado do LABOMAR-UFC e do Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Participa da coordenação em projetos inter e multidisciplinares em teses de doutorado e dissertações de mestrado nos programas de Pós-graduações em: Química, PRODEMA e Transportes da UFC. Foi no período de cinco anos coordenador de graduação e representante na Câmara de Graduação da UFC. Faz parte do corpo editorial do Orbital - Journal of chemistry. Tem experiência na área de Oceanografia Química, Química Ambiental e Analítica. Atua principalmente nos seguintes temas: avaliação de impactos ambientais e diagnóstico ambiental usando a abordagem de marcadores moleculares antropogênicos, Influência do spray marinho na qualidade do ar e desenvolvimento de métodos analíticos no controle de qualidade analítico em matrizes ambientais.

Roberta Teixeira Miranda

Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Gerente técnico da Ipiranga Produtos de Petróleo S.A. Head Of Product Technology of ICONIC Lubrificantes.

Roberto Dias Marinho

Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. Participou dos Grupos de Pesquisa Sistemas Integrados de Produção Agropecuária na Amazônia Ocidental - INTEGRA e Estratégias de Produção e Conservação de Forragem para Seca em Rondônia - GEFOS, onde desenvolveu atividades em experimentos na linha de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e Produção e Conservação de forragem no período de dezembro 2015 à dezembro de 2018.

Ronierix Ribeiro de Souza

Graduação em andamento em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil.

Ronnie Von Mateus Ferreira

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Sorocaba (2018). Atualmente é técnico de laboratório de patologia da Universidade de Sorocaba. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Anatomia Veterinária.

Sandra Maria Cruz Nascimento

Possui graduação em Formação de Docente Médio e Profissional pela Universidade Estadual do Maranhão (1998), graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (1993), mestrado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (2008) e doutorado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade



Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2013). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agroecologia, atuando principalmente nos seguintes temas: fusariose, indutor, leguminosas, sustentabilidade dos agroecossistema e indutores. Atualmente é coordenadora do curso de Agronomia/ PRONERA no IFMA-Campus São Luis Maracanã e Coordenadora Operacional do Minter em Produção Vegetal convênio IFMA/UNESP.

Sérgio Luiz Camacho Viscardi

Engenheiro mecânico pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Viscardi Consultores Associados. Gerente técnico da Ipiranga Produtos de Petróleo S.A.

Tatiana Pará Monteiro de Freitas

Eng. Agrônoma, Especialista em Geotecnologia e Mãe da Maria e do Ben. Professora EBTT efetiva do Instituto Federal do Pará - IFPA/Castanhal, das disciplinas das Geotecnologias. Responsável pelo Laboratório de Geoprocessamento e Agente de Inovação do campus Castanhal. Atuou na Gestão em Vice Coordenação do Curso Técnico de Meio Ambiente; Coordenadora da Secretaria Acadêmica e Coordenadora do Processo Seletivo Unificado 2020. Também, na docência, foi professora temporária de Cartografia e Topografia na Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA no município de Belém e como Professora substituta de Geociências, também, na UFRA, no município de Capitão Poço-PA; Ainda, professora de Geociências e Estatística Aplicada no PARFOR/PA. Em atividade técnica exerceu o cargo de analista de Geotecnologia na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará - SEMAS, Técnica em mapeamento de risco na Coordenação de Defesa civil na SUDAM e elaborou projetos ambientais como engenheira Agrônoma. Na produção científica, atuou no grupo de pesquisa "Imageamento do Terreno" do Instituto Militar de Engenharia (IME), NUPECSA, CTIDRA, GECOOPES e CIMAA do IFPA, além de compor a equipe de diversos projetos de pesquisa e extensão que envolvem a temática de geoprocessamento e desenvolvimento regional.

Thais dos Santos Rodrigues

Graduação em andamento em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil.

Thales Roberto Brandão Malheiros Almeida

Graduação em andamento em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil.



Thiago Lacerda dos Santos

Graduação em andamento em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil.

Timóteo Herculino da Silva Barros

Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo - ESALQ/USP Orientado pelo Professor Dr. Rubens Duarte Coelho. Mestre em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela ESALQ/USP. Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns (2008-2012) onde foi BOLSISTA DO PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC/FACEPE/CNPq - 2010-2011/ 2011-2012/2012-2013, Atuando na área de recursos hídricos, orientado pelo Professor Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral. Técnico em Agropecuária, formado pela Escola de Educação Básica e Profissional Prof^a Valentina de Oliveira Figueiredo - Fundação Bradesco - Estado de Pernambuco, (2007-2008).

Vandenberg Lira Silva

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, título obtido no ano de 2008. É mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA/Embrapa caprinos e ovinos com bolsa concedida pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP concluído no ano de 2010. Concluiu o doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, no ano de 2014 com bolsa concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Zootecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: nutrição, ruminantes, exigências nutricionais, ovinos e alimentos alternativos. Atualmente exerce cargo de professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológico do Piauí - IFPI campus Cocal.

Vanderson Vasconcelos Dantas

Possui graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), Especialização em Processamento e Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Pará (UFPA), e Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela mesma Instituição. Professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), atuando nas áreas de sistemas de produção, tecnologia de produtos agropecuários, gestão e controle de qualidade, ciência e tecnologia de alimentos, (Carne, Pescado, Leite e Ovos) e biotecnologia aplicada a alimentos. Atualmente é Coordenador do Laboratório de Alimentos do Campus Universitário de Redenção (UEPA) e Coordenador de empresa Jr. Engetec.



Vitória Oliveira Andrade

Graduação em andamento em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil.

Waddle Almeida Nascimento

Mestre em Ensino de Ciências Ambientais. Atua como Coordenador e Professor do Curso Técnico em Meio Ambiente da ETEPA de Vigia de Nazaré/PA. Foi professor Assessor Externo da mostra do Departamento Nacional do SESC intitulada "Antropia: Os reflexos da ação do homem sobre o meio ambiente", na sala de Ciências do SESC Castanhal. Foi professor/instrutor do PRONATEC na Escola Estadual Agroindustrial Juscelino Kubitschek de Oliveira - Marituba/PA. Consultor sanitário e ambiental na 4UNITY ENGENHARIA. Especialista lato sensu em Planejamento e Manejo Integrado de Recursos Hídricos (Geociências/UFPA). Graduado no Curso Superior de Tecnologia Saneamento Ambiental pelo IFPA, com período Sanduíche na Texas A&M University of Kingsville, recebendo bolsa da CAPES pelo programa Ciências Sem Fronteira e atuando como voluntário no Escritório de Sustentabilidade da própria Texas A&M. No período de graduação desenvolveu e participou de projetos de extensão e iniciação científica, atuando diretamente com comunidades locais, desenvolvendo atividades de análise social e pesquisa, recebendo bolsas institucionais referentes a estas categorias. Participa do Núcleo de Pesquisa em Saneamento Ambiental do IFPA, campus Belém. Além da atuação em pesquisa, foi bolsista de monitoria da disciplina "Avaliação de impactos ambientais". Entre abril à agosto de 2016 auxiliou na coordenação e como ministrante de palestras no projeto "Reciclando para a vida" da Fundação Verde Herbert Daniel, disseminando a educação ambiental em comunidades do Estado do Amapá. Atua na área de saneamento ambiental, uso e ocupação do solo, manejo de recursos hídricos, poluição atmosférica, educação ambiental e gestão de recursos naturais.

Wanderson Luis da Silva Anjos

Graduação em andamento em Agronomia pelo IFMA - Campos Codó, IFMA, Brasil.

Wanessa Almeida da Silva

Graduação em andamento em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil.



ORGANIZADORAS

Camila Pinheiro Nobre



Professora Adjunta I - Campus Itapecurú-Mirim da Universidade Estadual do Maranhão. Foi bolsista de Fixação de Doutor - UEMA/ Programa de Pós Graduação em Agroecologia. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2008), mestrado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2011) e doutorado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2014). Foi bolsista de pós doutorado CAPES/PVE da Universidade Estadual do Maranhão de 2015 a 2016. Atuou como professora substituta do Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão ministrando as disciplinas de Microbiologia, Microbiologia Ambiental e Diversidade de Micro-organismos. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Microbiologia e Bioquímica do Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: Fungos micorrízicos arbusculares - identificação morfológica e ecologia; Micorrizas - aplicação e eficiência. E-mail: camilanobre@twamf.com. ORCID: 0000-0001-8137-7456; ResearcherID: L-4252-2014; Scopus Author ID: 55847138300.

Anna Christina Senazario de Oliveira



Possui Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF - 2007), mesma instituição que fez Mestrado (2009) e Doutorado (2013) em Produção Vegetal, além disso, também possui Formação Complementar em Ciências Biológicas, pela Universidade Salgado de Oliveira. Fez parte da Equipe de Formação da UENF no PROJÓVEM Campo - Saberes da Terra do Estado do Rio de Janeiro, lecionou as disciplinas Estatística, Economia Ambiental e Sustentabilidade e Metodologia Científica na Faculdade de Educação Santa Terezinha, em Imperatriz - MA, além de ter atuado como Professora Visitante do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde ainda permanece com bolsa de pesquisa. Com isso, possui experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção Vegetal, atuando e publicando principalmente em temas relacionados à produção, qualidade fisiológica e armazenamento de sementes, agroecologia.

Esta obra, apresentada em 20 capítulos, tem como objetivo apresentar estudos realizados por pesquisadores de diferentes regiões do Brasil, os quais trabalham nas áreas das Ciências Ambientais e Agrárias. Neste quarto volume os resultados e conclusões, destes trabalhos, abordam temas como análise de combustíveis, sensoriamento remoto, manejo agrícola, fisiologia e anatomia animal, saneamento ambiental, estudo hídrico, marketing verde, fisiologia vegetal, gestão e educação ambiental, processamento de alimentos. Contribuindo com diferentes subáreas das duas grandes áreas contempladas.

