

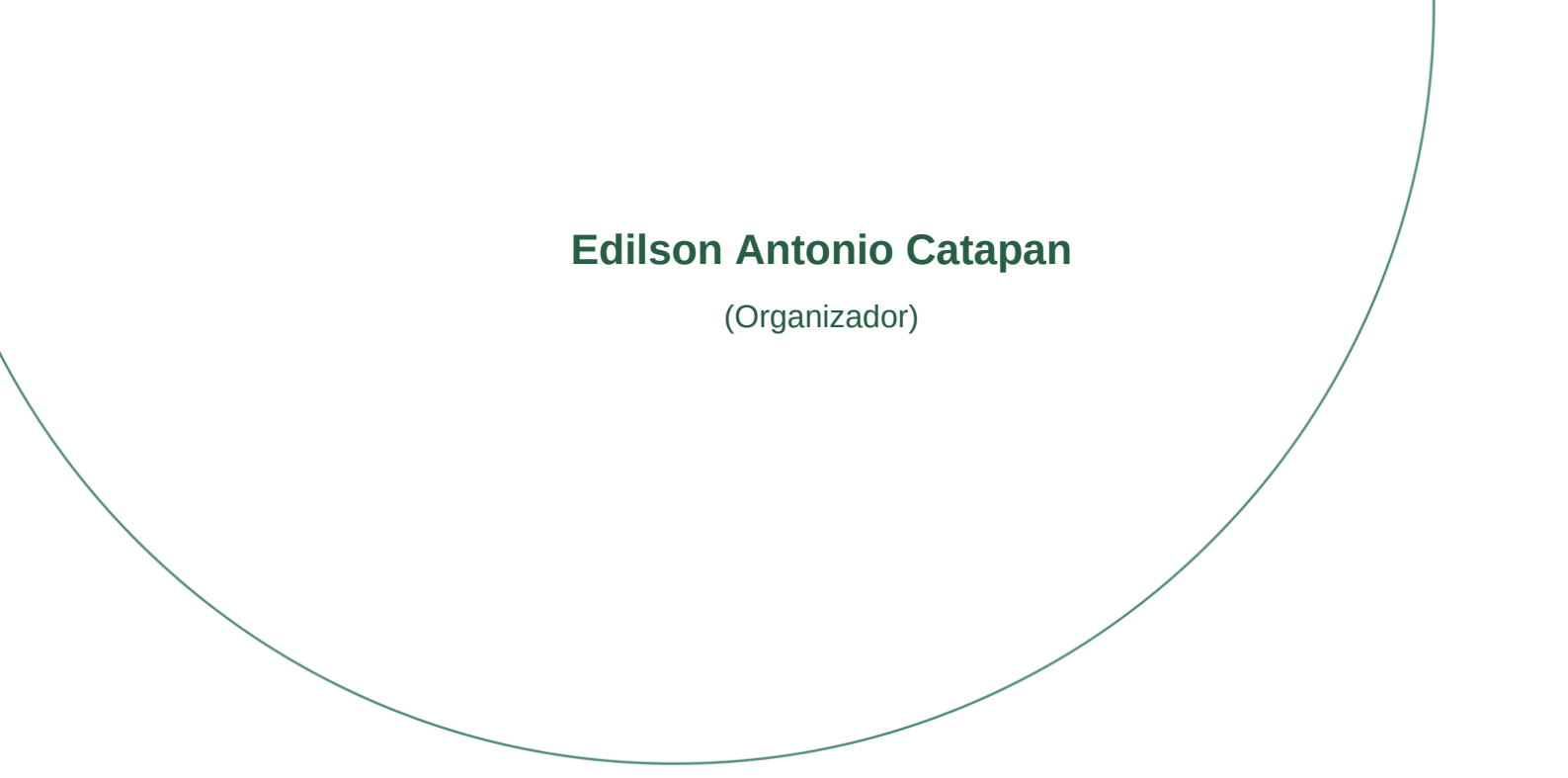
Organizador  
Edilson Antonio Catapan

# AS CIÊNCIAS AGRÁRIAS e seus impactos na sociedade

Vol. 02

São José dos Pinhais  
BRAZILIAN JOURNALS PUBLICAÇÕES DE PERIÓDICOS E EDITORA  
2020





**Edilson Antonio Catapan**

(Organizador)

**As ciências agrárias e seus  
impactos na sociedade**

Vol. 02



**Brazilian Journals Editora  
2020**



2020 by Brazilian Journals Editora  
Copyright © Brazilian Journals Editora  
Copyright do Texto © 2020 Os Autores  
Copyright da Edição © 2020 Brazilian Journals Editora  
Editora Executiva: Barbara Luzia Sartor Bonfim Catapan  
Diagramação: Sabrina Binotti  
Edição de Arte: Sabrina Binotti  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fátima Cibeles Soares - Universidade Federal do Pampa, Brasil.  
Prof. Dr. Gilson Silva Filho - Centro Universitário São Camilo, Brasil.  
Prof. Msc. Júlio Nonato Silva Nascimento - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Msc. Adriana Karin Goelzer Leining - Universidade Federal do Paraná, Brasil.  
Prof. Msc. Ricardo Sérgio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.  
Prof. Esp. Haroldo Wilson da Silva - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.  
Prof. Dr. Orlando Silvestre Fragata - Universidade Fernando Pessoa, Portugal.  
Prof. Dr. Orlando Ramos do Nascimento Júnior - Universidade Estadual de Alagoas, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela Maria Pires Caniato - Universidade Estadual de Maringá, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Genira Carneiro de Araujo - Universidade do Estado da Bahia, Brasil.  
Prof. Dr. José Arilson de Souza - Universidade Federal de Rondônia, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Msc. Maria Elena Nascimento de Lima - Universidade do Estado do Pará, Brasil.  
Prof. Caio Henrique Ungarato Fiorese - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil.  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Silvana Saionara Gollo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariza Ferreira da Silva - Universidade Federal do Paraná, Brasil.  
Prof. Msc. Daniel Molina Botache - Universidad del Tolima, Colômbia.  
Prof. Dr. Armando Carlos de Pina Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Msc. Juliana Barbosa de Faria - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil.  
Prof<sup>a</sup>. Esp. Marília Emanuela Ferreira de Jesus - Universidade Federal da Bahia, Brasil.



**Ano 2020**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**C357a Catapan, Edilson Antonio**

As ciências agrárias e seus impactos na sociedade /  
Edilson Antonio Catapan. São José dos Pinhais: Editora  
Brazilian Journals, 2020.  
413 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui: bibliografia

ISBN: 978-65-86230-09-3

1. Agricultura. 2. Impactos na sociedade.

I. Catapan, Edilson Antonio II. Título

Brazilian Journals Editora  
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil  
[www.brazilianjournals.com.br](http://www.brazilianjournals.com.br)  
[editora@brazilianjournals.com.br](mailto:editora@brazilianjournals.com.br)



**Ano 2020**



## APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “As ciências agrárias e seus impactos na sociedade” Vol. 02, publicada pela Brazilian Journals, apresenta um conjunto vinte e cinco capítulos que visa abordar diversas temáticas ligadas à área da agricultura como uma das atividades econômicas mais antigas e mais importantes de nosso planeta. Atualmente, um dos grandes desafios desta atividade é aumentar a produção utilizando os recursos naturais com responsabilidade, de forma a preservar o meio ambiente. O e-book traz assuntos relacionados com a exploração da terra, criação de animais e de cultivo de vegetais, ferramentas para o aumento da produção, aprimoramento de tecnologias de manejo e preservação dos recursos naturais.

Logo, os artigos apresentados neste volume abordam: os desafios do agro empreendedorismo: as startups do campo; Os futuros das matérias primas agrícolas, um sector vulnerável e não regulamentado nas mãos dos apostadores da finança global; formulação e caracterização de néctar de maracujá saborizado com flor de camomila; estimativa das perdas de solo para tipos diferentes; beneficiamento, qualidade fisiológica e plantabilidade de sementes de milho de variedades de polinização aberta para a agricultura familiar entre outros.

Dessa forma, agradecemos aos autores por todo esforço e dedicação que contribuíram para a construção dessa obra, e esperamos que este livro possa colaborar para a discussão e entendimento de temas relevantes para a área de educação, orientando docentes, estudantes, gestores e pesquisadores à reflexão sobre os assuntos aqui apresentados.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 01..... 1**

COMPÓSITOS DE CINZA PESADA E FERRO COMO MEIO SUPORTE DE BIOFILME EM FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR EM PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES.

Geraldo Tadeu da Silva Thiesen

Lirio Schaeffer

Vinicius Martins

DOI 10.35587/brj.ed.0000245

### **CAPÍTULO 02..... 20**

A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CÓRREGO ÁGUA FRIA NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS (GO) NA PERSPECTIVA DO PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE.

Carlos Eduardo Fernandes

Carlos Henrique Mendes dos Santos

Marllon Batistell Oliveira Bizzinotto

DOI 10.35587/brj.ed.0000246

### **CAPÍTULO 03..... 41**

DESAFIOS DO AGRO EMPREENDEDORISMO: AS STARTUPS DO CAMPO  
CHALLENGES OF AGRO-ENTREPRENEURSHIP: THE STARTUPS OF THE FIELD.

Marta Cristina Marjotta-Maistro

Adriana Estela Sanjuan Montebello

Jeronimo Alves dos Santos

DOI 10.35587/brj.ed.0000247

### **CAPÍTULO 04..... 59**

SISTEMA DE BOMBEAMENTO FOTOVOLTAICO PARA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR.

Mayara Soares Campos

Licinius Dimitri Sá de Alcantara

DOI 10.35587/brj.ed.0000248

### **CAPÍTULO 05..... 72**

POTENCIAL TOXICOLÓGICO DAS ÁGUAS DO RIO ITAPETININGA SOBRE CRESCIMENTO RADICULAR DE ALLIUM CEPA.

Edgar Rocha Pessotti

Ednilse Leme

Sandro Rostelato Ferreira

DOI 10.35587/brj.ed.0000249

### **CAPÍTULO 06..... 99**

CONDIÇÕES DE TRABALHO E VULNERABILIDADE SOCIAL: PERCEPÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO NO BAIRRO VILA ESPERANÇA, SÃO LUÍS-MA, BRASIL.

Eulália Cristina Costa de Carvalho  
Milena Mária Silva Assunção  
Adenilde Nascimento Mouchreck  
DOI 10.35587/brj.ed.0000250

**CAPÍTULO 07..... 114**

ESTADO NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO CULTIVADOS EM  
ARGISSOLO DO NOROESTE PAULISTA.

Kézia Canuto Araújo da Silva  
Débora Marin Theotonio  
Natália Tavares de Sousa  
Núbia Fernanda Rodrigues Joia  
Mário de Cezáre  
Ana Lídia Tonani Tolfo  
DOI 10.35587/brj.ed.0000251

**CAPÍTULO 08..... 107**

PRODUÇÃO E MERCADO DE SUÍNOS COM ATRIBUTOS DE QUALIDADE  
DIFERENCIADA - CRIAÇÃO DE CADEIAS DE VALOR.

Luiz Carlos Demattê Filho  
Dayana Cristina de Oliveira Pereira  
Gustavo do Valle Pereira  
DOI 10.35587/brj.ed.0000252

**CAPÍTULO 09..... 125**

AVALIAÇÃO DO USO DE WETLAND NO TRATAMENTO DO EFLUENTE DE  
PARBOILIZAÇÃO DE ARROZ.

Edmilson Cesar Bortoletto  
João Vitor Costa de Almeida  
DOI 10.35587/brj.ed.0000253

**CAPÍTULO 10..... 142**

CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE PLUVIÔMETRO DE BAIXO CUSTO COMO  
ALTERNATIVA PARA O PEQUENO AGRICULTOR.

Samuel Silva  
Amanda Cibebe da Paz Sousa  
Carla Sabrina da Silva  
Edmaíris Rodrigues Araújo  
Jonatas Emanuel Souza  
Marcelo Augusto da Silva Soares  
Julhe Caroline Farias da Costa  
Suellen Barbosa de Moraes  
Iêdo Teodoro  
DOI 10.35587/brj.ed.0000254

**CAPÍTULO 11..... 150**

OS *FUTURES* DAS MATÉRIAS PRIMAS AGRÍCOLAS, UM SECTOR VULNERAVEL E  
NÃO REGULAMENTADO NAS MÃOS DOS APOSTADORES DA FINAÇA GLOBAL.



Chiara Madaro  
DOI 10.35587/brj.ed.0000255

**CAPÍTULO 12..... 165**

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR DA REGIÃO CENTRAL DE UBERLÂNDIA:  
PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP<sub>10</sub>).

Isaac Francisco da Silva  
Euclides Antônio Pereira de Lima  
João Victor Delfino Silva  
Leonardo B. Rodrigues  
DOI 10.35587/brj.ed.0000256

**CAPÍTULO 13..... 177**

A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NA TOMADA DE DECISÃO  
DOS PRODUTORES RURAIS DO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA.

Jarbas Bradley Lima  
Wilnalia Souza Garcia  
DOI 10.35587/brj.ed.0000257

**CAPÍTULO 14..... 196**

ESTABELECIMENTO IN VITRO DE BANANEIRAS EM DIFERENTES MEIOS DE  
CULTURA SUBMETIDAS A AGENTES ANTIOXIDANTES.

Wellington José Pereira  
Carla Geovanna Caixeta Issa  
Ana Flávia de Pinto  
Dalilla Cristina Socorro Lemos  
Adriano Martins Barbosa  
Kerly Cristina Pereira  
Mariana Silva Pereira de Paula  
Muza do Carmo Vieira  
DOI 10.35587/brj.ed.0000258

**CAPÍTULO 15..... 211**

FORMULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NÉCTAR DE MARACUJÁ SABORIZADO  
COM FLOR DE CAMOMILA.

Priscilla Andrade Silva  
Wilton Pires da Cruz  
Priscilla Diniz Lima da Silva Bernardino  
Igor Vinícius de Oliveira  
Claudete Rosa da Silva  
Katiane Pereira da Silva  
Antônio Thiago Madeira Beirão  
Josiane Pereira da Silva  
Vicente Filho Alves Silva  
Fábio Israel Martins Carvalho  
DOI 10.35587/brj.ed.0000259

**CAPÍTULO 16..... 223**

CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS DE QUALIDADE DO SOLO E RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA SISTEMAS DE CULTIVO COM INCLUSÃO DE SOJA.

Thalia Aparecida Segatto  
Leonardo Cesar Pradebon  
Eduarda Donadel Port  
Iago Jardim Santos  
Jordana Schiavo  
Matheus Guilherme Libardoni Meotti  
Leonir Terezinha Uhde  
DOI 10.35587/brj.ed.0000260

**CAPÍTULO 17..... 231**

LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO E PERFIL DOS PRODUTORES DE ARROZ IRRIGADO NO MUNICÍPIO DE SANTANA DO LIVRAMENTO, RS.

Vitor birck  
Gustavo krüger gonçalves  
Lafayette xavier de moares neto  
Henrique vizzotto caleffi  
Francielly baroni mendes  
Felipe vianna falcão  
Nathalia joughard pozzebon  
Paulo elias borges rodrigues  
Eduarda artreche berón  
Meline schüller  
DOI 10.35587/brj.ed.0000261

**CAPÍTULO 18..... 258**

CONVERSÃO TÉRMICA DO LODO DA ESTAÇÃO DE DESPEJO DA AGROINDÚSTRIA DA SOJA.

Fabício Machado Silva  
Luciana Rezende Alves de Oliveira  
Marcelo Mendes Pedroza  
Aymara Gracielly Nogueira Colen  
Pedro Henrique Borges do Amaral  
André Mendes Soares  
Henrique Barreto de Oliveira  
DOI 10.35587/brj.ed.0000262

**CAPÍTULO 19..... 268**

AVALIAÇÃO DE BRIQUETES PRODUZIDOS A PARTIR DA MISTURA DE RESÍDUOS DE CASCA DA CASTANHA-DO-BRASIL (BERTHOLLETIA EXCELSA) E DA SERRAGEM DE JACARANDÁ (DALBERGIA SP.) PARA FINS ENERGÉTICOS.

Jairo Batista Dias  
Carlos Eduardo Garção de Carvalho  
Patrícia Gomes Ribeiro Amorim

Edcarlos Miranda de Souza  
Nadma Farias Kunrath  
Délcio Dias Marques  
DOI 10.35587/brj.ed.0000263

**CAPÍTULO 20..... 299**

ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO PARA TIPOS DIFERENTES.

Tarcisio Barcellos Bellinaso  
Vania Elisabete Schneider  
DOI 10.35587/brj.ed.0000264

**CAPÍTULO 21..... 309**

COOPERATIVA ECOVILLA: COMPLEXO DE CONSTRUÇÃO VERDE VOLTADO  
PARA FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA EM PALMAS-TO.

Jayron Alves Ribeiro Junior  
Angela Ruriko Sakamoto  
DOI 10.35587/brj.ed.0000265

**CAPÍTULO 22..... 331**

INCIDÊNCIA DE FEZES ANIMAIS E ARTEFATOS CAUSADORES DE RISCOS  
BIOLÓGICOS EM PARQUES E PRAÇAS DE RECREAÇÃO INFANTIL NO  
MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP.

Giovanna Carnevalli Klein  
Fernanda Malagutti Tomé  
Fernanda S de Siqueira Oliveira  
DOI 10.35587/brj.ed.0000266

**CAPÍTULO 23..... 348**

FUNGOS NEMATÓFAGOS: UMA OPÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DOS  
NEMATÓIDES DAS GALHAS.

Ana Maria Maciel dos Santos  
Lindomar Maria de Souza  
Bianca Galúcio Pereira Araújo  
Kleyton Danilo da Silva Costa  
Cristina dos Santos Ribeiro Costa  
Larissa Vasconcelos Santos  
DOI 10.35587/brj.ed.0000267

**CAPÍTULO 24..... 375**

NITRATOS E A SEGURANÇA ALIMENTAR: QUAL A CONTRIBUIÇÃO DO  
CONSUMO DE HORTALIÇAS NO CENÁRIO ATUAL?

Lindomar Maria de Souza  
Ana Maria Maciel dos Santos  
Levy Paes Barreto  
Kleyton Danilo da Silva Costa  
Jordy Kamylo Alves de Melo  
Luiz Palhares Neto  
DOI 10.35587/brj.ed.0000268

**CAPÍTULO 25..... 397**

BENEFICIAMENTO, QUALIDADE FISIOLÓGICA E PLANTABILIDADE DE  
SEMENTES DE MILHO DE VARIEDADES DE POLINIZAÇÃO ABERTA PARA A  
AGRICULTURA FAMILIAR.

Fabiana Schmidt

Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Ireni Leitzke Carvalho

Daniele Brandstetter Rodrigues

Diéli Witte Maas

DOI 10.35587/brj.ed.0000269

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 413**



# CAPÍTULO 01

COMPÓSITOS DE CINZA PESADA E FERRO COMO MEIO SUPORTE DE BIOFILME EM FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR EM PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES.

## **Geraldo Tadeu da Silva Thiesen**

Engenheiro Mecânico, Doutorando do Depto. de Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Instituição: Comusa - Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo

Endereço: Rua Coronel Travassos, 287, Bairro Rondônia - Novo Hamburgo/RS, Brasil. CEP: 93415-000.

E-mail: gsilva@comusa.rs.gov.br

## **Lirio Schaeffer**

Engenheiro Mecânico. Prof. Dr.-Ing., Coordenador do LdTM, PPGEM, Depto. de Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Endereço: Av. Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia - Porto Alegre/RS, Brasil. CEP: 91501-970.

E-mail: schaeffer@ufrgs.br

## **Vinicius Martins**

Tecnólogo em Fabricação Mecânica. Prof. Dr. IFSul, Campus Sapucaia do Sul; Pró-reitor de pesquisa, inovação e pós-graduação IFSUL.

Endereço: Praça Vinte de Setembro, 455, Bairro Centro – Pelotas/RS, Brasil. CEP: 96015-360.

E-mail: viniciushiper@yahoo.com.br

**RESUMO:** A pesquisa avaliou a utilização da cinza pesada oriunda da queima de carvão mineral na fabricação de um Compósito Cerâmica Metal (CCM), com 10 % de ferro puro sinterizado (Cz-10Fe), obtido por metalurgia do pó e testou seu potencial de aplicação como meio suporte para biofilme em filtro biológico percolador, no pós tratamento de efluentes. Foi utilizada cinza pesada com 2 horas de moagem. A microestrutura dos corpos de prova e a homogeneidade da cinza foram avaliadas utilizando-se Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Foi realizada a curva de compressibilidade para determinar a melhor pressão de compactação e também determinadas as densidades aparente e à verde. Realizou-se a sinterização e foi verificada a densidade das amostras sinterizadas. Foram realizados os ensaios de MEV e EDS da amostra sinterizada para uma estimativa de composição e difusão do ferro na matriz cerâmica. Foi utilizado protótipo construído com materiais recicláveis para aplicação dos CCMs utilizando efluente de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da COMUSA (Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo), município da região metropolitana de Porto Alegre. Os melhores resultados para a aplicação do compósito Cz- 10Fe remoção de DQO foram conseguidos com 200 % de taxa de recirculação.

**PALAVRAS-CHAVE:** cinza pesada; metalurgia do pó; filtro biológico percolador; meio suporte.

**ABSTRACT:** the research evaluated the use of heavy ash from the burning of mineral coal in the manufacture of a Metal Ceramic Composite (CCM) with 10% pure sintered iron (Cz-10Fe) obtained by powder metallurgy and tested its potential for application as medium support for biofilm in percolating biological filter, after effluent treatment. Heavy ash was used with 2 hours milling. The microstructure of the test specimens and the homogeneity of the ash were evaluated using Scanning Electron Microscope (SEM). The compressibility curve was performed to determine the best compaction pressure and the apparent and green densities were also determined. The sintering was performed and the density of the sintered samples was checked. The SEM and EDS tests of the sintered sample were performed for an estimation of iron composition and diffusion in the ceramic matrix. It was used a prototype constructed with recyclable materials for the application of the CCMs using effluent from the Sewage Treatment Plant (ETE) of COMUSA (Water and Sewage Services of Novo Hamburgo), municipality of the metropolitan region of Porto Alegre. The best results for the application of the COD-removal compound COD-10Fe were achieved with a 200 % recirculation rate.

**KEYWORDS:** heavy ash; powder metallurgy; percolating biological filter; half support

## 1. INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

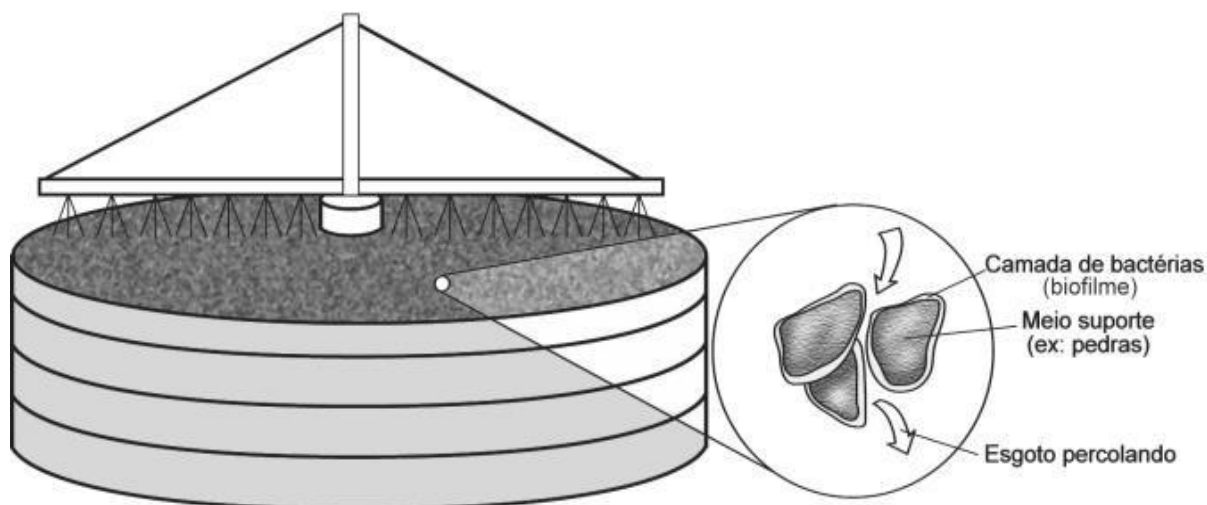
O aproveitamento das cinzas oriundas da queima do carvão mineral na região sul brasileira tem estimulado a realização de estudos que viabilizem sua utilização em aplicações e em operações que agreguem valor a este material gerado em grande escala (Weber, 2010). As cinzas geradas em usinas termelétricas se dividem em cinza pesada e leve.

Atualmente, as cinzas pesadas geradas no Complexo de Charqueadas, no Rio Grande do Sul, têm sido empregadas em recomposição das áreas de mineração a céu aberto na região carbonífera do Baixo Jacuí (RS) (TRACTEBEL ENERGIA, 2016). Com isso, o objetivo do trabalho é utilizar a cinza pesada de termoelétrica na fabricação de um filtro do compósito de cinza-ferro sinterizado obtido por metalurgia do pó, como meio suporte em filtro biológico percolador para pós-tratamento de esgotos domésticos.

O tratamento dos esgotos tem por objetivo a remoção de impurezas de diversificadas composições nas águas de uso doméstico, como por exemplo, poluentes e organismos patogênicos. É subdividido em tratamento preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento primário destina-se à remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes. No secundário, predominam os mecanismos biológicos e os objetivos são principalmente a remoção da matéria orgânica e de nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos, usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis (VON SPERLING, 2005; ALMEIDA, 2012).

A Figura 01 apresenta de forma ilustrativa o princípio de funcionamento de um Filtro Biológico Percolador (FBP). Após a percolação há a formação de uma matriz biológica ativa que contém fungos, bactérias facultativas, aeróbias e anaeróbias, algas e protozoários, que promovem a oxidação biológica da matéria, após retê-la por tempo suficiente para a sua estabilização. Essa camada é denominada biofilme (VON SPERLING, 2005; ALMEIDA, 2012; PARKER ET AL., 1995; METCALF & EDDY, 2003; WIJEYEKOON ET AL., 2004).

Figura 01 – Princípio de funcionamento de um FBP (ALMEIDA, 2012).

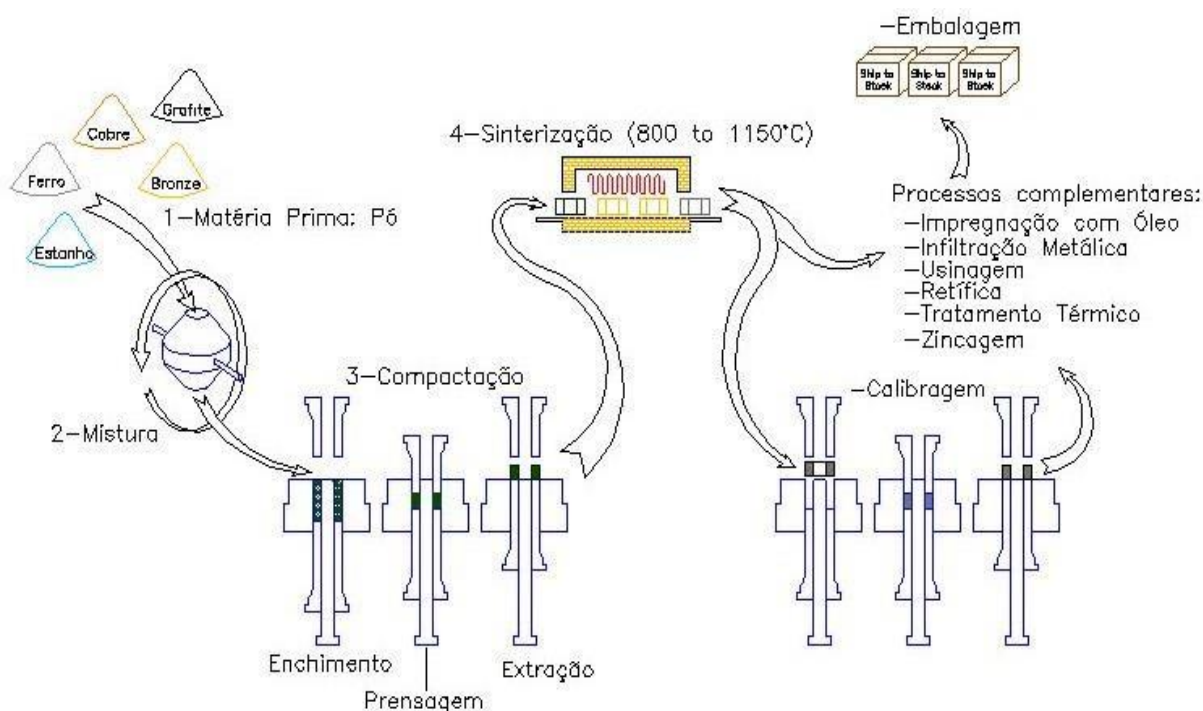


Fonte: Almeida, 2012.

Composta principalmente por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e outros óxidos, a cinza pesada é um material que pode ser aproveitado como meio suporte de biofilme em filtros biológicos percoladores (FBPs), devido à sua elevada área superficial e estrutura altamente porosa (IZIDORO, 2012), na forma de compósito sinterizado com ferro obtidos por metalurgia do pó (M/P) convencional.

A metalurgia do pó é o ramo da indústria metalúrgica que se dedica à produção de peças a partir de pós metálicos e não metálicos e tem como etapas a preparação dos pós a compactação e a sinterização (CHIAVERINI, 2001). A Figura 02 apresenta as etapas do processo de metalurgia do pó, desde o recebimento da matéria prima, passando pelas etapas de mistura, compactação, sinterização até chegar ao processo final (que pode incluir processos complementares) para depois seguir para a embalagem ou até mesmo o processo de calibragem se necessário (QUALISINTER, 2015).

Figura 02 – Fluxograma da rota da metalurgia do pó.



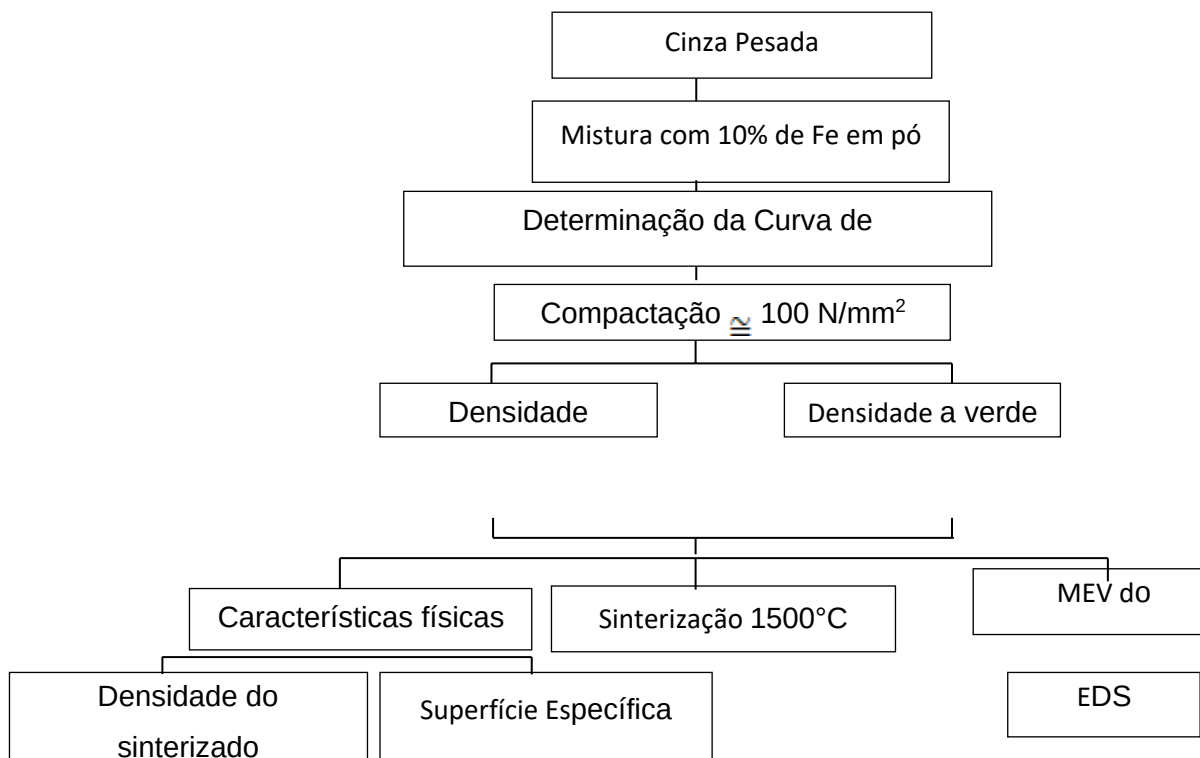
Fonte: Qualisinter, 2015.

A avaliação da eficiência do compósito será determinada através da análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO), que mede o consumo de oxigênio que ocorre durante a oxidação química de compostos orgânicos presentes na água. Seu princípio é a oxidação dos compostos orgânicos (biodegradáveis e não biodegradáveis), em condições ácidas e sob ação de calor (METCALF & EDDY, 2003; VON SPERLING, 2005). A escolha desse parâmetro para avaliação se deu pelo fato que o filtro biológico tem por objetivo a estabilização da matéria orgânica presente no esgoto doméstico e pela rapidez de análise.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento experimental relativo à fabricação do compósito em estudo, Cz-10Fe, tem como base as técnicas convencionais da metalurgia do pó e utiliza cinzas pesadas provenientes do processo de combustão de carvão mineral da Usina Termelétrica Tractebel Energia S.A e pó de Ferro da empresa Hoganas. A Figura 03 apresenta um fluxograma resumo do procedimento experimental adotado para o desenvolvimento deste trabalho.

Figura 03 – Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.



Fonte: Os autores.

Foi utilizada uma cinza pesada com duas horas de moagem de alta energia, utilizada em trabalho anterior (CISESKI, 2013). Para determinação do tamanho de partícula do aglomerado, as amostras foram analisadas no microscópio eletrônico de varredura (MEV) do centro de microscopia da UFRGS, de marca JEOL modelo 5800 com EDS acoplado.

A mistura foi pesada utilizando uma balança de precisão, utilizando 90% de cinza pesada moída e 10 % de ferro puro em pó, além de 3 % de parafina, como lubrificante. Os pós foram misturados e as amostras compactadas utilizando pressões de compactação variando entre 100 e 800 MPa, e suas massas e dimensões foram medidas para calcular as densidades a verde, possibilitando construir a curva de compressibilidade dos corpos de prova conforme norma ASTM B331 (ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2010).

Determinou-se a densidade aparente da mistura, a relação da massa (g) para o volume (cm<sup>3</sup>), em g/cm<sup>3</sup>. Foi determinada também a densidade a verde do compactado. A sinterização foi realizada em forno tubular elétrico de resistência de



carboneto de silício, precisão de  $\pm 1^\circ \text{C}$ , na temperatura de trabalho. O ciclo de sinterização proposto constituiu de aquecimento até  $580^\circ \text{C}$  constante durante 20 minutos. Aquecimento até o patamar de sinterização  $1500^\circ \text{C}$  (com uma taxa de  $10^\circ \text{C/min}$ ) e temperatura de sinterização constante durante 120 minutos. Resfriamento com uma taxa média de  $6,0^\circ \text{C/min}$ . Como atmosfera de controle foi utilizado argônio a uma vazão de 0,5 L/min. Foram realizados ensaios de densidade do sinterizado pelo método de Arquimedes, além da contração volumétrica após sinterização.

Foi determinada a superfície específica, com as dimensões definidas com um paquímetro para coleta de medidas de definição de área e volume. A microestrutura, a porosidade e morfologia dos corpos de prova sinterizados foram analisadas utilizando-se um microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo Jeol JMS 6060. As análises de EDS serão realizadas no microscópio eletrônico de varredura da marca JEOL modelo 5800. Foi desenvolvido um protótipo de filtro biológico percolador, para aplicação dos corpos de prova com efluente da ETE Novo Nações Unidas da Autarquia COMUSA. A Tabela 01 mostra os detalhes construtivos do protótipo do filtro biológico percolador.

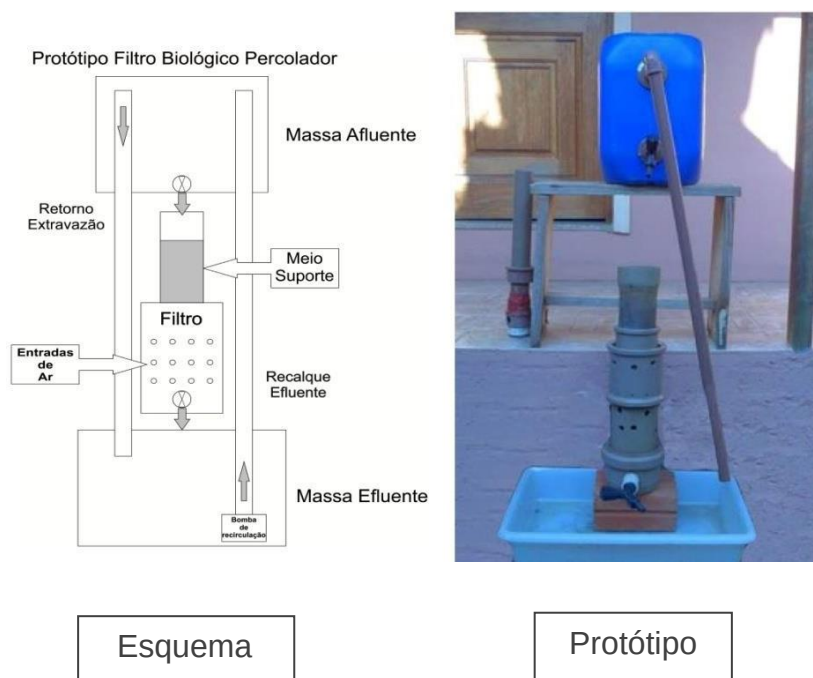
Tabela 01 – Dimensões do Protótipo do Filtro Biológico Percolador.

| PARÂMETRO                                        | DIMENSÃO              |
|--------------------------------------------------|-----------------------|
| Altura Total                                     | 0,40 m                |
| Diâmetro                                         | 0,050 m               |
| Área Superficial                                 | 0,0020 m <sup>2</sup> |
| Profundidade do Enchimento                       | 0,20 m                |
| Volume do Enchimento                             | 0,0004 m <sup>3</sup> |
| Altura do Sistema de Distribuição                | 0,08 m                |
| Profundidade do Sistema de Drenagem e Ventilação | 0,12 m                |

Fonte: Os autores.

A Figura 04 mostra o esquema de funcionamento do protótipo do FBP e o modelo construído com materiais reciclados. O efluente a ser tratado inicialmente encontra-se no tanque de massa afluente com um volume de 20 litros desce por gravidade e percola pelo filtro biológico, promovendo o contato entre a massa líquida e o biofilme aderido ao meio suporte. Abaixo do meio suporte, há entradas de ar, onde ocorre a oxigenação, o que garante a sobrevivência dos microorganismos que farão a oxidação da matéria orgânica. Após passagem pelo filtro, o efluente entra no tanque de massa efluente, onde retorna para recirculação.

Figura 04 - Esquema de funcionamento e Protótipo de Filtro Biológico Percolador.



Fonte: Os autores.

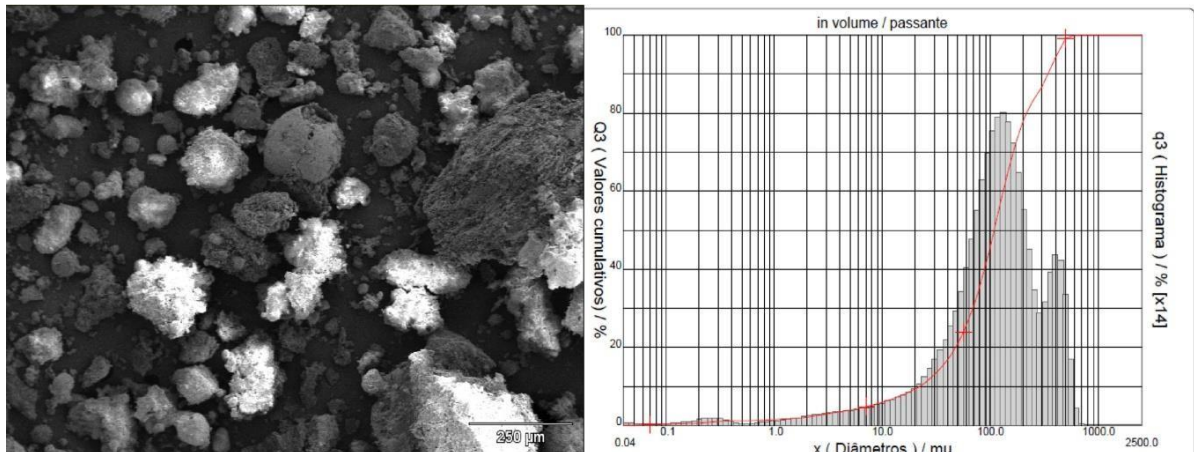
Para determinação da eficiência do Compósito Cerâmica Metal (CCM) em polimento de efluentes, foram analisados os parâmetros de DQO (Demanda Química de Oxigênio) para remoção da matéria orgânica carbonácea. Para análise de DQO foi utilizado o método com refluxo fechado com dicromato de potássio. (STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 2012).

### 3. RESULTADOS/DISCUSSÃO

A cinza pesada de carvão serviu como matéria prima. A Figura 05 apresenta a morfologia da cinza com partículas próximas a 80 a 200  $\mu\text{m}$ , determinada por

granulometria a laser. Elas apresentam morfologia predominantemente esférica e tamanho irregular, devido à composição da cinza, formada por óxidos de diferentes composições (CISESKI, 2013). As partículas frágeis sofrem fraturas, as quais tendem a refiná-las com o aumento do tempo de moagem, que pode aumentar a quantidade de finos.

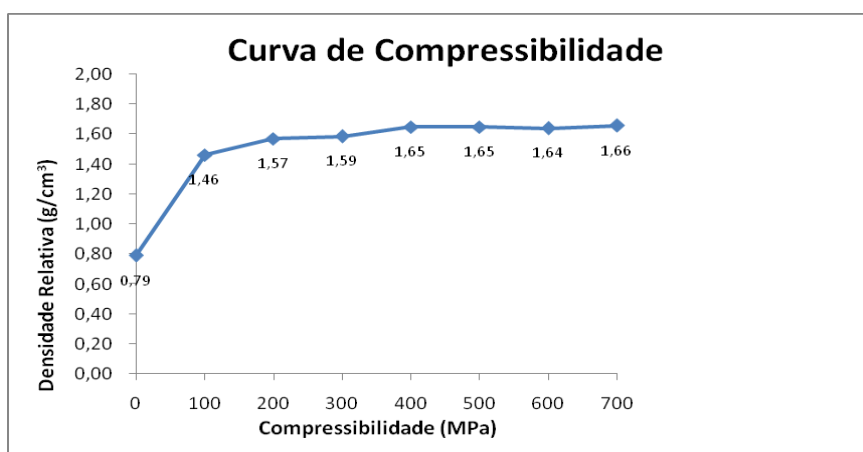
Figura 05 – Micrografia da cinza com 2h de moagem.



Fonte: Os autores.

Os materiais foram misturados, a densidade aparente foi medida, tendo-se encontrado o valor de 0,789 g/cm<sup>3</sup>. Para a determinação a pressão de compactação adequada foi traçada uma curva de compressibilidade. Para tal, a mistura foi compactada em pressões variando de 100 a 700 MPa, uma vez que a 800 MPa houve a fratura da amostra. Com os dados obtidos foi traçado a curva de compressibilidade como mostra a Figura 06.

Figura 06 – Curva de Compressibilidade da mistura Cinza-10Fe.



Fonte: Os autores.

Nota-se aumento da densidade a verde com o aumento da pressão de compactação. Compostos com estruturas de menores graus de empacotamento e partículas maiores resultam em compactados com alta permeabilidade (ORTEGA, 1997). No compósito para utilização como meio suporte, porosidade é desejável, para obtenção de permeabilidade no material. Assim sendo, a amostra de trabalho escolhida foi a compactada com 100 MPa, com menor densidade a verde.

A sinterização é responsável pela difusão dos átomos solutos na matriz solvente, bem como por difundir a matriz solvente nos átomos das partículas ricas em soluto (CHIAVERINI, 2001). É possível avaliar de forma qualitativa e indicada pela seta vermelha uma partícula de ferro em difusão na matriz cerâmica, na micrografia obtida no MEV da amostra do CCM de Cz-Fe10, com aumento de 100x, indicada pela Figura 07. As marcas escuras na imagem representam as porosidades oriundas da baixa pressão de compactação utilizada e ao maior tamanho de grão.

Trabalhos anteriores (BROGNI, 2013) sugerem ainda que porosidades irregulares podem ser oriundas de evolução de gases resultantes da decomposição dos carbonatos presentes nas cinzas. A interação das partículas de ferro difundido na matriz cerâmica de cinza apresentada justifica o uso do ferro como carga de reforço para aumento da resistência mecânica deste compósito.

Figura 07 – Micrografia do CCM com magnitude de 100x.



Fonte: Os autores

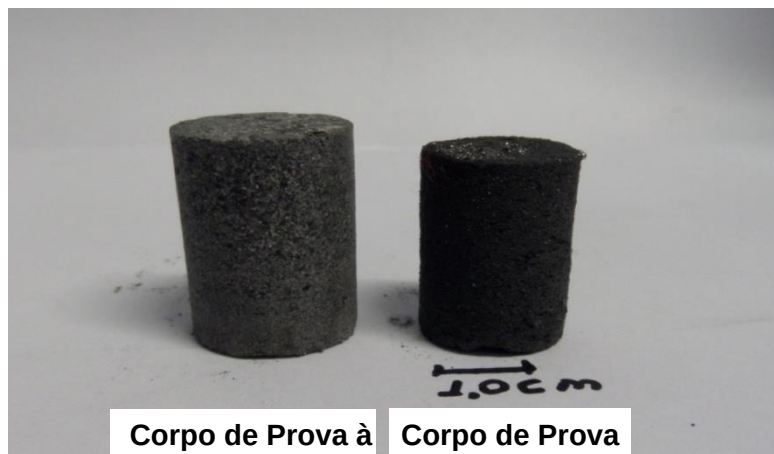
Os dados de densidades à verde e densidade do sinterizado podem ser visualizados na Tabela 02. De acordo com o estado da arte, a densidade aumenta de acordo com o aumento da pressão de compactação (CISESKI, 2013). A contração pode ser verificada na Figura 08 onde são apresentados o corpo de prova à verde e a peça sinterizada. O aumento na densidade se deve à presença e formação de fase líquida do ferro, devido ao seu alto peso molecular.

Tabela 02 - Dados da compactação e sinterização – Contração.

| Amostra | Pressão (MPa) | Densidade a Verde (g/cm <sup>3</sup> ) | Densidade Sinterizado (g/cm <sup>3</sup> ) | Contração Volumétrica (%) |
|---------|---------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|
| 1       | 100           | 1,46                                   | 1,64                                       | 12,6                      |

Fonte: Os autores.

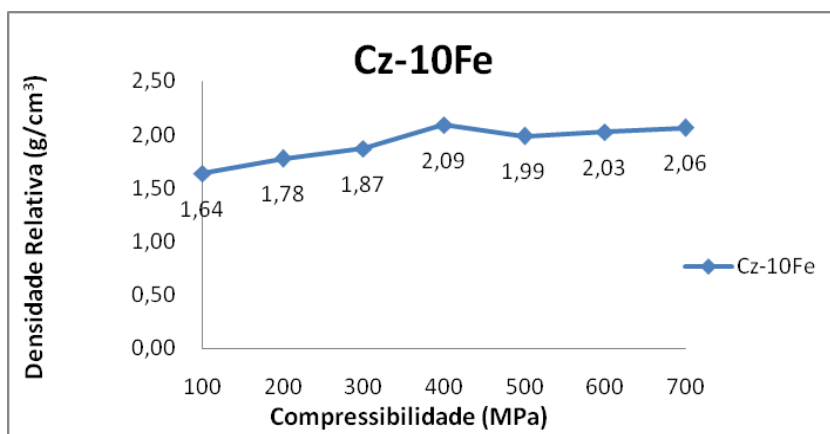
Figura 08 - Comparativo entre amostra à verde e sinterizada.



Fonte: Os autores.

A Figura 09 ilustra as análises de densidade do sinterizado através do método de Arquimedes.

Figura 09 - Densidade do sinterizado do compósito Cz-10Fe.



Fonte: Os autores.

É possível notar que a densidade tende a estabilizar-se em aproximadamente 500 MPa, o que sugere a densificação do material nessa pressão de compactação. Com os valores dimensionais mensurados, confeccionou-se a Tabela 03. Relacionando o volume e a área dos corpos de prova, compactados a 100 MPa, obteve-se as superfícies específicas dos mesmos.

Tabela 03 - Dados para determinação da superfície específica.

| Diâmetro (mm) | Altura (mm) | Volume (mm <sup>3</sup> ) | Área total (mm <sup>2</sup> ) | Superfície Específica (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) |
|---------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 16,20         | 22,71       | 47,06                     | 1366,02                       | 290,413                                                 |

Fonte: Os autores.

De acordo com a literatura, o valor de superfície específica para um meio suporte deve ser superior a 100 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, o que situa o CCM com um bom índice, já que praticamente a superfície específica atinge três vezes o valor recomendado (MELLER, 2009). Os corpos de prova dos CCMs ficaram em contato com o efluente durante 45 dias até a formação de biofilme aderido aos corpos de prova.

A Figura 10 apresenta a comparação entre as peças sem exposição ao efluente e peça que ficou exposta ao efluente durante o período mencionado. Nela é possível constatar a coloração escura conferida ao corpo de prova exposto ao efluente, que indica o biofilme aderido.

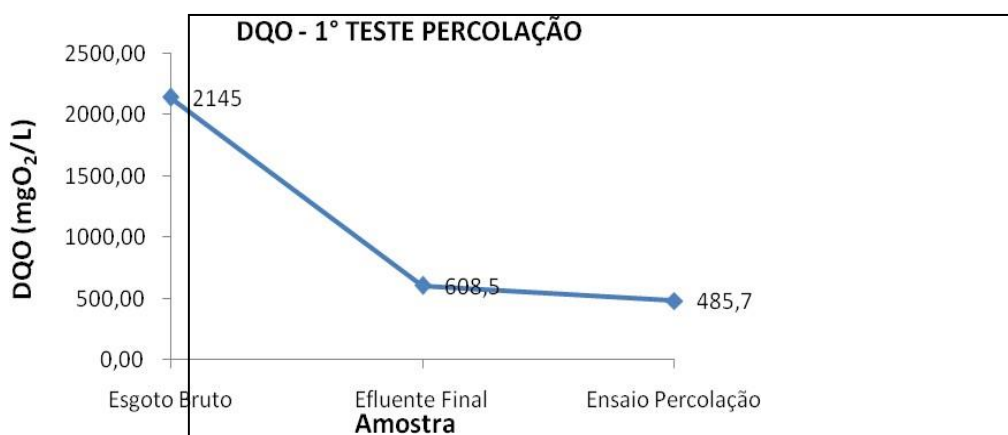
Figura 10 - Corpos de prova sem deposição e com deposição de biofilme.



Fonte: Os autores.

Foram coletados 20 litros de efluente final na saída do decantador secundário da ETE para aplicação no protótipo com o meio suporte do projeto. A simulação ocorreu com uma percolação do efluente a uma vazão aproximada de 0,005 L/s e com tempo de detenção hidráulica de 30 minutos do efluente com o meio suporte. Os resultados apresentaram uma pequena redução na DQO do efluente final e indicaram uma redução de aproximadamente 21 % na DQO do efluente final para a amostra aplicada no protótipo. A Figura 11 apresenta os resultados de DQO obtidos no 1º teste.

Figura 11 - Resultados DQO 1º teste – Percolação.



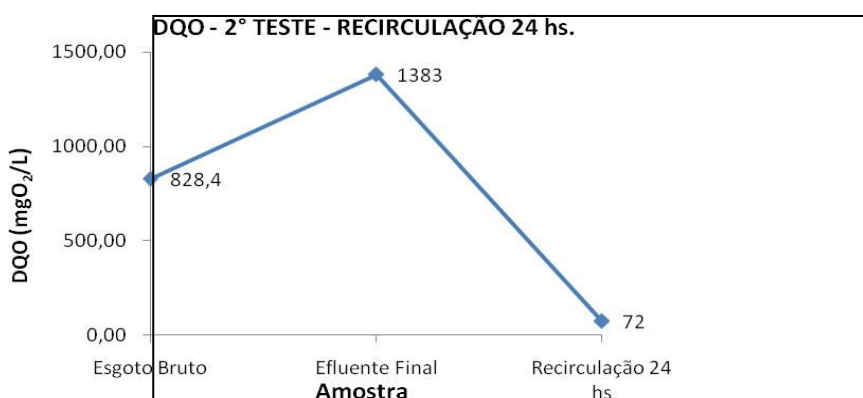
Fonte: Os autores.



Uma das hipóteses para uma redução baixa da DQO é que a carga orgânica aplicada foi elevada, pois a DQO inicial de 2145 mgO<sub>2</sub>/L é muito alta para a capacidade do protótipo, de diâmetro reduzido e pelo pequeno volume ocupado pelo meio suporte. O valor normalmente estabelecido para esgotos domésticos é em torno de 600 mgO<sub>2</sub>/L (VON SPERLING, 2005). Somado a isso, o tempo de retenção aplicado pode ter sido muito baixo. Nesse caso estabeleceu-se a necessidade de recirculação para que se pudesse aumentar a eficiência do processo. A recirculação do efluente final é difundida como uma importante estratégia para melhoria de desempenho na remoção de DQO em filtros biológicos percoladores (VON SPERLING, 2005).

A segunda amostra (coletada na semana seguinte) passou por um processo de recirculação de 24 horas, correspondente a uma taxa extrema de recirculação de 2.300 % da vazão da carga afluyente. A Figura 12 apresenta os resultados do polimento após 24 horas de recirculação.

Figura 12 - Resultados DQO 2º teste – Recirculação 24 hs.

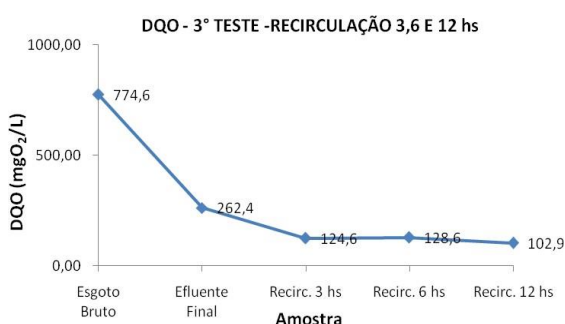


Fonte: Os autores.

A redução de 95 % de DQO, de 1383 mgO<sub>2</sub>/L para 72 mgO<sub>2</sub>/L, estabelece excelentes condições de lançamento para o efluente, mas inviabiliza o processo no que tange ao custo, que não será explorado nesse projeto de pesquisa, pois exige uma condição de bombeamento contínuo, requerendo alta demanda em energia elétrica. Outros trabalhos (KREUTZ, 2012) obtiveram eficiência de remoção de DQO bruta e filtrada em sistemas de pós-tratamento de efluentes e sugere que seus resultados sejam decorrentes do aumento da velocidade de transferência de massa líquido-sólido promovido pela recirculação do efluente.

A terceira amostra coletada passou pelo processo de recirculação, com coletas após 3, 6 e 12 horas, com taxas de recirculação de 200, 500 e 1100 % respectivamente. A redução de DQO foi bastante satisfatória nesse ensaio, promovendo reduções maiores do que 50 %. A Figura 13 apresenta os resultados desse ensaio. A recirculação pode provocar um aumento no oxigênio dissolvido (OD) no afluente, devido à sua exposição ao ar, visto que pode provocar alterações nos resultados da oxidação da matéria orgânica (NUVOLARI, 2003).

Figura 13 - Resultados DQO 3º teste – Recirculação 3,6 e 12hrs.

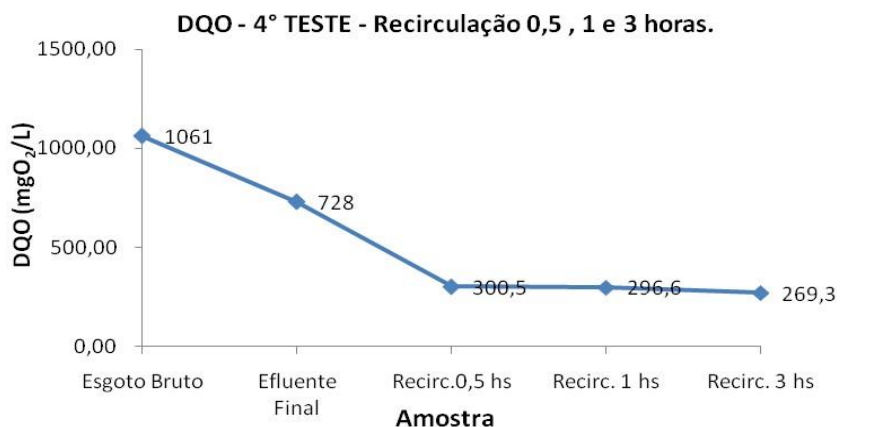


Fonte: Os autores.

Nota-se que há pequena diferença entre as amostras coletadas entre 3, 6 e 12 horas de recirculação. O foco de análise passou a ser o período de recirculação de 3 horas, com uma taxa de 200 % de recirculação, menos oneroso e com eficiência similar aos períodos maiores de recirculação de efluente. A literatura ressalta utilização de taxas de recirculação de 200 % obtendo remoções de DQO na faixa de 83 % em tratamentos de águas residuárias de suinocultura, utilizando uma associação de reatores anaeróbios com filtros biológicos percoladores (DUDA et al., 2011).

Foi realizada uma nova seqüência de processamento, desta vez, utilizando tempos menores de recirculação e conseqüentes menores taxas de recirculação. Foram adotados os tempos de processamento de 1/2, 1 e 3 horas de recirculação, com taxas de 25 %, 50 % e 200 %, respectivamente. Nota-se pouca divergência de valores entre as taxas variadas, sendo que após uma recirculação de 200 %, obteve-se uma eficiência de remoção de DQO em 63 % a partir da carga afluente. Resultados esses que podem ser observados na Figura 14.

Figura 14 - Resultados DQO 4° teste – Recirculação 05 ,1 e 3hrs.



Fonte: Os autores.

Comparando os testes na taxa de recirculação de 200 %, foram obtidos resultados de reduções de DQO similares. Nota-se maior facilidade na remoção de matéria orgânica, no efluente onde há maior disponibilidade de biomassa. Uma das prováveis hipóteses da diminuição na eficiência é que se há o decréscimo da biomassa, e conseqüente baixa disponibilidade de alimentos, os microrganismos promovem um fenômeno chamado metabolismo endógeno, onde consomem seu próprio material celular, diminuindo a espessura do biofilme e também sua capacidade de oxidação da matéria orgânica (Von Sperling, 2005) . Outro provável fato é que em função da alta taxa de aplicação hidráulica, possivelmente ocorreu o efeito denominado de lavagem, que arrastou grande quantidade de biofilme, (através de cisalhamento), com o efluente final, prejudicando sua eficiência de depuração.

#### 4. CONCLUSÃO

Para os parâmetros utilizados neste trabalho, o compósito Cz-10Fe atingiu o propósito de uma superfície porosa. A porosidade permite a formação de pequenos reatores para oxidação da matéria orgânica, possibilitando o desenvolvimento de biofilme na superfície rugosa dos corpos de prova, e habilitando o CCM para ser aplicado ao protótipo do projeto de pesquisa.

Apesar de uma grande superfície específica, o formato da peça deveria ser repensado para a aplicação, visando possibilitar maior área de contato entre o efluente e o meio suporte. A pequena quantidade de peças diminui a eficiência do protótipo, necessitando uma grande recirculação de efluente para possibilitar maiores reduções de DQO, assim como uma alta taxa orgânica aplicada em um baixo TDH.

Os corpos de prova de CCM apresentaram ao final do processo oxidação do ferro presente na estrutura, podendo liberar resíduos do metal no efluente. Entretanto, o monitoramento das concentrações de ferro no esgoto afluente e no efluente do filtro deve ser realizado para testar esta hipótese. A partir dos resultados obtidos nas condições experimentais deste estudo, percebe-se que o compósito Cz-10Fe pode ser desenvolvido e aperfeiçoado com um meio suporte para biofilme na remoção de DQO.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P.G.S. (2012). Remoção de matéria orgânica e nitrogênio em filtros biológicos percoladores aplicados ao pós-tratamento de efluentes de reatores UASB. Belo Horizonte, MG. Tese de Doutorado. UFMG, 221 p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION & WATER ENVIRONMENT FEDERATION. 2012. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Washington (USA): 22° edition,
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (2010). Standard Test Method for Compressibility of Metal Powders in Uniaxial Compaction (ASTM B331). In: 2010 annual book of ASTM standards.
- BROGNI A. (2013). Obtenção de cermet por metalurgia do pó convencional a partir da utilização da cinza leve proveniente da queima do carvão mineral em termoelétrica. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, RS. UFRGS, 87 p.
- CALLISTER, W. D. Jr. (2008). **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução**. Rio de Janeiro, LTC Editora, Sétima Edição 724p.
- CHIAVERINI, V. (2001). **Metalurgia do pó**. 4ª Ed. Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM. São Paulo, 326 p.
- CISESKI T. M. B. (2013). Influência da moagem de alta energia da cinza pesada obtida da queima em termoelétrica no compósito Cinza-20Fe. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, RS. UFRGS, 84 p.
- DANIEL, I. M. ; ISHAI, O. (1994). **Engineering mechanics of composite materials**. 4th ed. New York: Oxford University Press, 385p.
- DEPOI, F.S.; POZEBON, D.; KALKREUTH, W.D. (2008). Chemical characterization of feed coals and combustion-by-products from Brazilian power plants. INTERNATIONAL JOURNAL OF COAL GEOLOGY. V. 76; 227-236.
- DUDA R. M.; OLIVEIRA R. A. (2011). Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. REVISTA ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL. 16 no.1; 91-100.
- HEWITT, S. A.; LAOUI, T. e KIBBLE, K. K. (2009). Effect of Milling Temperature on the Synthesis and Consolidation of Nanocomposite WC-10Co Powders. Internacional. JOURNAL OF REFRACTORY METALS AND HARD MATERIALS, Vol.. 27; 66-73.
- IZIDORO J. C. (2012). Estudos sobre a remoção de íons metálicos em água usando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas de carvão. Dissertação de Mestrado. São Paulo, SP. USP, 94p.
- KREUTZ C., 2012. Comportamento de reator anaeróbio-aeróbio no tratamento de efluente bovino. Tese de Doutorado. Cascavel, PR. UNIOESTE, 116 p.
- MELLER H. S. (2009) Avaliação de um filtro biológico percolado com meio de suporte plástico corrugado. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. Criciúma, SC. UNESC, 86 p.

METCALF & EDDY, (2003). **Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse**. 4th ed. New York, .McGraw-Hill, 1823 p.

NUVOLARI, A. (2003). ESGOTO SANITÁRIO: **Coleta, Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola**. 2º Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 520 p.

ORTEGA, F. S.; PILEGGI, R. G.; SEPULVEDA, P.; PANDOLFELLI, V. C. (1997). Influência dos modelos de alfred e de andreasen sobre a microestrutura e densidade a verde de compactos cerâmicos obtidos por colagem ou prensagem. CERÂMICA. V.43, p.183 – 189.

PARKER, D.; LUTZ, M.; BENSGT, A.; ASPERGREN. (1995). Effect of operating variables on nitrification rates in trickling filters. WATER ENVIRONMENT RESEARCH. 67, nº 7, 1111-1118 QUALISINTER, 2015. Disponível em: <http://www.qualisinter.com.br/Processo.html>. Acesso em: 04/5/2017.

TRACTEBEL ENERGIA. Sustentabilidade Disponível em: < <http://www.tractebelenergia.com.br/wps/portal/internet/sustentabilidade/meio-ambiente/gestao-ambiental/usinas-termeletricas>> Acesso em: 15/04/2016

TRUDEL, Y. (1998). **Introduction to Metal Powder. Production and Characterization**. ASM Metals Handbook. Vol. 7 - POWDER METAL TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS. 9ª Ed. ASM International, p. 83-88.

VON SPERLING, M. (2005). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos- princípio de tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 452 p.

WEBER R. C. (2010). Cinzas pesadas geradas na região carbonífera do rio grande do sul: uso em misturas asfálticas a quente. Trabalho de Conclusão de Curso. Porto Alegre, RS. UFRGS, 79 p.

# CAPÍTULO 02

A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CÓRREGO ÁGUA FRIA NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS (GO) NA PERSPECTIVA DO PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE.

## **Carlos Eduardo Fernandes**

Mestre em desenvolvimento regional.

Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

Endereço: Rua Indianápolis, quadra 7, lote 34, Residencial Ayrton Senna, Anápolis-GO, Brasil. CEP: 75097125.

E-mail: caduengcivil@hotmail.com

## **Carlos Henrique Mendes dos Santos**

Acadêmico de Engenharia Civil.

Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

Endereço: Rua Carlinhos José Ribeiro, 54, Vila Jaiara, Anápolis /GO, Brasil.

CEP: 75064-350. Residencial Torres do Mirante - Bloco C, Apartamento 1204.

E-mail: carloshenrqms@gmail.com

## **Marllon Batistell Oliveira Bizzinotto**

Acadêmico de Engenharia Civil.

Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

Endereço: Rua Reinaldo Baiochi, 01, Conjunto IAPC, Anápolis/GO, Brasil.

CEP: 75143-370.

E-mail: marllon.construcosta@hotmail.com

**RESUMO:** A proposta deste estudo é apresentar de que maneira estão sendo orientadas as políticas públicas do Plano Estratégico de Desenvolvimento do Centro-Oeste no que concerne a gestão dos recursos hídricos do córrego Água Fria, bem como o processo de ocupação do leito. O principal referencial do PEDCO é o desenvolvimento regional sustentável, entendido como o processo de mudança que articula o aumento da competitividade da economia, a elevação da qualidade de vida da população e a conservação ambiental. Desta forma, o cuidado com o córrego possibilita o crescimento de indicadores sociais e evita a degradação do meio ambiente. Na cidade de Anápolis-GO, o uso das terras, não levou em consideração as fragilidades do meio físico em que se inseria, condicionando ao município problemas de ordem ambiental, que se refletem na ocorrência de processos erosivos lineares, assoreamentos e inundações. Diante disso, o presente artigo relacionou como as propostas do PEDCO podem implementar ou catalisar as ações previstas localmente para reverter a degradação ambiental, devolvendo a qualidade de vida aos moradores da área, favorecendo a economia e desenvolvimento sustentável da região. Foram relacionados os pontos já aplicados em alguns trechos do córrego e quais problemas necessitam de propostas e atenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento regional. Preservação. Bacias Urbanas. Água Fria. Políticas Públicas.



**ABSTRACT:** The purpose of this study is to present how these guidelines are being guided as public policies of the Strategic Development Plan of the Midwest, which do not concern the management of water resources of the Água Fria stream, as well as the process of using the bed. PEDCO's main benchmark is sustainable regional development, understood as the process of change that articulates the increase in the economy economy, an increase in the quality of life of the population and environmental conservation. In this way, care for or enables the growth of social indicators and avoids the degradation of the environment. In the city of Anápolis-GO, the use of land did not take into account as weaknesses of the physical environment in which it is inserted, conditioning the municipality to environmental problems, which are reflected in the occurrence of linear erosive processes, silting and flooding. In view of this, the present article related to PEDCO's proposals can implement or catalyze as local actions to reverse an environmental degradation, return the quality of life to the residents of the area, favor the economy and the sustainable development of the region. The points already used in some sections of the register and what problems can be caused by application and attention were listed.

**KEYWORDS:** Regional development. Preservation. Urban Basins. Cold water. Public policy.

## 1. INTRODUÇÃO

O Córrego Água Fria em Anápolis-Goiás recorrentemente vem sendo abordado como um desafio ambiental da cidade, tanto por seus altos níveis de erosão, pelas características peculiares do solo local, como também pela intensiva antropização de suas margens.

Os cursos d'água que cortam os municípios de maneira geral, e em especial o município de Anápolis em Goiás, sofrem com a ocupação do solo e com o desmatamento de sua cobertura vegetal. De acordo com Postel et al., (2005) os rios urbanos sustentam importantes serviços por meio de seus ecossistemas, dentre os quais pode-se citar seus aspectos de quantidade, como regulação de cheias, e de qualidade, como purificação da água para o consumo. Mas, conforme Garcias; Afonso (2013), também engloba, serviços como preservação de habitats, recuperação de processos de degradação, redução de áreas de vulnerabilidade, melhoria da qualidade do ar, regulação do clima, redução de processos de erosão e assoreamento.

Para se estabelecer propostas de recuperação e desenvolvimento sustentável, as transformações do espaço devem ser analisadas e entendidas em todos seus efeitos socioambientais. A implantação de uma proposta de manejo integrado de uma microbacia hidrográfica passa primeiramente pela elaboração de um diagnóstico básico, os quais levantam todos os problemas da bacia, para análise dos conflitos e recomendação de soluções em todos os níveis (Viana et al., 2001).

Pesquisas como as realizadas para elaboração do documento Goiás 2038 apontam para o fato de que a tendência mundial é a restrição de recursos hídricos, e fica evidente que a permanente degradação do leito de córregos urbanos interfere diretamente não só no abastecimento como na manutenção da flora nativa, e na preservação das espécies animais da região. Além disso, em um cenário regional há a previsão de que ocorra um adensamento geoeconômico do eixo Goiânia – Anápolis – Brasília e Sul Goiano, o que agravaria os problemas já existentes de estiagem, poluição das águas e desperdício do recurso hídrico causado não só pelo consumo desenfreado, como por problemas estruturais de canalização e distribuição.

Outro aspecto destacado no Goiás 2038 e que tem fundamental importância na discussão da preservação de córregos urbanos é a questão do aquecimento global como tendência mundial. Conforme será apresentado adiante, a mata ciliar é fortemente afetada por dispensa incorreta de resíduos, canalizações de galerias sem manutenção, depósito de entulhos por parte da população, etc. A diminuição de áreas verdes em centros urbanos favorece o aumento das temperaturas, o que causa prejuízos a toda a população. Além disso, o volume do córrego passa a maior parte do ano bem abaixo do esperado, justamente pela falta de vegetação que proteja o leito e suas margens.

Em contrapartida o PEDCO é um documento elaborado participativamente não só pelas metodologias utilizadas, mas pelo aspecto atemporal, que permite engajamento da sociedade independente dos desdobramentos políticos. Desenvolver uma consciência da importância da implementação de sua carteira de objetivos prioritários, garantirá o desenvolvimento regional e social aliado a sustentabilidade na região de Anápolis.

Conforme escrito em Pedco, 2007:

A metodologia de trabalho utilizada incorporou os conceitos de desenvolvimento e de planejamento participativo retro apresentado. Ao adotar o desenvolvimento sustentável como modelo de futuro, a metodologia procurou articular, ao longo do trabalho, as múltiplas dimensões que envolvem o conceito, especialmente a econômica, a sócio-cultural e a ambiental, dando um tratamento diferenciado a cada uma delas e, ao mesmo tempo, procurando combinar e confrontar as influências mútuas no sistema regional. A perspectiva de desenvolvimento sustentável leva, por outro lado, a adotar o planejamento estratégico, com visão de longo prazo e preocupação central com os fatores estruturais da realidade e, como consequência, medidas e ações capazes de promover uma reorganização da estrutura econômica, social, tecnológica e ambiental do Centro-Oeste; nesse sentido, o Plano deve gerar os movimentos de mudança que levem a um novo modelo de desenvolvimento regional, orientado para a sustentabilidade.

Do conjunto de informações geradas na consulta à sociedade e no trabalho técnico, inclusive os cenários, foram identificados os processos internos e externos à Região que emperram ou dificultam o seu desenvolvimento, por um lado, que constituem facilitadores do desenvolvimento regional. Com esses componentes organizados, foi possível formular os vetores de desenvolvimento e as prioridades estratégicas, desagregadas em programas e projetos prioritários ao desenvolvimento regional.

### 1.1 CARACTERIZAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO CÓRREGO ÁGUA FRIA

Com uma extensão de aproximadamente 3.639 metros, o Córrego Água Fria tem duas nascentes, sendo que uma nasce aproximadamente a 200 metros da rodovia BR-153 no Setor Tropical, que atravessa a rodovia para se unir a segunda nascente que nasce entre a Rua 41 e Avenida Juscelino Kubitschek no bairro JK indo desembocar no Córrego Cascavel que, por sua vez, drena para o rio das Antas.

O Córrego Água Fria corta os bairros Novo Jundiaí, Bairro JK, Setor Tropical, Setor Nova Capital, Jardim Europa, Vila Celina e Vila Santa Maria de Nazaré, passando nas imediações de residências, comércios, escolas, dentre outros estabelecimentos. Um aspecto que justifica a escolha do objeto de análise é o incentivo ao engajamento popular na preservação da água e da vegetação, como estratégia de educação ambiental e perpetuação de espécies de fauna e flora originais da região, uma vez que a área da bacia é acompanhada em grande parte de residências.

Segundo Mattos (2007, p. 84):

Há tempos, acreditava-se que os recursos ambientais eram abundantes e que nunca iriam se acabar. Assim, não se via necessidade de preservá-los.

O valor atribuído ao meio ambiente era zero, ou seja, era considerado como bens gratuitos que não entravam na contabilidade econômica, apesar de ser usado na produção de bens e serviços.

A pesquisa apresenta um levantamento quantitativo de referências bibliográficas para conceituar a ocupação da bacia do córrego Água Fria, além de documentos históricos e mapas para identificar o período que ocorreu a ocupação local. A caracterização local ocorreu por meio de levantamentos em documentos de órgãos do município para identificar as causas e efeitos da atual conjuntura do córrego, as características do seu contorno, as áreas de risco geradas e a vegetação existente.

## **2. HISTÓRIA DE ANÁPOLIS NA ÓTICA DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS E HIDROLÓGICAS DA REGIÃO**

De acordo com Pires e Santos (1995) as abordagens de planejamento das atividades antrópicas e do uso dos recursos naturais, têm falhado por dissociarem as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais inerentes. Além disso, falta o conhecimento das dinâmicas ambientais, socioeconômicas e dos conflitos que por ventura existam entre as metas de desenvolvimento e a capacidade de suporte dos ecossistemas. Para o entendimento de uma dinâmica ambiental, é necessário compreender os aspectos históricos de discorrem sobre uma região ou território.

Conforme descrito em Prdco, 2007:

Durante o período colonial, quando os vínculos com a economia brasileira eram frágeis e a infraestrutura muito limitada, a economia do Centro-Oeste caracterizava-se pela atividade extrativista integrada ao mercado mundial. O fluxo comercial através da Bacia do Rio da Prata afastava a região do centro político e econômico do país, concentrado no litoral, e descolava o Centro-Oeste do território nacional. A organização socioeconômica da região reflete a sua posição geográfica, integrada pelas principais bacias hidrográficas da América do Sul, e condiciona o comércio mundial e as correntes migratórias para a porção Oeste do Brasil. O Rio Paraguai foi a mais importante via de comércio transfronteiriço e de atração da população, o que explica a formação de cidades importantes às suas margens. A mineração e a pecuária foram atividades dominantes na região neste período. Ao conviver com a lavoura de subsistência, configuram a primeira fase de lenta ocupação econômica e demográfica do oeste brasileiro. Esta etapa da história regional começa a mudar quando se implementam os primeiros trechos de ferrovia ligando o Oeste às áreas mais dinâmicas do Sudeste brasileiro, no final do século XIX.

A cidade de Anápolis teve sua origem no final do século XIX, resultado do estabelecimento lento de povoadores, que se processava pelas terras do sul da província de Goiás. O período de 1870 a 1950 justifica o primórdio da ocupação do território para a formação urbana de Anápolis e a sua especialização de centro regional de prestação de serviços. Sendo considerado marco inicial para a compreensão da ocupação atual da bacia do córrego Água Fria.

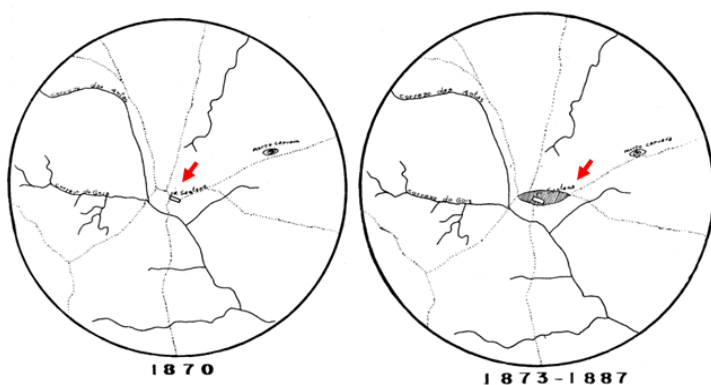
Conforme De Paula (1974), na região em que surgiria o núcleo inicial da cidade de Anápolis, existia um entreposto que funcionava como suporte aos tropeiros e mineradores que viajavam entre as cidades de Bonfim (Silvânia), Meia Ponte (Pirenópolis) e a vila de Corumbá, todas com raízes na era mineradora. Essa área era servida pela Estrada do Sudeste, uma das duas ligações da Capital da Província (a outra era a Estrada do Sul), com o Triângulo Mineiro e a Província de São Paulo.

Conforme descrito em Prdco, 2007:

Nas primeiras décadas do século XX, abre-se uma nova fase na formação econômica e social do Centro-Oeste, iniciando um processo de articulação econômica com o resto do Brasil que resulta da infraestrutura ferroviária e do transbordamento da economia cafeeira concentrada em São Paulo. Ao mesmo tempo, a região registra um lento avanço da pecuária como uma projeção da pecuária paulista, na direção do atual Mato Grosso do Sul, do Triângulo Mineiro, e de Goiás. O ciclo de expansão e integração do Centro-Oeste amplia-se com a iniciativa do Estado Nacional brasileiro através da “Marcha para o Oeste” de Getúlio Vargas, que implementa políticas de colonização visando consolidar novas áreas agrícolas na região. A marcha para o Oeste ganha novo impulso com a construção de Brasília e a abertura de rodovias do Plano de Metas de Juscelino Kubitschek, e reorganiza o território nacional e a integração produtiva do mercado brasileiro. A rede viária construída a partir de Brasília facilitou a expansão da soja, a cultura agrícola dos Cerrados, e preparou a integração do Centro-Oeste ao mercado nacional liderado pelo Sudeste; ao mesmo tempo, abriu caminho para as primeiras grandes correntes de povoamento regional.

De acordo com Polonial (2011), entre os anos de 1910 a 1935, a produção do município se apresentava pela agricultura comercial e culminou na transformação da cidade em centro de sustentação da frente agrícola em formação. Nessa perspectiva, aponta-se um fator importante de ocupação regional que relata dois pontos abrangentes: O desmatamento para produção e criação de gado, e a exploração do ouro de aluvião, direcionado pelo percurso dos rios que guiavam os garimpeiros, em um primeiro momento. Na Figura 02, nota-se que o povoado crescia em meio a um rico sistema de recursos hídricos que banhavam seus limites territoriais.

Figura 01 - Mapa de crescimento populacional (ANPUH, 1973).



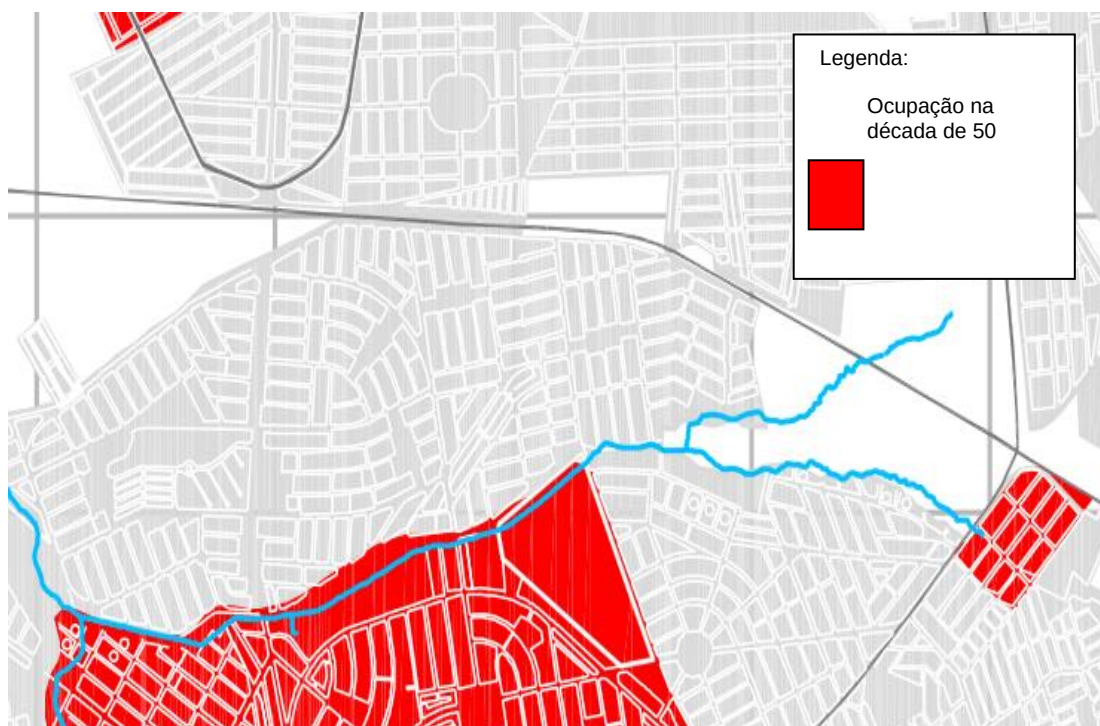
Fontes: Os autores.

## 2.2 FATOS DA OCUPAÇÃO DA REGIÃO DO CÓRREGO ÁGUA FRIA

O crescimento imobiliário condicionou a expansão da cidade na direção sudeste, com o loteamento, em 1944, do Bairro Jundiáí, localizado no terraço da margem direita do córrego das Antas. (De Paula, 1974). Dentro desse crescimento, localiza-se um importante bairro residencial que acomoda seus estabelecimentos comerciais, às margens também do córrego Água Fria que corta o setor.

De acordo com o mapa da Figura 03, podemos destacar a ocupação da bacia do córrego na década de 1950. Segundo Borges (2000), a cidade cresceu para o norte, em sentido linear, ao longo da avenida que demandava à saída para a Colônia Agrícola Nacional de Goiás.

Figura 03 - Ocupação da bacia do córrego Água Fria na década de 1950.



Fonte: SEMOSUH, 2014.

Conforme a imagem da Figura 03 nota-se que a falta de regulamentação permitiu a ocupação das margens do córrego, dando a ele os contornos da atual situação de ocupação.

## 3. CARACTERIZAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO CÓRREGO ÁGUA FRIA

O córrego Água Fria apresenta uma diversidade de obstáculos que culminam em um grupo de complexos problemas que serão estudados para mostrar como cada um se exhibe. Dentre eles destacam-se os assentamentos subnormais, as áreas de risco, os locais erodidos e sua precária mata ciliar, discurridos a seguir.



### 3.1 ASSENTAMENTOS SUBNORMAIS

Na Figura 04, observa-se que a região da bacia do córrego Água Fria se urbanizou completamente que, para Santos (1993), representa uma urbanização corporativa, onde a rápida urbanização gerou nesse caso estágios diferenciados e aprofundados de degradação ambiental e da qualidade de vida da população local.

Como explica Motta et al. (2002), a degradação ambiental resulta das estratégias de sobrevivência das populações de menores recursos das cidades e origina-se das condições socioeconômicas e na falta de opções a lugares acessíveis a moradia. Culmina-se em um aumento constante na degradação, devido ao grande crescimento desordenado das cidades, com isso, os elementos do desenvolvimento urbano sustentável são referências condutoras de políticas e práticas, devendo ser flexíveis e socialmente construídas, isto é, resultantes da compreensão dos conflitos e embates presentes nos processos de expansão e transformação urbana. A explicação de Motta (2002) justifica-se na conduta da Prefeitura em ceder as escrituras para essas moradias sem medir as consequências futuras para o meio ambiente local.

O trecho entre os Bairros Santa Maria e Anápolis City, destaca-se por uma proliferação de bairros periféricos ao córrego, e uma considerável quantidade de ocupações irregulares de áreas públicas e/ou privadas para habitação passando, também rapidamente, a caracterizar o leito do Água Fria. De acordo com a Figura 04 pode-se observar que a área apresenta assentamentos não escriturados e áreas de risco.

Figura 04 - Mapa de área de Assentamentos Subnormais (SEMOSUH, 2014).



Fonte: Os autores.

Segundo dados da defesa civil, a urbanização da bacia do córrego Água Fria apresenta-se toda urbanizada, e a impermeabilização do solo implicou no transporte das águas pluviais para o córrego, levando à elevação do nível do volume das águas, produzindo com isso, locais de grande risco para os moradores do local.



Maricato (2000), diz que a ocupação ilegal de áreas ambientalmente frágeis provoca prejuízos em relação à degradação do solo, dos recursos hídricos, e nas condições de saúde, além de conflitos sociais.

Esses assentamentos além de se caracterizarem por precárias condições de vida contribuem também sobremaneira para o agravamento do problema ambiental das cidades. Com isso as poucas áreas de preservação permanente terminam sendo ocupadas, necessitando assim uma boa interação da iniciativa privada e o poder público com objetivo de planejar e implantar de maneira à minimizar os impactos advindos, trazendo uma melhor adequação do processo socioambiental procurando sempre a igualdade social (Ferreira et al., 2005).

### 3.2 ÁREAS DE RISCO

A falta de um planejamento urbano e regional resultou no crescimento desordenado da população nas cidades e no surgimento de assentamentos humanos informais como ocupações irregulares, clandestinos e a proliferação de áreas urbanas degradadas e de risco. O mapa da Figura 05 apresenta um trecho considerável às margens do córrego Água Fria classificado pela Defesa Civil como área de risco.

Segundo Ferreira e Silva (2004), a expansão urbana principalmente quando realizada de forma irregular provoca grandes impactos ambientais e no uso sustentável dos recursos hídricos, os espaços passam a sofrer com processos erosivos e assoreamento de rios e córregos. A sociedade brasileira passou por uma rápida urbanização, fato esse que representou uma das principais questões sociais vividas no século XX.

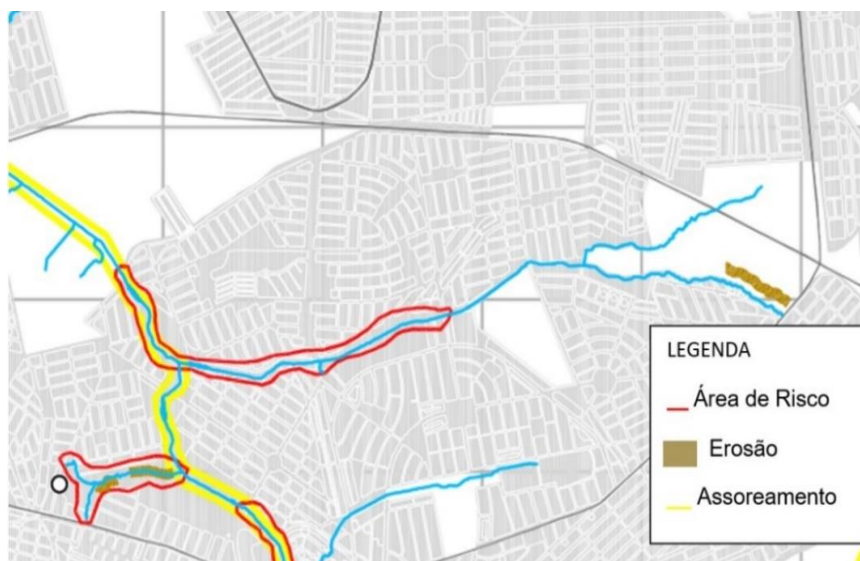
Dentre os impactos da ação urbana sobre os recursos hídricos destaca-se a degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas que normalmente são contaminadas pelas cargas de esgoto, efluentes industriais e de escoamento pluvial que são lançados no leito do rio sem receber nenhum tipo de tratamento, além da pressão sobre a demanda de captação em grandes áreas urbanas (Ministério do Meio Ambiente, 2016).

A imagem da Figura 05 mostra tais processos oriundos da forma de ocupação identificando um trecho na nascente direita que passa por um processo de assoreamento, devido a passagem da BR 153, que provocou a redução de sua mata ciliar e canalização de seu curso conforme a Figura 07.

Ainda pode-se observar a extensa faixa vermelha que mostra o risco em parte significativa das ocupações irregulares se comparado com a Figura 05.

A faixa amarela, que representa o encontro do deságue do córrego Água Fria com o Rio das Antas, serve para identificar o volume de água que chega no ponto em questão, para caracterizar o efeito da impermeabilização das cidades e dos lançamentos de águas pluviais pelas galerias, conforme Figura 05.

Figura 05 - Mapa de risco no Córrego Água Fria (Defesa Civil, 2017).



Fonte: Os autores.

Guerra (2000) afirma que o processo de assoreamento de uma bacia hidrográfica relaciona-se aos processos erosivos, uma vez que esse processo fornece material que darão origem ao assoreamento. Quando a energia da água não é suficiente para transportar o material erodido, esse material fica depositado. No caso da Figura 06, o córrego Água Fria leva também material para depósito no local, pois representa para este o local de maior volume.

Figura 06 - Assoreamento Água Fria/Antas (Autor, 2018).



Fonte: Os autores.

Finkler et al. (2016) afirma que o crescimento populacional dos centros urbanos provoca impactos diretos no meio ambiente, principalmente nos recursos hídricos de duas formas: qualitativa (alteração da qualidade da água) e quantitativa (interfere diretamente nos padrões de fluxo e quantidade de água) e estes impactos são provenientes da forma com a

qual esses recursos são utilizados. Conforme a Figura 07 fica evidenciado o impacto quantitativo no fluxo natural com córrego em função da passagem da BR 153.

Figura 07 - Nascente e trecho de passagem por baixo da BR 153.



Fonte: Autor, 2018.

A atuação humana como agente modelador do relevo é proeminente, principalmente em áreas urbanas, dando origem às formas do relevo antrópicos (Felds, 1957, Brown 1971, Casseti 1991). Já Felds (1957), classifica em ações indiretas como no caso das erosões antropogênicas encontradas no lado direito da nascente da Figura 07.

De acordo com Brown (1971), as ações antrópicas são diretas quando o gênero humano tem a intenção de modificar a superfície terrestre, e tais alterações do relevo podem ser notadas com a passagem da BR 153 por meio do aterro da pista. Para Casseti (1991), o uso da terra nos pontos de ocupação irregular às margens do córrego, descreve a forma de modelo antrópico, enfatizando as relações entre as intervenções nas vertentes e a dinâmica do canal.

### 3.3.1 ÁREAS VERDES

As áreas que margeiam os cursos d'água são conhecidas por APP (Áreas de Preservação Permanente) são protegidas por legislação que tratam de sua conservação e preservação em prol do equilíbrio ambiental e qualidade da água.

A principal legislação ambiental voltada à proteção dessas áreas é a Lei Federal 4.771/65, denominada de Código Florestal, alterada pela Lei n.º 7.803/89. Ela delibera em seu art. 2º que as faixas ribeirinhas devem ter no mínimo 30 metros de largura quando a largura do rio não ultrapassar 10 metros, aumentando conforme a largura do corpo d'água.



A intervenção humana em área de mata ciliar, além de ser proibida pela legislação federal, causa uma série de danos ambientais. As matas ciliares atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e desenvolvendo condições propícias à infiltração (Kageyama, 1986; Lima, 1989). Observa-se na Figura 08 a presença de mata ciliar envolvendo toda extensão do córrego, evidenciado que a intensa urbanização esgota essa estreita faixa que fica confinada no seu leito.

Conforme Bahia (2001, art. 1º, § 3º):

[...] o meio ambiente deve ser protegido, visando à garantia da qualidade de vida, que se traduz na segurança, saúde, igualdade, dignidade do ser humano e bem-estar social, considerando-se os recursos ambientais como bens indivisíveis, que devem ser acessíveis a todos, importando o seu dano irreversível na inviabilidade do exercício dos direitos constitucionalmente garantidos.

Figura 08 - Mapa de áreas verdes do córrego Água Fria (SEMMA, 2016).



Fonte: Os autores.

#### **4. RELAÇÃO ENTRE AS DEMANDAS DO CÓRREGO ÁGUA FRIA E O PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE**

O Plano Estratégico de Desenvolvimento do Centro-Oeste foi elaborado para embasar e determinar os objetivos do desenvolvimento regional da região Centro-Oeste no período 2007-2020, articulando-o com as políticas e os planos de desenvolvimento nacional, estaduais e municipais e, em especial, com a Política Nacional de Desenvolvimento Regional.

Quando observado o Plano Estratégico de Desenvolvimento do Centro-Oeste (2007-2020) que é um dos componentes da elaboração do PRDCO, têm-se uma proposta de reorientação do estilo de desenvolvimento da região, que leve ao desenvolvimento sustentável, expressando a visão de futuro da sociedade. Esse objetivo geral se desdobra em alguns macro-objetivos específicos que valem ser destacados no contexto da sustentabilidade no uso dos recursos naturais:

1. Conservação dos ecossistemas do Centro-Oeste, com redução das pressões antrópicas e recuperação de áreas degradadas.
7. Desenvolvimento de tecnologias limpas e compatíveis com o meio ambiente do Centro Oeste, favorecendo a difusão de processos sustentáveis de aproveitamento dos recursos naturais (PEDCO, 2007).

Se analisados os macro-objetivos acima na perspectiva das atuais condições do córrego, percebe-se que as pressões antrópicas e a falta de tecnologias adequadas são duas agravantes que impactam diretamente no desenvolvimento da região do córrego, tanto no aspecto social quanto no aspecto econômico. Além disso, é pertinente evidenciar que a falta de políticas públicas para cuidado e manutenção dos recursos hídricos como um todo é uma constante no município de Anápolis, tendo em vista o pouco investimento em pesquisa e elaboração de projetos que visem a conservação dessas áreas.

O vetor 2 do PEDCO trata da Gestão Ambiental e Recuperação do Meio Ambiente, com destaque para 3 programas que se desmembram em grandes projetos, que por sua vez se subdividem em projetos menores. Abaixo estão relacionados os subprojetos de acordo com os programas em que estão inseridos, e adiante as iniciativas já implantadas no âmbito do Córrego Água Fria para efetivação dos objetivos do PEDCO:

- Gestão integrada de recursos hídricos: Recuperação das matas ciliares e das nascentes dos principais rios da Região; Revitalização dos lagos e rios; Contenção das atividades econômicas potencialmente poluidoras dos rios, lagos e nascentes; Definição de parâmetros para carga e recarga; Montagem de sistema de monitoramento.

No que se relaciona a gestão integrada de recursos hídricos, a recuperação das matas ciliares e das nascentes dos principais rios da região de Anápolis está prevista no Plano Diretor Participativo, bem como no Plano Municipal de Drenagem Urbana atualizado em 2014.

No Plano Diretor Participativo ficam determinadas diretrizes que garantem: I. Preservar a qualidade dos recursos hídricos; II. Sustentabilidade dos ecossistemas; III. Recuperação de áreas degradadas; IV. Preservação de nascentes; V. Uso de agricultura orgânica; VI. Áreas de corredores ecológicos; VII. Unidades de conservação - UCs e parques; VIII. Área especial de interesse ambiental - AEIA; IX. Reserva legal.

A Figura 09 apresenta um dos pontos em que foi realizado a recuperação através da desapropriação de imóveis irregulares e do plantio de árvores nativas da região para recuperação da mata ciliar. Além disso, foi criada uma Secretaria Municipal de Defesa Civil para monitorar os processos de ocupação e uso do solo nas imediações dos cursos d'água municipais.

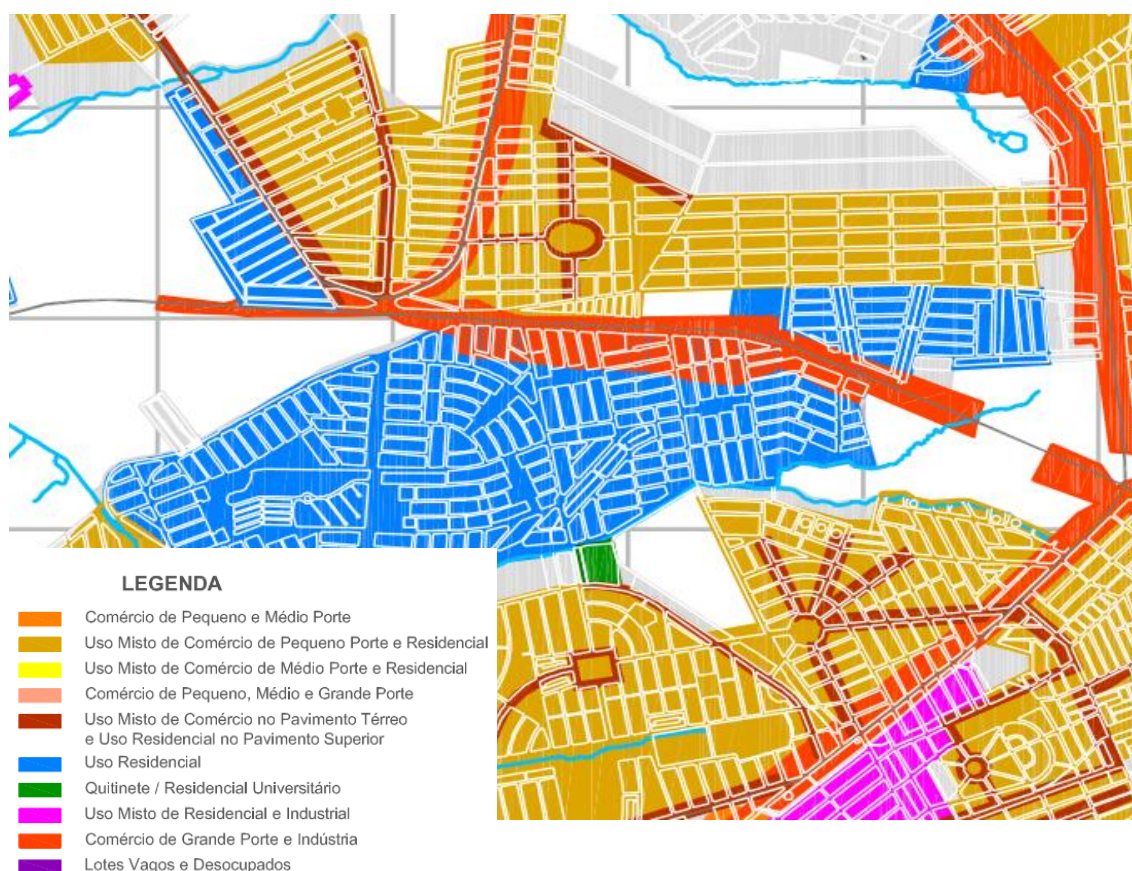
Figura 09 – Área desapropriada e reflorestada em 2017, nas imediações do Córrego Água Fria.



Fonte: Os autores.

As atividades econômicas não são destacadas nos documentos municipais quando referem-se ao córrego Água Fria, porque conforme a Figura 10, a ocupação da área é prioritariamente residencial e de comércio de pequeno porte.

Figura 10 – Tipos de ocupação da bacia do córrego Água Fria (PMDU, 2014).



Fonte: Os autores.



- Reestruturação e fortalecimento da gestão ambiental: Fortalecimento do licenciamento ambiental para prevenção, controle e monitoramento da exploração econômica de recursos naturais em áreas privadas e da poluição do ar e do solo; Definição de competências e regras para preservação do meio ambiente e utilização sustentável dos recursos naturais; Definição de normas para exploração econômica dos recursos naturais em áreas privadas; Montagem de um sistema de prevenção e controle da poluição do ar e do solo.

- Regularização e controle das áreas devolutas; Proteção de áreas e espécies ameaçadas de extinção, mecanismos, instrumentos para a recuperação de áreas degradadas; Contenção rigorosa do desmatamento na forma da lei; Combate à erosão e incentivo à recuperação de solos degradados.

- Melhoria da infra-estrutura material das instituições de gestão ambiental; Montagem de sistema de pesquisa de avaliação dos impactos ambientais das atividades produtivas; Fortalecimento dos mecanismos e participação social no controle, fiscalização, monitoramento e cumprimento da legislação ambiental.

No que tange a reestruturação e fortalecimento da gestão ambiental, somente duas ações foram contempladas: Proteção de áreas e espécies ameaçadas de extinção, desenvolvimento de mecanismos, instrumentos para a recuperação de áreas degradadas; Combate à erosão e incentivo à recuperação de solos degradados.

Estas ações foram realizadas com a implantação do uso de gabiões (Figura 11) para conter as erosões no curso do leito, agravadas pelo desmatamento. O recurso aplicado foi obtido através de um Termo de Ajuste de Conduta previsto no Plano Diretor da cidade, quanto à compensação ecológica por desconformidade em projetos de edificações no local.

Figura 11 – Gabiões implantados para contenção das erosões e recuperação da mata ciliar.



Fonte: Os autores.



Ainda são necessários projetos que intensifiquem a fiscalização e fortaleçam o licenciamento ambiental para prevenção, controle e monitoramento da exploração econômica de recursos naturais em áreas privadas e da poluição do ar e do solo. A Figura 12 demonstra com clareza ocupações irregulares e consequente desmatamento, com altos níveis de erosão do solo e residências muito próximas ao curso d'água, desobedecendo todos os requisitos de distância e preservação previstos em lei.

Figura 12 – Ocupações irregulares e processos erosivos.



Fonte: Os autores.

- Valorização e conservação do meio ambiente: Intensificação e ampliação de pesquisas da biodiversidade (in situ e in vitro) para classificação e patenteamento de espécies naturais; Realização de ações para preservação e conservação ambiental da biodiversidade; Difusão de tecnologias de manejo sustentável; Incentivo ao aproveitamento dos subprodutos florestais; Criação e regularização de UC - Unidades de Conservação - e reservas extrativistas (públicas e privadas) em diferentes ecossistemas, que assegure a manutenção e, quando pertinente, exploração sustentável dos recursos florestais, para integrar as populações tradicionais e regionais; Conscientização de empresários e pequenos produtores sobre a questão ambiental.

Dentre as propostas englobadas no projeto que visa a valorização e conservação do meio ambiente, a principal iniciativa foi a criação do Parque Ambiental Lago JK (Figura 13) constituído por um lago, cujo objetivo é reter o excesso de volume de chuva vultuosa no córrego. No local há espaço para lazer e convivência, abrangendo os objetivos de integração da população com o ambiente a ser preservado.

Figura 13 – Parque ambiental Lago JK.



Fonte: Os autores.

O conjunto de projetos que formam a estratégia de desenvolvimento regional foi priorizado para definição de uma Carteira de Projetos Prioritários. Destacam-se aqueles de maior relevância para o desenvolvimento regional e nos quais devem ser concentrados todos os esforços das instituições comprometidas com o futuro do Centro-Oeste. Dentro desse apanhado, destaca-se para o foco desse estudo o Projeto 4, que direciona:

Quadro 01 – Projeto 4 do PEDCO 2007-2020.

| Objetivos                                          | Resultados esperados                                      | Subprojetos                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conservação dos recursos hídricos do Centro-Oeste. | Rios e lagos do Centro-Oeste revitalizados e conservados. | 1. Recuperação das matas ciliares e das nascentes dos principais rios da Região;<br>2. Revitalização dos lagos e rios;<br>3. Contenção das atividades econômicas potencialmente poluidoras dos rios, lagos e nascentes. |

Fonte: Os autores.

Conforme descrito na análise dos projetos pertencentes ao Vetor 2, os objetivos inerentes ao projeto 4 do PEDCO 2007-2020 começaram a ser atendidos à medida que vem sendo desenvolvidas estratégias para a conservação dos recursos hídricos da região analisada. Ainda há muitos aspectos a serem abarcados dentro do prazo de execução do plano de desenvolvimento, mas isso já é mais visível dentro das políticas públicas do próprio município, que vem dando ênfase em suas propostas de conservação de recursos e desenvolvimento socioeconômico aliado com sustentabilidade.

Além de todo o apanhado realizado pelo PEDCO, há a disposição da sociedade e da gestão pública o Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente e Urbanismo que atua na área de defesa do meio ambiente, patrimônio cultural e urbanismo, abrangendo a matéria cível e a criminal, além de outras correlatas, conforme determina o Ato PGJ nº 27, de 26/07/2017, visando a aproximação do Ministério Público do Estado de Goiás com a sociedade e apoiando e valorizando a atuação do Promotor de Justiça Ambiental.

Na cidade de Anápolis esse órgão foi responsável por autuar um hipermercado que se instalou na região do córrego Água Fria (Avenida Pereira do Lago), sem os devidos licenciamentos ambientais e dentro de uma área de preservação ambiental (Figura 14). A Avenida Pereira do Lago representa um dos trechos de maior necessidade de intervenção, com altos índices de erosão, depósito irregular de entulhos e galerias pluviais danificadas.

Como é possível observar na Figura 14, várias estratégias de engenharia já foram utilizadas, mas ainda é necessário que seja desenvolvido um projeto de recuperação permanente. Observa-se também ao fundo o Hipermercado instalado em APP. Através de um Termo de Ajustamento de Conduta determinou-se que a empresa deveria promover uma compensação construindo um parque ambiental na área com a recuperação da mata ciliar, plantio de espécies nativas do cerrado e desenvolvimento de uma política de educação ambiental para os moradores e frequentadores da área. O projeto não foi realizado pela empresa e o Ministério Público determinou a demolição do empreendimento. O processo ainda tramita na justiça.

Figura 14 – Área da construção do Hipermercado (SEMMA, 2017)



Fonte: Os autores.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os mapas e imagens analisados é possível destacar que a bacia do córrego Água Fria apresenta um processo de antropização acelerado quando notado o crescimento demográfico, a presença de residências próximas à sua margem e seus problemas de alagamentos e assoreamento representando riscos para essas moradias, enquanto prejudicam a qualidade de vida no local.

As propostas de aplicação do PEDCO, ainda estão se desenvolvendo, pois existe um distanciamento que deve ser preenchido entre o Plano Diretor e o Plano Municipal de Drenagem Urbana, para garantir recursos financeiros que possibilitem a execução dos serviços necessários. O córrego Água Fria depende de uma gestão de recuperação da flora, que se detém nas desapropriações, por sua vez limitadas por falta de recursos do município, e de um controle de lançamento de resíduos e tratamento de esgoto.

É necessário ainda, melhor conscientização da população quanto ao descarte do lixo no córrego. Ainda sim pode-se pensar em políticas públicas que reduzam o volume de água providas nas galerias de águas pluviais que são lançadas no córrego e provocam assoreamento e erosões.



## REFERÊNCIAS

- ANÁPOLIS. **Plano Municipal de Drenagem Urbana** – Atualização de 2014. Dispõe sobre o PMDU e dá outras providências. Disponível no Portal da Transparência de Anápolis. Acesso em 28/07/2018.
- ANÁPOLIS. Secretaria Municipal de Meio Ambiente de. **Acervo de imagens e dados**. 2016.
- ANÁPOLIS, Secretaria Municipal de Habitação de. **Acervo de imagens e dados**. 2016.
- BAHIA. **Lei estadual nº 7.799 de 07 de fevereiro de 2001**. Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais.
- BORGES, B. G. **Goiás nos quadros da economia nacional: 1930-1960**. Editora da UFG. Goiânia. 2000.
- BROWN, E. H. **O homem modela a Terra**. In: Boletim Geográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. Edição nº222. 1971.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. Contexto Editora. São Paulo. 1991.
- CASTELLS, M. **A Questão Urbana**. Editora Paz e Terra. Rio de Janeiro. 2000.
- FELDS, E. **Geomorfologia Antropogenética**. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro. 1957.
- FERREIRA, D. F; SAMPAIO, F. E; SILVA, R. V. C. **Impactos socioambientais provocado pelas ocupações irregulares em áreas de interesse ambiental – Goiânia/GO**. Anais... UCG/SENAI – CETRESG. Goiânia. 2004.
- FINKLER, N. R.; MENDES, L. A.; BORTOLIN, T. A. et al. Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, 2016.
- GARCIAS, C. M; AFONSO, J. A. C. (2013) **Revitalização de rios urbanos**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (Gesta). Disponível em <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7111/4883>. Acesso em 28/07/2018.
- GOIÁS, Secretaria de Estado de Defesa Civil de. **Acervo de imagens e dados**. 2017.
- GONZALES, S. F. N. **O espaço da cidade contribuição à análise urbana**. Projeto Editores Associados. São Paulo. 1985.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Bertrand Brasil. 3ª edição. Rio de Janeiro. 2000.
- GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Bertrand Brasil. 9ª edição. Rio de Janeiro. 2012.
- GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C.O.(org.) **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Oficina de textos. Rio de Janeiro. 1995.
- JACOBI, P.R.; FRACALANZA, A.P.; SILVA-SÁNCHEZ, S. **Governança da água e inovação na política de recuperação de recursos hídricos na cidade de São Paulo**. Cadernos Metrópole. São Paulo. 2015.

KAGEYAMA, P.Y. **Estudo para implantação de matas de galeria na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público.** Anais...Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1986.

LIMA, W.P. **Função hidrológica da mata ciliar.** In: Simpósio sobre Mata Ciliar. Fundação Cargil. Campinas. 1989.

MARICATO, E. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias: planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (Org.). **A cidade do pensamento único; desmanchando consensos.** Vozes. Petrópolis. 2000.

MATTOS, A. D. M. **Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da micro-bacia do ribeirão São Bartolomeu no Município de Viçosa.** Revista Árvore, vol.31, nº2. Viçosa. Abril 2007.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. In: **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea.** Curitiba. 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mananciais.** Disponível em: <http://mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>. Acesso em: 28/07/2018.

MOTTA, D. M. **Gestão do uso do solo disfunções do crescimento urbano** Volume 1: Instrumento de Planejamento e Gestão Urbana em Aglomerações Urbanas: Uma análise Comparativa. Brasília. 2002.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. **Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento.** Ciência hoje. Rio de Janeiro. 1995.

POLONIAL, J. **Anápolis nos tempos da ferrovia.** Editora Kelps.Goiânia. 2011.

PRADILLA, C. E. **Contribución a la Crítica de la “Teoría Urbana”.** Del “Espacio” a la “Crisis Urbana”. Universidad Autónoma Metropolitana. Casa Abierta alTiempo. Colección Ensayos. México. 1984.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** Hucitec. São Paulo. 1993.

SÓCRATES, J.R.; GROSTEIN, M.D.; TANAKA, M.M. **A Cidade invade as águas: qual a questão dos mananciais.** FAU. São Paulo. 1984.

SUDECO. Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste. **Plano estratégico de desenvolvimento do Centro-Oeste: 2007 – 2020.** Disponível em [www.sudeco.gov.br/pdco](http://www.sudeco.gov.br/pdco). Acesso em 01/08/2018.

SUDECO. Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste. **Plano Regional de Desenvolvimento do Centro-Oeste: 2017 – 2020.** Disponível em <http://www.sudeco.gov.br/documents/20182/71420/Plano+Regional+de+Desenvolvimento+d+o+Centro-Oeste+-+PRDCO.pdf/aa04dc0c-6c8d-4c6c-b15a-c15df129ca52>. Acesso em 01/08/2018.

VIANA, R.L.; RIBEIRO, G.A.; LIMA, G.S.; SOUZA, F.A.A.; GÓES, C.T. **Considerações sobre a elaboração de um diagnóstico sócio-econômico e sócio-ambiental no entorno de uma unidade de conservação.** In: XVI Congresso Brasileiro de Economia Doméstica e IV Encontro Latino-Americano de Economia Doméstica. ABED. Anais... Viçosa-MG. 2001.



# CAPÍTULO 03

DESAFIOS DO AGRO EMPREENDEDORISMO: AS STARTUPS DO CAMPO  
CHALLENGES OF AGRO-ENTREPRENEURSHIP: THE STARTUPS OF THE  
FIELD.

## **Marta Cristina Marjotta-Maistro**

Docente da Universidade Federal de São Carlos Instituição: Universidade Federal de São Carlos.

Endereço: Rod Anhanguera, km 174, CEP: 13600-970, CP 153, Araras – SP

E-mail: marjotta@ufscar.br

## **Adriana Estela Sanjuan Montebello**

Docente da Universidade Federal de São Carlos Instituição: Universidade Federal de São Carlos.

Endereço: Rod Anhanguera, km 174, CEP: 13600-970, CP

E-mail: adrianaesm@ufscar.br

## **Jeronimo Alves dos Santos**

Docente da Universidade Federal de São Carlos Instituição: Universidade Federal de São Carlos.

Endereço: Rod Anhanguera, km 174, CEP: 13600-970, CP

E-mail: jeronimo@ufscar.br

**RESUMO:** Tem-se observado maior presença das Startups no agronegócio. As características específicas desse modelo de negócios e a relevância econômica do setor são fatores atrativos para se tornar um agroempreendedor. O objetivo geral deste artigo é apontar e discutir três desafios voltados ao agroempreendedorismo: sustentabilidade das Startups; diversidade e heterogeneidade no campo e formação do profissional. Os conceitos e o referencial teórico adotados são os de Startups, empreendedorismo, agronegócio e agroempreendedorismo. A metodologia adotada se baseou na utilização de dados secundários obtidos por meio de revisões bibliográficas e fonte de dados em sites de órgãos públicos e privados. Os resultados apontam que as Startups têm desafios muito além de uma mera solução de problema no setor, tais como financeiro e de comprovar a eficácia da tecnologia adotada; coexistem, no campo, uma diversidade de produção realizada por diferentes categorias de produtores. Como considerações finais aponta-se: a permanência das Startups deve ser garantida por meios que propiciem a sua sustentabilidade econômica e a garantia de que serviços de qualidade serão ofertados e as características específicas do campo denotam forte potencial de atuação para empreendimentos inovadores.

**PALAVRAS CHAVE:** empreendedorismo, agronegócio, tecnologia.

**ABSTRACT:** Specific characteristics in agribusiness entrepreneur are attractive factors to business model and the economic relevance of the sector. The aim of this article is to show out and discuss three challenges related to agribusiness entrepreneur: sustainability of Startups; diversity and heterogeneity in the field and training of the professional. The theoretical framework are those of Startups, entrepreneurship, agribusiness and agro-entrepreneurship. The methodology was based on use of secondary data obtained through bibliographic revisions and source data on public and private agencies' websites. The results show out that Startups have challenges such as financial and to prove the effectiveness of the technology; a diversity of production by different categories of producers. Finally, the permanence of Startups must be provided for their economic sustainability and the guarantee that quality services should be offered and the specific characteristics of the field reveal a strong potential for innovative projects.

**KEYWORDS:** Entrepreneurship; Agribusiness; Technology.

## 1. INTRODUÇÃO

O início das Startups se deu em um período denominado de bolha da internet, entre 1996 e 2001 e, apesar desse termo já ser usado nos Estados Unidos da América, somente com o surgimento das empresas “ponto.com”, que passou a ser difundido no Brasil. (SEBRAE, 2017). Recentemente tem-se observado a maior presença das Startups na economia nacional, sendo esta presença maciçamente divulgada na imprensa. Em notícias como “As Startups é que lideram a revolução no campo” (Época Negócios, 2018)), ou ainda, “No campo, a revolução das Startups” (Estadão, 2018a), entre outras manchetes, o tema ganhou destaque.

As características específicas de um modelo de negócios pautado em Startups como também, a relevância econômica das atividades do agronegócio são fatores atrativos para se tornar um agroempreendedor. O modelo de Startups se caracteriza, segundo o Sebrae (2017), como um modelo de negócio repetível e escalável, trabalhando em condições de extrema incerteza.

O objetivo de uma Startups voltada ao agronegócio é minimizar os riscos, incertezas aumentando a produtividade e lucratividade para o Setor, por meio de planejamento, controle de gastos, melhor autonomia nos negócios, aumento de capacitação e comunicação (ZUIN e QUEIRÓS, 2006). Sendo que a relevância econômica do agronegócio pode ser indicada pela sua participação no Produto Interno Bruto (PIB), ou seja, de acordo com a Confederação Nacional da Agricultura (CNA, 2018), o setor participou com 23,5% do PIB, em 2017, o que representou a maior participação em 13 anos. Além do mais, se destaca que a adoção de novas tecnologias, no agronegócio, tem feito diferença no setor, gerando valor para toda a cadeia por meio do dinamismo da inovação, mudando a realidade dos todos os agentes envolvidos.

Nesse contexto, fica a seguinte questão a ser investigada: as Startups, enquanto ofertantes de tecnologia, estão preparadas para se sustentarem no meio rural, considerando as especificadas trazidas pelo campo, este sendo o demandante por produtos e serviços? E, ainda, qual o perfil dos profissionais que irão atuar nesse contexto?

O trabalho de Mauri et al. (2017) teve como foco realizar uma revisão bibliográfica sobre as potencialidades que o agronegócio oferece às empresas do tipo Startup no contexto brasileiro, além de conduzir uma reflexão sobre quais alternativas de modelos de negócio poderiam ser adotadas por estas organizações, a fim de se

manterem competitivas e sustentáveis frente ao mercado. Os autores apontam como considerações finais do estudo que startups têm muito que aproveitar no que se refere às oportunidades de negócio, especialmente, se tiverem uma proposta de valor devidamente alinhada às necessidades do agronegócio brasileiro.

O trabalho de Dutia (2014), por sua vez, aponta que a Agtech (Startups voltadas para o agronegócio), vista como uma ferramenta para a tecnologia agrícola sustentável tem o potencial para reformular completamente a agricultura global, aumentando a produtividade do sistema agrícola e reduzindo simultaneamente os seus custos ambientais e sociais trazidos com a expansão de sua produção. Assim, o trabalho destaca que o sucesso para se ter o aumento sustentável na produção de alimentos, passa por grandes inovações em AgTech, as quais são necessárias para aumentar a produtividade agrícola e melhorar a eficiência e resiliência de todo o sistema alimentar. Para tanto, o artigo também faz as seguintes recomendações: é necessário promover as oportunidades surgidas com as Agtech; apoiar sistemas regionais de apoio as Agtech; permitir a transição para novas tecnologias que despontam maior eficiência e são mais atreladas aos aspectos ambientais bem como é necessário desenvolver o capital humano para atender as necessidades e demandas trazidas com esse processo de transição para estas novas tecnologias.

Dentro deste contexto, e de forma a complementar e despertar novos estudos dentro da literatura sobre o tema, o objetivo geral deste artigo é apontar e discutir três desafios voltados ao agroempreendedorismo, sendo eles: O desafio da sustentabilidade das Startups na oferta de novos produtos e serviços para o Agronegócio; O desafio da diversidade e heterogeneidade dentro do campo; O desafio da formação do profissional para atuar no campo juntamente com o papel do conhecimento.

Este artigo está dividido em seis partes, a começar por esta introdução, seguida pelo referencial teórico, material e métodos, análise dos resultados, considerações finais e, por fim, as referências bibliográficas são apresentadas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Os conceitos e o referencial teórico adotados neste artigo são os que seguem: Startups, empreendedorismo, agronegócio e agroempreendedorismo.

Startups significa um grupo de pessoas trabalhando com uma ideia diferente que, aparentemente, poderia fazer dinheiro. Outro ponto, “Startups” sempre foi

sinônimo de dar início a uma empresa e colocá-la em funcionamento. Também pode ser entendida como um grupo de pessoas à procura de um modelo de negócio repetível e escalável, trabalhando em condições de extrema incerteza (SEBRAE, 2017).

O cenário para uma Startups é caracterizado por vários fatores que incrementam os desafios enfrentados pelos empreendedores. Entre esses desafios estão: 1. Cenário de incertezas, o qual significa que não há como ter confirmação se uma determinada ideia e projeto de uma empresa irão realmente dar certo, ou ao menos se provarem sustentáveis; 2. O modelo de negócio é como a Startups gera valor, ou seja, é como transformar seu trabalho em dinheiro; 3. Ser repetível, significando ser capaz de entregar o mesmo produto novamente em escala potencialmente ilimitada, sem muitas customizações ou adaptações para cada cliente e; 4. Ser escalável, ou seja, a chave de uma Startups é crescer cada vez mais, sem que isso influencie no modelo de negócios. Crescer em receita, mas com custos crescendo lentamente (SEBRAE, 2017).

Quando se trata do termo empreendedorismo, segundo Chiavenato (2007) existem ideias equivocadas sobre esse termo e sobre o termo empreendedor, ao analisá-los mais aprofundadamente, são identificados conceitos mais amplos. De acordo com o relatório do Global Entrepreneurship Monitor – GEM, se existir alguma tentativa de um novo empreendimento pode-se caracterizar como empreendedorismo. No entanto, Dornelas (2016) afirma que o simples fato de um indivíduo ter uma empresa ou um negócio, seja ele qual for, não significa que nele está incorporado todo o processo empreendedor. Segundo esse mesmo autor, empreender é algo que pode ser inerente ao indivíduo, mas também algo que pode ser aprendido e estimulado constantemente. O empreendedor, mais do que nunca, tem que ser inovador, corajoso, ter competência e visão. Ou seja, um empreendimento pode ser gerido por um administrador ou por pessoas que não tem competências empreendedoras, mas um empreendedor pode gerir qualquer negócio e ter as habilidades que poderão levá-lo ao sucesso nas decisões.

Um exemplo seria a análise de um empreendimento por necessidade e por oportunidade. O empreendedorismo por necessidade vem pelo desemprego, por questões de sobrevivência e é predominante em países menos desenvolvidos e na maioria das vezes sem planejamento, nesse caso, as chances de sucesso são comprometidas. Já o empreendedorismo por oportunidade é mais comum em países

desenvolvidos são implementados a partir de uma ideia que promova a inovação e são bem planejados, nesse caso, as chances do sucesso são maiores (GEM, 2017).

Nesta mesma vertente, muito também se confunde o termo agronegócio. Segundo Batalha (2014) seria a soma de todo o processo que envolva os produtos agropecuários e itens produzidos a partir destes. Dessa forma, todos os aspectos institucionais, sociais, ambientais e financeiros, permeiam o conceito de agronegócio. No entanto, a dificuldade prática, seria a forma de inserir naquele conceito o que faz parte ou não do agronegócio.

Portanto, dentro do que é possível no entendimento do empreendedorismo e agronegócio, cunha-se um novo conceito chamado agroempreendedorismo, que é simplesmente aquele que está inserido no agronegócio e tem feito diferença no setor e gerando valor para toda a cadeia por meio do dinamismo da inovação, mudando a realidade dos todos os agentes envolvidos.

### **3. METODOLOGIA**

O presente artigo foi elaborado com a utilização de dados secundários obtidos por meio de revisões bibliográficas de material pertinente as áreas de estudo e fonte de dados em sites de órgãos públicos e privados.

Gil (1991) classifica levantamento bibliográfico como uma pesquisa exploratória, que envolve material bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o tema e faz análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Como fontes de dados pode se citar: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB); Associação Brasileira de Startups (ABStartups); Confederação Brasil Júnior, entre outras.

### **3. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

#### **3.1 SUSTENTABILIDADE DAS STARTUPS NA OFERTA DE NOVOS PRODUTOS E SERVIÇOS PARA O AGRONEGÓCIO**

O setor define as novas oportunidades de tecnologia, inovação e produtos que as empresas do agronegócio precisam para um crescimento sustentável (BAGGIO; BAGGIO, 2014, p.26).

A percepção de sustentabilidade das Startups dependerá muito da sua forma



de inserção no mercado e o nicho em que ela atuará no agronegócio. Segundo a ABStartups (2017) as Startups voltadas para solucionar ou aumentar a produtividade na agricultura aumentam 70 % ao ano. São desenvolvidos drones, aproveitamento de sinal de satélites, big data, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (AI) e sistemas de gestão em nuvem como ferramentas revolucionários para o agronegócio.

Nesse contexto, entende-se que empreendedor de uma Startups tem a meta de inovar dentro do mercado que ele pretende atuar, analisando cenários de oportunidades procurando suprir uma demanda reprimida e apresentando diferenciais competitivos como vencer as possíveis concorrências; conquistar clientes; e alcançar a lucratividade e a produtividade (PESSOA, 2005).

Observa-se que são vários desafios que podem ir de encontro ou ao encontro do sucesso das Startups. O modelo que preservará a continuidade de um negócio repetível e escalável e em condições de extrema incerteza dependerá do entendimento e conhecimento do mercado agropecuário que tradicionalmente está à mercê inerente das intempéries climáticas, doenças, pragas, mercadológicas etc.

Entende-se que, antes mesmo do desenvolvimento de produtos e serviços voltados ao mercado do agronegócio é necessário o aprofundamento contumaz do mercado em questão. Seja ele para trabalhar e vencer as possíveis concorrências como o mercado tradicional ou os novos meios de tecnologia e produtos inovadores. Conquistar clientes que invariavelmente são de diferentes regiões, diferentes realidades socioeconômicas, diferentes culturas, e diferentes produtores de serviços e produtos. Convencer o cliente dos ganhos marginais e o valor gerado ao adotar o produto e serviço oferecido. E também vencer as possíveis barreiras tecnológicas devido à falta de capital humano que otimizará o uso das novas tecnologias ofertadas.

Então, a partir do momento que se define um modelo de negócio é preciso validar a sua inovação, é importante que sejam empresas enxutas para as mudanças que forem necessárias ao se adaptar as necessidades do mercado em questão, pois as Startups têm como objetivo apresentar um novo produto que seja significativo e rentável (TOLEDO, 2012)

Na própria concepção das Startups, não se espera um produto finalizado para o cliente, mas é crucial uma sinergia com cliente na evolução do produto e serviço oferecido ao cliente, entendendo que uma Startups passa pelas fases de concepção, gestação, nascimento, concepção e lançamento, crescimento e morte; e que cada fase será bem aproveitada quando o mercado tem a oportunidade de oferecer um

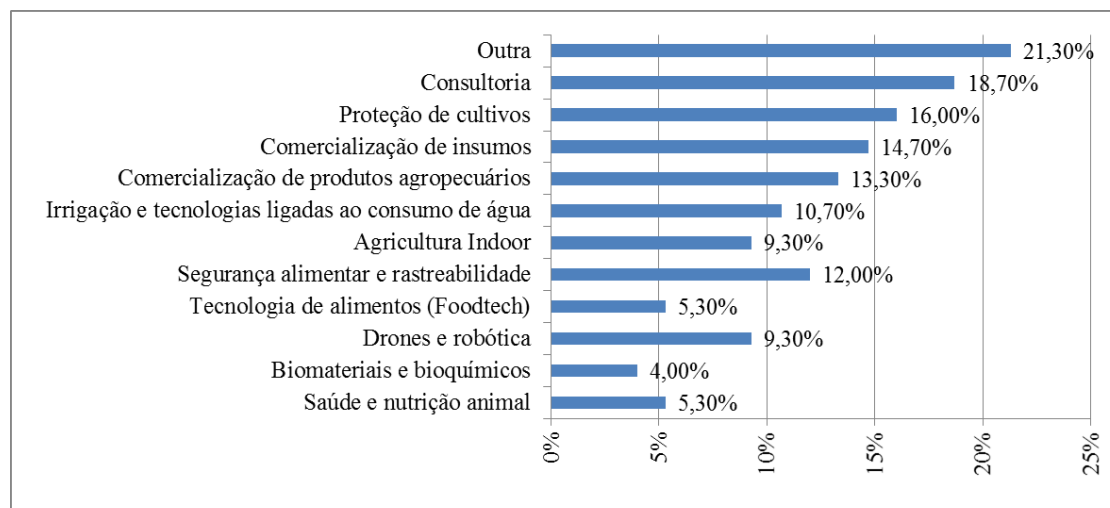
feedback (KALIL, 2016; STARTSE, 2017).

De acordo com o segundo censo da Agtech Garage (2019) existe uma concentração no desenvolvimento de Startups do agronegócio no Brasil, ou seja, 46 % estão em São Paulo, 16 % no Estado de Minas Gerais, e nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, possuem 12 %, 8 % e 6 % respectivamente, enquanto os outros estados, também importante no agronegócio, têm pouca representatividade na criação e atuação das Startups. Neste ponto é essencial observar os mecanismos de apoio e investimentos para a expansão desse modelo de negócio. E por outro lado, verificar se a orientação da oferta de produtos e serviços que solucionam o problema no agronegócio tem o seu gradiente orientado para uma real demanda reprimida.

A Agtech Garage (2016) identificou que as Startups do agronegócio são voltadas para softwares de gestão (50 %), suporte à decisão (56 %), equipamentos inteligentes e hardware (25 %) e agricultura de precisão (24 %) (AGTECH GARAGE; ESALQ/USP, 2016).

De acordo com a figura 01 os ramos de maior intensidade de atuação são de consultoria, proteção de cultivos, comercialização de insumos e comercialização de produtos agropecuários. Seguindo esta estatística, percebe-se que essas empresas têm se desenvolvido em várias frentes do agronegócio, no entanto é imprescindível associar com as reais necessidades do setor. A questão que se pode levantar para esse mercado é se essas Startups têm resolvido o problema do agronegócio de maneira eficaz.

Figura 01 - Áreas de atuação das Startups.



Fonte: AgTech Garage e ESALQ/USP, 2016.

Para que uma Startups consiga se consolidar no mercado do agronegócio, ela precisa enfrentar o “timing do negócio”, ou seja, na agricultura tem se a questão da sazonalidade e precisa esperar ciclos de safras para validar a tecnologia empregada. (ESTADÃO, 2018 b).

Além disso, tem também a questão relativa ao financiamento do negócio. De acordo com dados do segundo Censo Agtech Startups Brasil (2019), das empresas pesquisadas, 31 % nunca receberam nenhum tipo de investimento, o que impacta no lançamento de produtos competitivos no mercado; 15 % conseguiram suportes da própria família e amigos e 16 % receberam algum investimento de fundo perdido. Em seu primeiro censo, de acordo com dados desta mesma pesquisa, no segmento de investimentos a fundo perdido, destaca-se o papel da Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) com seu programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE). Para concluir, os dados do primeiro censo apontam que 80% dos empreendedores indicaram que a captação de recursos é a maior dificuldade para seus negócios.

Portanto as Startups voltadas para inovar no agronegócio têm desafios muito além de uma mera solução de problema no setor, pois existe uma complexidade em cada um dos elos das cadeias de cada produto, processo ou serviço no agronegócio. Questões como legislação, conflitos entre elos, sinergia, custos, eficiência podem afetar diretamente as possíveis inovações voltados para o setor. Ou seja, uma mudança de paradigma pode afetar toda uma orientação voltada ao desenvolvimento das Startups.

Dessa forma, é crucial, antes mesmo de desenvolver alguma ideia que evolua para o processo de inovação, entender todo o setor que esse modelo de negócio queira atuar, caso contrário, é possível que surjam barreiras que poderão sucumbir todo o modelo de negócio estabelecido. Acrescentando o fato de que pode se gerar expectativas no produtor que não se concretizem.

### 3.1 A DIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE DENTRO DO CAMPO

A diversidade e a heterogeneidade dentro do campo podem ser discutidas levando em conta dois aspectos: o primeiro deles é a coexistência da produção de grandes lavouras, com a de grãos, com a produção de hortaliças e frutas; o segundo aspecto é a existência de diferentes categorias de produtores, sendo pequenos médios e grandes.

Em se tratando do aspecto relativo à produção, segundo o Levantamento da

Safra de Grãos 2018/2019 (considerando como grãos: caroço de algodão, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo, triticale) divulgado pela Companhia

Nacional de Abastecimento (Conab, 2019), a estimativa de produção é de 233,3 milhões de toneladas. O crescimento deverá ser de 2,5 % ou 5,6 milhões de toneladas acima da safra anterior. A área plantada está prevista em 62,9 milhões de hectares. O crescimento calculado é de 1,9 %, comparando-se com a safra 2017/18, segundo a mesma fonte.

Também dados da Conab (Acompanhamento da safra de grãos 2018/19 – março de 2019) apontam que a maior participação, em termos de área com grãos e produção, concentra-se na região Centro-Oeste seguida da região Sul do país. Sendo 76,24 %, a concentração de área com grãos e 78,37 % a concentração da produção de grãos nestas duas regiões. Ao mesmo tempo, pode-se observar, por meio do Boletim Hortigranjeiro (Conab, 2018), que a região Centro Oeste e Sudeste, no período em questão, concentrou a maior parte da produção de hortaliças no país.

A região Sudeste é a que apresenta a maior participação com hortaliças (71 %) seguida pela região Centro Oeste (19,2 %). Além disso, a região Sudeste detém a maior participação de frutas (48,2 %) seguida da região Nordeste com 23,6 %. Tal diversidade produtiva implica em desafios para os ofertantes de tecnologia para o campo, os quais devem combinar ferramentas que atendam estas diversificações.

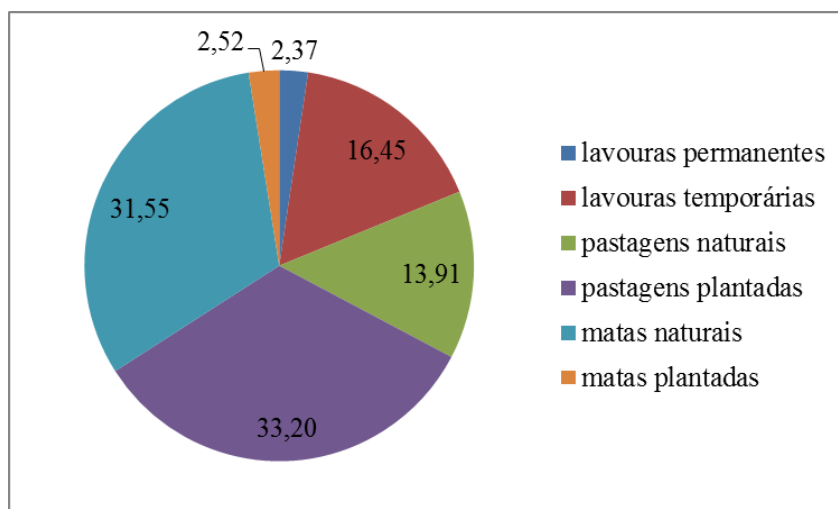
É interessante ressaltar que os dados apresentados na edição do Boletim Hortigranjeiro considerado neste trabalho, apresenta a origem (oferta) de hortaliças e frutas para o abastecimento de sete Centrais de Abastecimento, sendo elas: São Paulo-SP; Belo Horizonte- MG; Rio de Janeiro-RJ; Vitória-ES; Goiânia-GO, Recife-PE; Fortaleza-CE. Nesse sentido, foi tomado como um retrato das possibilidades de coexistência na produção agrícola tanto voltada para o mercado externo como para o mercado doméstico. Assim sendo, mostrando como a diversidade produtiva pode sinalizar como potencial campo de atuação dos empreendedores de tecnologia para o campo, com vistas a atender diferentes mercados.

Por outro lado, a evolução do uso das terras no Brasil mostra crescimento absoluto das lavouras e pastagens com liderança desta última atividade. De acordo com Vian et al. (2018), a agricultura passou por importantes mudanças na segunda metade do século XX devido ao processo de modernização da agricultura em que o Estado implementou políticas públicas e econômicas que incentivaram a

mecanização, o uso de adubos químicos e defensivos agrícolas em atividades selecionadas segundo os interesses dos agentes envolvidos. Destaca-se, dentro deste processo, crescimento das pastagens plantadas e da lavoura temporária, assim como das matas plantadas. O fenômeno ocorrido com as culturas temporárias deve-se ao melhor desempenho na produção de grãos, no tocante a pesquisa, inovação, melhor acesso às técnicas empregadas e possibilidades de mercado (VIAN ET AL., 2018).

A Figura 02 mostra o uso da terra de acordo com informações do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE. Do total da área utilizada, nota-se que 18,82 % são destinadas para lavouras temporárias e permanentes; 47,11 % são destinadas para pastagens naturais e plantadas e 34,07 % são de matas naturais e plantadas. Assim, pode-se observar também expressiva participação do uso da terra para as atividades de pastagens.

Figura 02 – Participação das atividades agropecuárias na utilização de terras (em %, de 2017).



Fonte: Censo Agropecuário – IBGE (2017)

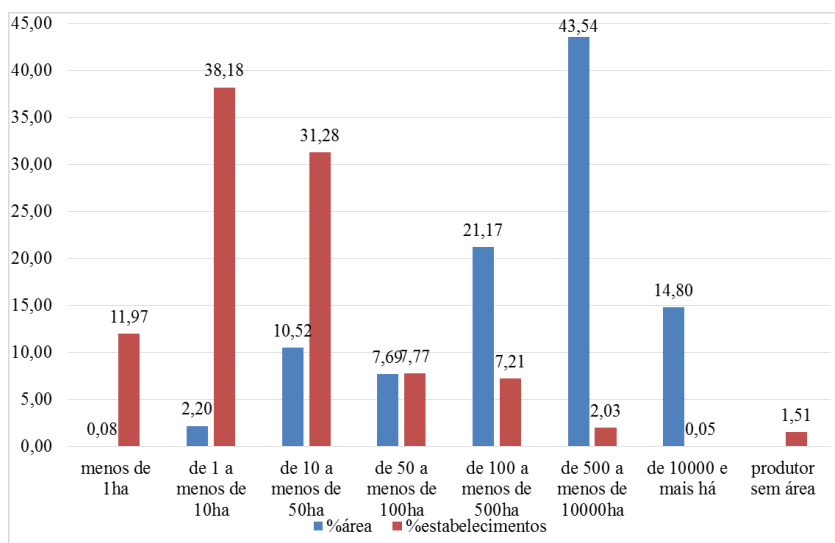
Além desta diversidade produtiva, a agropecuária também conta com uma distribuição espacial de seus estabelecimentos considerada heterogênea. De acordo com dados do Censo Agropecuário (2017), a área total com os estabelecimentos agropecuários totalizou 350.253.329 hectares, em 2017, o que significou incremento de 8,14 % em relação ao valor divulgado em 1975 (323.896.082 hectares). Além disso, o valor computado em, 2017, representou 41 % da área territorial total do Brasil sendo ocupada por área de estabelecimentos agropecuários. Já o número de

estabelecimentos totalizou 5.072.152, em 2017, representando aumento de 1,6 % em relação aos números do Censo de 1975 quando este valor foi de 4.993.252 estabelecimentos.

A Figura 03 mostra a participação da área e do número de estabelecimentos por estratos de área selecionados. Conforme a Figura 03, quase 70 % do número de estabelecimentos agropecuários estão concentrados nos estratos de 1 a menos de 50 hectares (pequeno e médio produtor), sendo estes estratos correspondentes a 12,72 % da área total. Além disso, pode-se visualizar que a maior parte da área está concentrada no estrato de 500 a mais de 1000 hectares (58,34 %) considerada a faixa de grandes produtores, os quais representam 2,08 % do número de estabelecimentos totais. Diante deste quadro, pode-se perceber uma heterogeneidade dentro da agropecuária caracterizada por diversos agentes (pequeno, médio e grande produtor) e também por diferentes concentrações em termos de estabelecimentos e área, o que mostra um desafio para os gestores em termos de tecnologia e ferramentas a serem adotadas no campo.

Com heterogeneidade e diversidade na produção, são necessárias ações diferenciadas que atendam às diversas demandas advindas do meio rural por tecnologia no campo. De acordo com A Lavoura (2017), ferramentas fáceis, com conteúdo de qualidade, e uso de canais acessíveis, como os smartphones, podem diminuir o abismo que existe no campo e facilitar a democratização por ações empreendedoras.

Figura 03 - Relação entre a área e o número de estabelecimentos (em %) para o ano de 2017.



Fonte: Censo Agropecuário – IBGE (2017).



### 3.2 PERFIL DO PROFISSIONAL PARA ATUAR NO CAMPO

Após a análise das características de uma Startups (a oferta) e das características do campo brasileiro, seja no seu aspecto de diversidade como de heterogeneidade (a demanda) uma última discussão deve ser feita, a saber: qual será o perfil do profissional que atuará na gestão de um negócio inovador no campo? Esse profissional saberá dialogar com os seus interlocutores, considerando o conhecimento adquirido na universidade e o gestor que está no campo?

Considerando a definição de agronegócio, como uma visão sistêmica com diferentes agentes econômicos interligados, a formação do profissional gestor passa por uma formação multidisciplinar. As técnicas aplicadas tanto no processo de produção, como de distribuição englobam diferentes áreas do conhecimento, desde a área de agrárias até a de ciências sociais aplicadas. Além do mais, para que a gestão no campo possa ser eficiente, o profissional deverá, constantemente, se atualizar com as novas tendências tecnológicas e gerenciais, com vistas a continuar a empreender e inovar no seu empreendimento.

Dado o potencial da geração de empreendedores nas universidades e o conhecimento trabalhado e aprendido nas mesmas, resta identificar qual (is) é (são) o (s) interlocutor (es) desses profissionais, no campo. Afinal, os demandantes pelos produtos ou serviços ofertados pelas Startups estão, em sua maioria, lá.

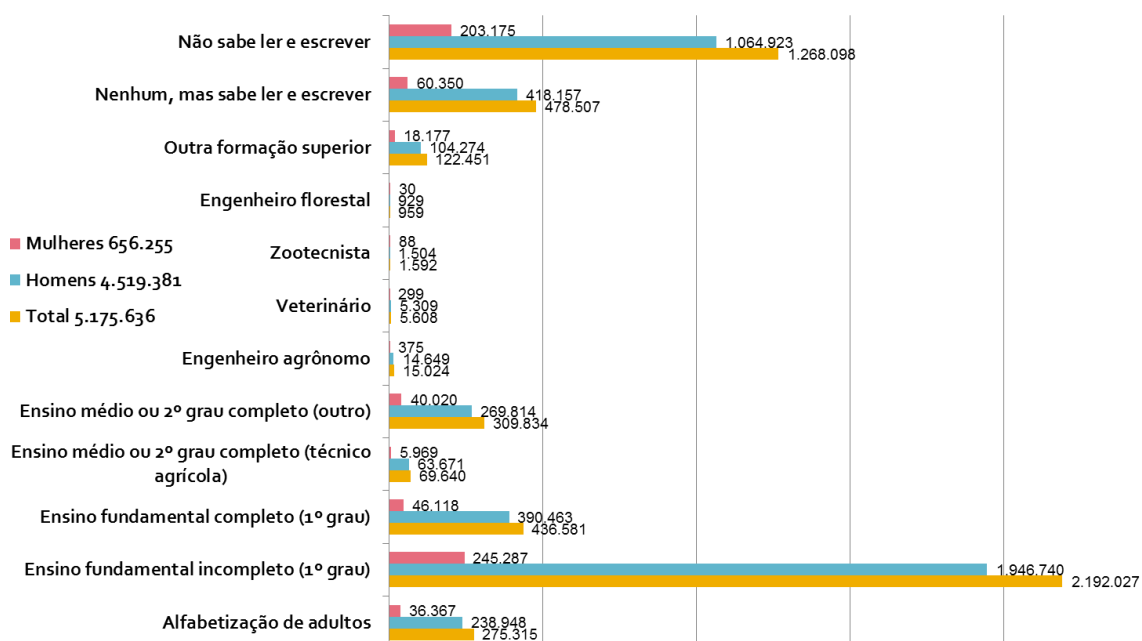
De acordo com dados do Censo Agropecuário do IBGE, para 2006, o nível de escolaridade da grande maioria das pessoas que dirige os estabelecimentos está no ensino fundamental completo (Figura 04). Segundo os dados do censo do IBGE de 2017, em comparação com o censo de 2006, houve uma redução de 5,91 % dos que não sabiam ler. Aqui não se está colocando em dúvida o conhecimento de quem está no campo, no dia-dia de seu trabalho, mas sim, chamar a atenção de que, quem oferta tecnologia para o campo terá que ter a capacidade de diálogo com um público muito mais amplo que o acadêmico. É ter o esforço de demonstrar as vantagens da adoção de novas tecnologias e que, acima de tudo, possam ser custeadas pelo agricultor, que muitas vezes se utiliza de outras técnicas de produção, para seu nível de produtividade é possível pagar.

Também é interessante apontar, com os dados da Figura 04, que os profissionais da área de agrárias estão em menor número que de outra formação superior, aqui também se percebe o quanto o campo é multidisciplinar. Ainda na questão da formação dos profissionais que atuarão no campo, no artigo intitulado

“Universidades são celeiros de empreendedores” (VALOR ECONÔMICO, 2018), destaca-se que a safra de empreendedores reúne profissionais que identificam o agronegócio como potencial, e não necessariamente são pessoas com histórico na agricultura, sendo elas agrônomos, biólogos, cientistas da computação, engenheiros.

E, por fim, o papel da mulher como dirigente está representado por um menor número do que aquele apresentado pelos homens. No entanto, comparando, os 2 últimos censos, teve-se um aumento de, aproximadamente, 70 % da presença feminina que dirige o estabelecimento.

Figura 04 - Escolaridade da pessoa que dirige os estabelecimentos agropecuários e gênero.



Fonte: Censo Agropecuário – IBGE (2006).

Observa-se, dessa forma, algumas mudanças de paradigmas no campo, o aumento da presença feminina, de jovens e de profissionais que tem identificado oportunidades na tecnologia aplicada ao campo. Dessa forma, reduzindo os estereótipos da imagem social do que é um produtor rural, levando-o assim a patamares de incentivadores do empreendedorismo no campo (ZUIN e QUEIRÓS, 2006).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste artigo foram discutir três desafios voltados ao agroempreendedorismo, a saber: da sustentabilidade das Startups na oferta de novos

produtos e serviços para o agronegócio; da diversidade e heterogeneidade dentro do campo e da formação do profissional para atuar no campo.

A expectativa da oferta de tecnologia para o campo, com vistas, entre outros resultados, à melhoria de produtividade e maiores rentabilidades, não deve ser frustrada, mas sim, superada, pelos demandantes dessa tecnologia. Nesse sentido, a permanência das Startups no agronegócio deve ser garantida por meios que propiciem a sua sustentabilidade econômica e a garantia de que serviços de qualidade serão ofertados. Meios este, por exemplo, de aporte financeiro para iniciar e manter a empresa, até que ela, por si só, consiga retornos para se manter.

Outro aspecto a se considerar é que a diversidade e a heterogeneidade, existentes no campo, podem denotar o forte potencial de atuação para empreendimentos inovadores. Ou seja, coexistem produções agrícolas voltadas para o abastecimento dos mercados externo e doméstico, bem como diferentes categorias de produtor que, e se assim desejarem, possam ter acesso às novas e inovadoras formas de produzir e gerenciar seus negócios.

Por fim, cabe destacar a importância da multidisciplinaridade para os novos empreendimentos no agronegócio, sempre pautando no conhecimento e na realidade a qual o profissional estará inserido.

Vale deixar indicado que futuros trabalhos, na linha de pesquisa deste artigo, poderiam ser desenvolvidos, tais como: trabalhos com a utilização de bases e séries mais longas de dados; análises por setores de produção e por regiões específicas do país.

## REFERÊNCIAS

- A LAVOURA. AGTECHS revolucionam as fazendas. Disponível em: <http://inceres.com.br/wp-content/uploads/2017/01/A-Lavoura-717-Startups-do-Agro.pdf>. Acesso: 19 set. 2018.
- AGTECH COWORKING. A Inovação acontece aqui. São Paulo. Disponível em: <http://agtech.network/>. Acesso em: 06 set. 2018.
- AGTECH GARAGE; ESALQ/USP. 1º Censo Agtech Startups Brasil. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.startagro.agr.br/confira-o-infografico-completo-do-1o-censo-agtech-Startups-brasil-em-primeira-mao/> . Acesso em: 06 set. 2018.
- AGTECH GARAGE; ESALQ/USP. 2º Censo Agtech Startups Brasil. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.agtechgarage.com/censo/>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- ABSTARTUPS - Associação Brasileira de Startups. Estatísticas. <https://abStartups.com.br/pesquisas/#Startupsbase> Acesso em: 05 de set. 2018.
- BAGGIO, A.F.; BAGGIO, D.K. Empreendedorismo: Conceito e Definições. Rev. De Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia. P. 25-38, 2014. ISSN 2359-3539.
- BATALHA, M. O. Gestão Agroindustrial. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- BRASIL JÚNIOR. Confederação das empresas juniores do Brasil. <https://brasiljunior.org.br/conheca-o-mej>. Acesso em: 19 de set. 2017.
- BRASIL JÚNIOR. Índice de Universidades Empreendedoras. São Paulo. 2016. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/diversos/17112016-Livro-Universidades-Empreendedoras.pdf> Acesso em: 19 de set. 2018.
- BRASIL JÚNIOR. Índice de Universidades Empreendedoras. São Paulo. 2017. Disponível em: <https://brasiljunior.org.br/universidades-empreendedoras> Acesso em: 19 de set. 2018.
- CHIAVENATO, I. Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor : empreendedorismo e viabilidade de novas empresas : um guia eficiente para iniciar e tocar seu próprio negócio / Idalberto Chiavenato. - 2.ed. rev. E atualizada. - São Paulo: Saraiva, 2007.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. PIB do agronegócio. Balanço de 2017. Disponível em: [https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/pib\\_agronegocio\\_balanco\\_2017.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/pib_agronegocio_balanco_2017.pdf). Acesso em: 21 set. 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento de safra de grãos 2018/2019. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Documents/2019/Sober/BoletimZGraosZmarcoZ-ZresumoZ2019.pdf>. Acesso em: 20 mar.2019.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Boletim Hortigranjeiro. 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/Marjota/Downloads/Boletim\\_Hortigranjeiro\\_Agosto\\_2018.pdf](file:///C:/Users/Marjota/Downloads/Boletim_Hortigranjeiro_Agosto_2018.pdf). Acesso em: 20 ago. 2018.
- DORNELAS, J. C. A. Empreendedorismo para visionários: desenvolvendo negócios

inovadores para o mundo em transformação. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.  
DUTIA, S. G. Agtech: challenges and opportunities for sustainable growth. 2014. p. 1-36.  
Disponível em: <[https://www.kauffman.org/-/media/kauffman\\_org/research-reports-and-covers/2014/04/agtech\\_challenges\\_opportunities\\_for\\_sustainable\\_growth.pdf](https://www.kauffman.org/-/media/kauffman_org/research-reports-and-covers/2014/04/agtech_challenges_opportunities_for_sustainable_growth.pdf)>. Acesso: 18 mar. 2019

ÉPOCA Negócios. As Startups é lideram a revolução no campo. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Empreendedorismo/noticia/2018/04/Startups-e-que-lideram-revolucao-no-campo-brasileiro.html>. Acesso em: 20 de agosto de 2018

ESTADÃO. No campo, a revolução das Startups. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,no-campo-a-revolucao-das-Startups,70002003894>. Acesso em: 20 de agosto de 2018a.

ESTADÃO. Startups brasileiras apostam no potencial do agronegócio. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/inovacao,Startups-brasileiras-apostam-no-potencial-do-agronegocio-para-crescer,10000089431>. Acesso em: 20 de agosto de 2018b.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.

Global Entrepreneurship Monitor - GEM .Empreendedorismo no Brasil : 2016 \ Coordenação de Simara Maria de Souza Silveira Greco; diversos autores -- Curitiba: IBQP, 2017. 208 p. : il.  
Global Entrepreneurship Monitor - GEM .Relatório Executivo. Empreendedorismo no Brasil : 2017 \ Coordenação de Antonio Tulio Lima Severo Junior; diversos autores -- Curitiba: IBQP, 2017. 23 p. : il.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=downloads> Acesso em: 19 de setembro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=downloads> Acesso em: 19 de setembro de 2018.

MAURI, G. DE. NADAI; LIMA, J. G. DE; POZO, O. V. C; FREITAS. R. R. DE. Startups no Agronegócio Brasileiro: uma revisão sobre as potencialidades do setor. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção**, Espírito Santo, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2017. Disponível em: <[http://periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/v3n1\\_10](http://periodicos.ufes.br/BJPE/article/view/v3n1_10)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

KALIL, Luciano. Fases de uma Startups. 2016. Disponível em: <<https://clubesebrae.com.br/blog/fases-de-uma-Startups>>. Acesso em: 06 set. 2018.

TOLEDO, Marcelo. Plano de Negócios para Startups. [s. L.]: Ebook, [2012]. Disponível em: Acesso em: 10 set. 2016.

PESSOA, E. (2005). Tipos de empreendedorismo: semelhanças e diferenças. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/tipos-de-empreendedorismo-semelhancas-e-diferencas/10993/>>. Acesso em: 21 de setembro de 2018.

SEBRAE. O que é uma Startups?. SEBRAE, 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/o-que-e-uma->

Startups,616913074c0a3410VgnVCM1000003b74010aRCRD> Acesso em: 21 de setembro de 2018.

STARTSE. Glossário de Startups. São Paulo. < <https://startse.com/glossary>>. Acesso em: Acesso em: 06 set. 2018.

VALOR ECONÔMICO. Universidades são celeiros de empreendedores. Disponível em: <https://www.valor.com.br/financas/5416225/universidades-sao-celeiros-de-empreendedores>. Publicado em 29/03/2018. Acesso em: 19 de setembro de 2018.

VIAN, C. E. F; SILVA, R. P.; BARICELO, L. G; PISSINATO, B. Evolução Recente da Estrutura Produtiva e Tecnológica da Agropecuária Brasileira. In: ALVES, L. R. A; BACHA,

C. J. C. (Org.). Panorama da Agricultura Brasileira: estrutura de mercado, comercialização, formação de preços, custos de produção e sistemas produtivos: Campinas: Alínea, 2018. p. 9- 44.

ZUIN, L. F. S.; QUEIROZ, T. R.; et al. **Agronegócio: gestão e inovação**. São Paulo: Saraiva, 2006.



# CAPÍTULO 04

## SISTEMA DE BOMBEAMENTO FOTOVOLTAICO PARA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR.

### **Mayara Soares Campos**

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará.

Instituição: Universidade Federal do Pará.

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém – PA, Brasil.

E-mail: msc.campos@outlook.com

### **Licinius Dimitri Sá de Alcantara**

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, Belém – PA, Brasil

E-mail: licinius@ufra.edu.br

**RESUMO:** A energia solar fotovoltaica vem se tornando uma importante fonte de eletricidade, especialmente, para atender às áreas distantes dos centros distribuidores de energia elétrica. Essa tecnologia vem sendo adotada para eletrificação rural, tendo como uma das principais aplicações o bombeamento de água. Uma vez que, é imprescindível o contínuo fornecimento de energia elétrica para os sistemas de irrigação que atendam a agricultura familiar, tornando-se uma alternativa promissora para estimular a produção nas pequenas lavouras agrícolas, promovendo, com isso, geração de renda através do planejamento de tecnologias apropriadas que aumentem o valor agregado do que é produzido dentro das pequenas propriedades. Para isso, como forma de experimento do sistema de bombeamento fotovoltaico para irrigação, foram instalados em uma comunidade agrícola familiar carente no município de São Miguel do Guamá- PA, um sistema com um conjunto fotovoltaico, um motor de corrente contínua e uma bomba-d'água, além disso, foi utilizado um reservatório para a água, uma vez que, o sistema de bombeamento funciona sem baterias para armazenamento de energia, e o armazenamento da água em reservatórios é a solução mais comumente adotada na maioria das aplicações de bombeamento, ademais, são necessários acessórios para instalação e operação do sistema, como fios condutores, mangueiras, válvula hidráulica etc. A agricultura familiar sofre com a ausência tecnológica para auxiliar na produção de suas plantações, reduzindo cada vez mais a produtividade e gerando êxodo rural. Porém, é possível adotar como alternativa um sistema de irrigação por gotejamento em comunidades agrícolas através do bombeamento fotovoltaico para irrigação, com intuito de despertar o interesse, não só dos produtores rurais, mas também das organizações em geral para esta importante fonte alternativa de energia, tendo-se em vista que o Brasil possui grande potencial de incidência de energia solar, apresentando condições extremamente favoráveis para o emprego de energia solar fotovoltaica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelo Energético Sustentável; Comunidade Agrícola; Bombeamento Fotovoltaico.

**ABSTRACT:** Photovoltaic solar energy has become an important source of electricity, especially to meet the distant areas of the electricity distribution centers. This technology has been adopted for rural electrification, having as one of the main applications the pumping of water. Since it is imperative to provide electric power to irrigation systems that support family farming, it is a promising alternative to stimulate production in small agricultural crops, thus promoting income generation through technologies that increase the added value of what is produced within the small properties. To this end, a system with a photovoltaic array, a DC motor and a d-pump were installed in a poor family farming community in the municipality of São Miguel do Guamá-PA, as a form of experiment of the photovoltaic pumping system for irrigation. In addition, a water reservoir was used since the pumping system operates without batteries for energy storage and the storage of water in reservoirs is the most commonly used solution in most pumping applications, In addition, accessories are required for installation and operation of the system, such as lead wires, hoses, hydraulic valve, etc. Family agriculture suffers from a lack of technology to help with the production of its plantations, reducing productivity more and generating rural exodus. However, it is possible to adopt as an alternative a drip irrigation system in agricultural communities through photovoltaic pumping for irrigation, with the aim of arousing the interest not only of rural producers, but also of organizations in general for this important alternative source of energy, considering that Brazil has great potential for solar energy incidence, presenting extremely favorable conditions for the use of photovoltaic solar energy.

**KEYWORDS:** Sustainable Energy Model; Agricultural Community; Photovoltaic Pumping.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente nas regiões norte e nordeste, as comunidades rurais não são atendidas com energia elétrica, pois estão distantes das centrais de geração e de distribuição de eletricidade. Devido a grande dispersão geográfica dessa população os serviços caracterizam-se por um alto investimento por consumidor e elevado custo operacional, uma vez que, em comparação com as regiões urbanas, as comunidades rurais oferecem baixo retorno ou até mesmo prejuízo financeiro para a concessionária de energia elétrica (KOLLING et al., 2004).

Uma das formas de garantir o suprimento de energia elétrica nas propriedades de comunidades rurais isoladas seria a implantação de sistemas energéticos que tivessem como base fontes alternativas e renováveis de energia (VICENTIN, 2014). Dentre as fontes de energia renovável há uma ampla gama de tipos de energia, tais como eólica, marinha, geotérmica, solar etc. Entre todas as fontes renováveis de energia a que se destaca é a solar, já que esta se caracteriza pela conversão direta da radiação solar em energia elétrica a partir das células fotovoltaicas (BORGES; SERA, 2010). A energia solar fotovoltaica vem se tornando uma importante fonte de eletricidade, especialmente, para atender às áreas distantes dos centros distribuidores de energia elétrica como, por exemplo, as áreas rurais. Trata-se de uma modalidade já empregada há mais de 20 anos, sobretudo em áreas mais isoladas do país, aonde a rede elétrica não chega (ALVARENGA et al., 2014).

O Ministério de Minas e Energia reconhece que a tecnologia fotovoltaica se mostra bastante promissora, devido tanto à autonomia quanto a abundância do recurso energético solar no Brasil, e por isso, coordena programas para usufruir de fontes renováveis, como a solar, para levar o acesso à energia elétrica, gratuitamente, para a população rural nas localidades de menor índice de desenvolvimento humano (MME, 2014).

A tecnologia fotovoltaica se encontra tecnicamente consolidada e vem sendo adotada para eletrificação rural, tendo como uma das principais aplicações o bombeamento de água (ABINEE, 2012). Uma vez que, é imprescindível o contínuo fornecimento de energia elétrica para os sistemas de irrigação que atendam as unidades agrícolas, pois, a agricultura familiar, hoje, é responsável por 75% dos alimentos que vai para mesa do brasileiro (EMBRAPA, 2014).

Os sistemas de bombeamento usam vários tipos de bomba, e na irrigação são fundamentais para transportar a água da fonte até a plantação, que podem ser

extraídas de reservatórios subterrâneos de água (cacimba ou poço amazonas). Portanto, o sistema fotovoltaico para o bombeamento do volume de água apresenta-se como alternativa bastante promissora largamente adotada e acessível em termos de custo, pois, se tratam de sistemas duráveis, e apresentam benefícios econômicos em longo prazo (VICENTIN, 2014). Por isso, é possível a instalação de sistema de bombeamento fotovoltaico para irrigação da agricultura familiar como alternativa para atender as necessidades domésticas e de produção de uma comunidade agrícola.

Neste trabalho será apresentada uma aplicação do sistema de bombeamento fotovoltaico que faz uso dos reservatórios elevados em substituição do banco de baterias, o que torna o sistema mais econômico e com menor impacto ambiental em uma comunidade agrícola.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O sistema de bombeamento fotovoltaico segundo Sousa (2014) estimula a produção nas pequenas lavouras de agricultura familiar, promovendo, com isso, geração de renda através do planejamento de tecnologias apropriadas que aumentem o valor agregado do que é produzido dentro das pequenas propriedades, particularmente na área de processamento de alimentos para atender da melhor forma possível as necessidades de produção e de qualidade de vida das populações que estão localizadas sobre reservatórios de água, situados nos lençóis subterrâneos, que por falta de conhecimentos e de recursos financeiros, aliada, muitas vezes, à falta de energia, dificulta o acesso das mesmas a essa água para irrigação da produção em sua propriedade (ALVARENGA et al., 2014).

Como forma de experimento desse sistema, foram instalados em uma comunidade agrícola familiar carente no município de São Miguel do Guamá- PA, um sistema de bombeamento fotovoltaico constituído de três componentes principais: um conjunto fotovoltaico, um driver que serve para ligar os painéis à bomba, e uma bomba-d'água vibratória submersa (Figura 1), em que, os painéis fotovoltaicos convertem energia solar em corrente elétrica que alimenta o driver, o qual é acoplado à bomba d'água. A energia elétrica proveniente dos painéis fotovoltaicos é armazenada em capacitores contidos no driver e convertida em impulsos de energia constantes e espaçados em função do nível de radiação solar. Sempre haverá bombeamento de água enquanto houver luz do dia (ANAUGER SOLAR, 2011), mas neste caso a taxa de bombeamento variará de acordo com a intensidade radiação

solar recebida. A este conjunto de componentes deve-se acrescentar um reservatório para a água, ou seja, uma caixa-d'água, pois, o sistema de bombeamento funciona sem baterias para armazenamento de energia, e o armazenamento da água em reservatórios é a solução mais comumente adotada na maioria das aplicações de bombeamento (KOLLING et al, 2004), além disso, são necessários acessórios para instalação e operação do sistema, como fios condutores, mangueiras, válvula hidráulica etc.

Figura 01 - Componentes principais de um sistema de bombeamento fotovoltaico. Os módulos solares são de 85 Wp e tensão de 17 volts cada, ligados em série.



Fonte: Anauger Solar, 2011.

As aplicações fotovoltaicas no Brasil estão mais difundidas no entorno rural e destinadas à universalização do serviço elétrico e ao bombeamento de água (ABINEE, 2012). Presenço (2007) diz que a vantagem do bombeamento durante um período de radiação solar elevada é que a água pode ser armazenada em reservatórios para o seu aproveitamento máximo.

Na comunidade vila agrícola fraternidade do município de São Miguel do Guamá-PA o arranjo fotovoltaico utilizado possui configuração que é proporcional à potência máxima fornecida, no caso foram usados dois painéis fornecidos pela Anauger do modelo SF 125X125-72-M(L) de 85 watts-pico (Figura 2A), onde os dois foram ligados em série. Além do painel, a bomba d'água de modelo Anauger Solar P100 (Figura 2B), que opera a energia elétrica pulsada, a qual é controlada e fornecida

pelo driver 100 da Anauger (Figura 2C) que acompanha este modelo de bomba, o qual também atua como proteção ao sistema, desligando caso ocorra um aumento de corrente ou tensão fora dos limites, dispensando o uso de fusíveis ou outros componentes adicionais de proteção elétrica (ANAUGER SOLAR, 2011).

Com a finalidade de captar a água do poço artesiano e atuar como um reservatório, utiliza-se uma caixa d'água (Figura 2D) dimensionada adequadamente para cumprir o papel de armazenamento de energia, ao acumular a água transferida pela bomba a um local mais elevado (maior energia potencial gravitacional), com isso, compreende-se que para o planejamento de implantação de um sistema de bombeamento para atender o processo de irrigação em comunidades com agricultura familiar deve-se considerar a disponibilidade de lençóis de água subterrânea, a incidência de raios solares, os quais são as fontes de energia para sistema elétrico e hidráulico, e também a localização da lavoura.

Figura 02 – (A) Placas fotovoltaicas; (B) Bomba d'água Vibratória; (C) Driver; (D) Caixa d'água.



Fonte: Autores, 2015.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A energia solar fotovoltaica para captação de água mostra-se extremamente viável para aplicação na agricultura familiar, por mais que os pequenos produtores rurais pratiquem uma agricultura de base familiar, com padrões tecnológicos de exploração e cultivo distintos e através de relações de produção diferenciadas. Os problemas básicos que afetam esses pequenos produtores são as dificuldades de acesso a terra, água e energia, levando a uma baixa sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas de produção (COSTA, 2006).

Atualmente urge que se desenvolvam novos processos produtivos nos quais as tecnologias sejam menos agressivas ambientalmente, mantendo uma adequada

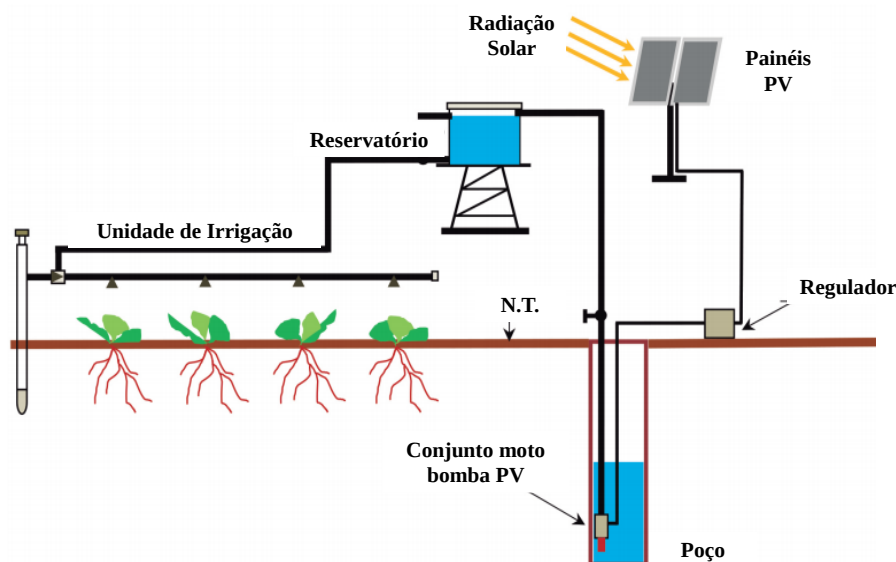


relação produção/produtividade (ALVARENGA et al., 2014). A agricultura familiar não visa grandes produtividades, porém ela sofre com a ausência tecnológica para auxiliar na produção de suas plantações, reduzindo cada vez mais a produtividade, e gerando êxodo rural (MDA, 2007).

Nesse cenário, o uso de sistemas fotovoltaicos para o bombeamento de água para irrigação e obtenção de produtos oriundos da agricultura de pequeno porte torna-se um sistema de produção que pode ser adotado em comunidades agrícolas. Tomou-se como exemplo o esquema de um sistema de bombeamento fotovoltaico para irrigação (Figura 03) em uma comunidade agrícola familiar de São Miguel Do Guamá-PA, em que adotou-se como base a demanda de água um sistema de irrigação por gotejamento.

Na irrigação por gotejamento, a água é aplicada na forma de gotas em pequenos pontos no solo e é mais adequado para solos com presença de argila, sendo, um sistema de irrigação que mais economiza água, porque em um dado tempo sai pouca água da mangueira de polietileno de 16 ou 18 mm pelos gotejadores (ALVARENGA et al., 2014).

Figura 03 – Esquema da instalação do sistema fotovoltaico para o bombeamento de água para irrigação.



Fonte: Alvarenga et al., 2014.

Com isso, a implantação desse sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação da pequena lavoura da comunidade (Figura 04) atendeu de maneira integrada ao uso dos recursos renováveis localmente acessíveis, promovendo assim

o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável, favorecendo o plantio de culturas como pomares, hortaliças e as denominadas culturas orgânicas, das quais, necessitam, além dos nutrientes adequados, de uma regularidade na sua irrigação (COELHO et al., 2014).

Entre as plantações das residências escolhidas da comunidade estavam o cultivo de: mandioca, tomate, cebola, abóbora, repolho, alface, pimentinha, além de culturas alimentares como feijão e espécie frutíferas. Porém, o sistema de irrigação por gotejamento atendeu a princípio as hortaliças por estarem espacialmente próximas dentro do terreno, levando o incentivo ao produtor de expandir a área de cultivo com mais espécies para fazer parte do cardápio diário dos moradores da comunidade, assim como o excedente da produção pode ser comercializado na cidade.

Figura 04 – (A) Sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação; (B) Distribuição de água aplicada com mangueiras perfuradas; (C) Mangueira para Irrigação.



Fonte: Autores, 2015.

Na instalação da (Figura 4A) o arranjo fotovoltaico utilizado no trabalho foi de posição fixa, com inclinação aproximada dos painéis igual ao ângulo de latitude terrestre da localidade para obtenção do máximo rendimento, pois a quantidade de água que é bombeada depende também da posição do sol em relação às placas, devendo ser instalados em locais que tenham total exposição à luz solar para que quando o dia estiver claro e sem nuvens a vazão bombeada seja máxima próxima ao meio dia, porém, em períodos nublados ou chuvosos não ocorre bombeamento

(GREENPRO, 2004), ou o bombeamento é severamente reduzido, sendo devido apenas à radiação difusa que atinge os painéis. Todavia, quando há diminuição da potência do sistema fotovoltaico de bombeamento por redução de radiação solar, a água que fica armazenada nos reservatórios passa a abastecer normalmente a área a ser irrigada, mantendo, assim, um fluxo de água constante durante todo o período da irrigação (SANTOS et al., 2007).

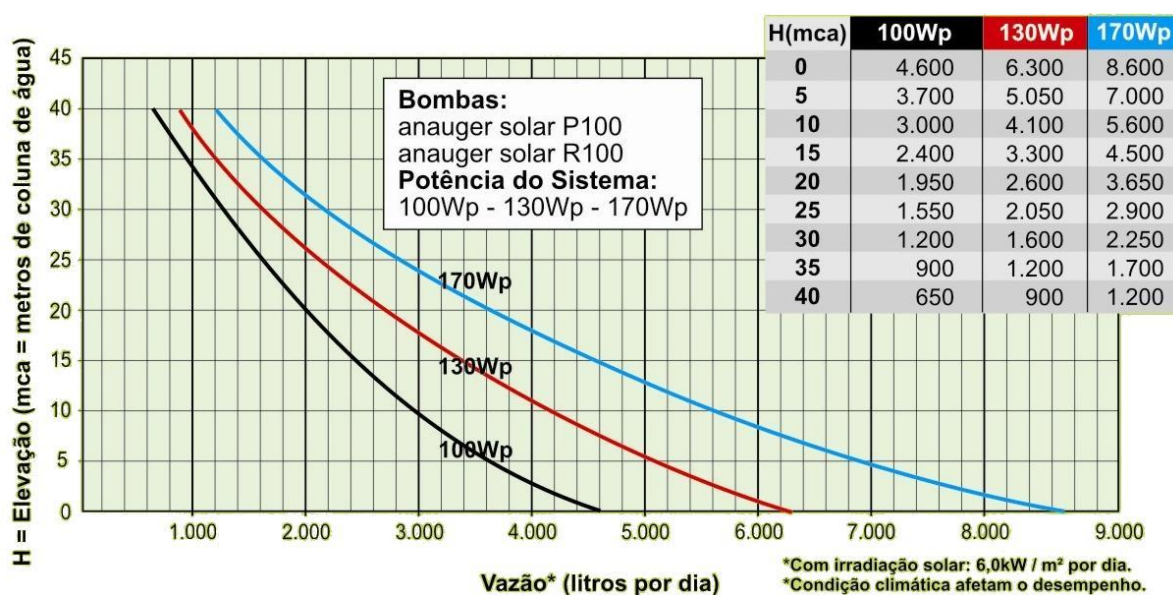
Os módulos solares geram energia em corrente contínua, uma vez expostos à luz, fornecendo uma tensão de saída para o driver que proporciona proteção ao sistema caso ocorra um aumento da corrente ou tensão, pois possui o conector de liga/desliga que é manuseado pelo morador quando a caixa d'água atinge o nível (ANAUGER SOLAR, 2011). Além disso, os próprios moradores foram capacitados para manutenção do sistema através de oficinas, visto que, demanda baixa manutenção (SAMISTRARO, 2012).

O sistema possibilita melhor captação e o uso mais racional da água, evitando perda da colheita, principalmente, pelo estresse hídrico causado por uma irrigação descontrolada ou escassa. O gráfico (Figura 05) mostra a vazão de água bombeada diariamente dependente da altura manométrica (coluna d'água) e da potência de pico do módulo fotovoltaico empregado (ANAUGER SOLAR, 2011).

Pode-se observar o comportamento da vazão fornecida e da potência empregada na bomba d'água com relação à irradiância solar disponível, em que, para uma potência dos painéis solares de 170Wp empregado no trabalho, temos uma melhor vazão caso a irradiância solar seja de aproximadamente 6,0 kW/m<sup>2</sup> por dia, logo, dependendo da potência do painel maiores serão as vazões.

Desta forma, com o suporte da energia fotovoltaica é possível viabilizar todo tipo de cultivos, tornando-os competitivos no mercado consumidor.

Figura 05 – Curva de desempenho.



Fonte: Anauger Solar, 2011.

#### 4. CONCLUSÕES

Os sistemas fotovoltaicos autônomos para bombeamento de água em sistemas de irrigação tem se tornado cada vez mais uma opção economicamente competitiva para o pequeno produtor rural, sobretudo para a agricultura familiar localizadas em áreas remotas, pois, além incentivar este segmento rural, é uma alternativa que estimula novos processos produtivos, visto que o modelo energético implantado através de um sistema fotovoltaico de bombeamento para irrigação das pequenas lavouras atendeu de maneira integrada ao uso dos recursos renováveis localmente acessíveis, usufruindo dos seus impactos benéficos ao meio ambiente local, nos quais as tecnologias são menos agressivas ambientalmente e, sustenta-se uma adequada relação entre a conservação do meio ambiente e a produtividade.

Uma vez que, dentro da comunidade que foi implantado o sistema fotovoltaico de bombeamento, houve o incentivo nos moradores de expandir a área de cultivo com outras espécies para aumentar a produtividade, e com isso gerar benefícios econômicos para as famílias produtoras que passaram a fazer o aproveitamento da área com mais espécies de hortaliças, assim também como um benefício nas tarefas do cotidiano, como a preparação de alimentos e os cuidados com a higiene básica.

Espera-se, com esta aplicação, despertar o interesse não só dos produtores rurais, mas também das organizações em geral para esta importante fonte alternativa de energia, tendo-se em vista que o Brasil possui grande parte do seu território entre

trópicos, do qual recebe grande potencial de incidência de energia solar apresentando condições extremamente favoráveis para o emprego de energia solar fotovoltaica.

Por fim, a partir da implantação do sistema de produção agrícola adaptados ao ambiente que estimule a adoção de medidas e procedimentos semelhantes em futuros sistemas de bombeamento fotovoltaico haverá redução do uso da energia baseada em fontes como combustíveis fósseis e carvão que exercem impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde.

## REFERÊNCIAS

- ABINEE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** [S.l.: s.n.], p. 1-176, 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>. Acesso em: 02 de jul. 2020.
- ALVARENGA, A. C.; FERREIRA, V. H.; FORTES, M. Z. Energia solar fotovoltaica: uma aplicação na irrigação da agricultura familiar. **Sinergia**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 311-318, out/dez. 2014.
- ANAUGER (Brasil). **Manual p100-r100. 2011.** Disponível em: <http://www.anauger.com.br/index.php/linha-anauger-solar/anauger-solar-p100>>. Acesso em: 02 jul. 2020.
- BORGES, C.G.R.; SERA, A.S. Dimensionado mediante simulación de sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a la electrificación rural. **Ingeniería Mecánica** v.14, nº 1, 2011, p.13-21.
- COELHO, E. F. et al. **Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar.** Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014, 47 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133043/1/Cartilha-Manejo-Irigacao-03-09-2015.pdf>. Acesso em 02 jul. 2020.
- COSTA, H. S.. Tecnologia apropriada para a agricultura familiar sustentável do semi-árido brasileiro: bombeamento solar de água para irrigação localizada. Enc. **Energ. Meio Rural**, An. 6, 2006.
- EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A Embrapa no Ano Internacional da Agricultura Familiar.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/2014-ano-internacional-da-agricultura-familiar>>. Acesso em: 02 jul. 2020.
- GREENPRO. **Energia fotovoltaica: manual sobre tecnologias, projectos e instalação.** Lisboa, 2004, v. 2. Disponível em: <http://www.greenpro.de/po/fotovoltaico.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.
- KOLLING, E. M. et al. Análise operacional de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.527-535, set./dez. 2004.
- MDA-MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (Brasil). **Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural.** Brasília: Dater/ SAF/MDA, 2007. 26p.
- MME- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Manual de Projetos Especiais.** [S.l.: s.n.]. Disponível em: [https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Manual\\_de\\_Projetos\\_Especiais2011-2014.pdf](https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Manual_de_Projetos_Especiais2011-2014.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2020.
- PRESENÇO, J. F. **Desenvolvimento de um sistema de controle para avaliação de fontes de energias renováveis no bombeamento de água.** 2007, 150 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura), UNESP/FCA, Botucatu, 2007.
- SAMISTRARO, R. G. **Projeto de um inversor de corrente push-pull monofásico, isolado em baixa frequência, para aplicação em um sistema de processamento de energia fotovoltaica.** 2012. 66f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia Elétrica), Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2012.



SANTOS, E.C et al. Energia Solar na Fruticultura Irrigada Familiar. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.1, nº 2, 2007, p.1-7.

SOUSA, M. L. A. **Uso de bombeamento fotovoltaico para irrigação de unidades de produção agrícola de pequeno porte**. 2014. 78p. Trabalho de conclusão de curso - Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

# CAPÍTULO 05

## POTENCIAL TOXICOLÓGICO DAS ÁGUAS DO RIO ITAPETININGA SOBRE CRESCIMENTO RADICULAR DE ALLIUM CEPA.

### Edgar Rocha Pessotti

Biólogo pela Universidade Paulista.

Instituição: Universidade Paulista (UNIP), Campus Sorocaba.

Endereço: Av. Independência, 210, Éden, CEP: 18087-101, Sorocaba/SP, Brasil.

E-mail: edgarpessotti@outlook.com

### Ednilse Leme

Doutora em Patologia Ambiental e Experimental pela Universidade Paulista.

Instituição: Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista (UNIP), Campus Sorocaba.

Endereço: Av. Independência, 210, Éden, CEP: 18087-101, Sorocaba/SP, Brasil.

E-mail: ednilse@gmail.com

### Sandro Rostelato Ferreira

Doutor em Farmacologia pela Universidade Estadual de Campinas.

Instituição: Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista (UNIP), Campus Sorocaba.

Endereço: Av. Independência, 210, Éden, CEP: 18087-101, Sorocaba/SP, Brasil.

E-mail: sandrorostelato@yahoo.com.br

**RESUMO:** A contaminação de água é um sério problema ambiental e cada vez mais são gerados resíduos domésticos e industriais que são descartados de forma inadequada e acabam contaminando os rios e lagos. O rio Itapetininga é o principal meio de abastecimento de água no município de Itapetininga (SP), e muito procurado para pesca como fonte de consumo. Este trabalho busca analisar os potenciais toxicológicos das águas do Rio Itapetininga sobre crescimento radicular de *Allium cepa*. Foram realizadas coletas em três pontos do rio (A, B e C), realizado análises físico, climático e microbiológico das águas; 6 bulbos de cebolas foram expostos, por 72 h, aos seguintes controles: negativo (água), positivo (paracetamol 750 mg/L), águas dos pontos A, B e C. Os resultados observados foram: presença de microorganismos em águas dos pontos A e B, e o crescimento radicular foram os seguintes: controle negativo:  $2,1 \pm 0,8$  cm, controle positivo:  $0,8 \pm 0,3$  cm, ponto A:  $1,9 \pm 0,5$  cm, ponto B:  $1,1 \pm 0,3$  cm e C:  $1,8 \pm 0,2$  cm. As amostras de águas do Rio Itapetininga demonstraram contaminação microbiológica, mas não foram capazes de interferir de forma significativa no crescimento radicular de *Allium cepa*.

**PALAVRAS-CHAVE:** toxicidade, rio Itapetininga, *Allium cepa*.

**ABSTRACT:** Contamination of water is a serious environmental problem and more and more domestic and industrial wastes are generated that are improperly disposed of and end up contaminating rivers and lakes. The Itapetininga river is the main means of water supply in the municipality of Itapetininga (SP), and much sought after for fishing as a source of consumption. This work aims to analyze the toxicological potentials of the waters of the Itapetininga River on root growth of *Allium cepa*. Data

were collected at three points of the river (A, B and C), physical, climatic and microbiological analyzes of the waters; 6 onion bulbs were exposed for 72 h to the following controls: negative (water), positive (paracetamol 750 mg / L), waters of points A, B and C. The observed results were: presence of microorganisms in the waters of points A and B, and root growth were as follows: negative control:  $2.1 \pm 0.8$  cm, positive control:  $0.8 \pm 0.3$  cm, point A:  $1.9 \pm 0.5$  cm, point B:  $1.1 \pm 0.3$  cm and C:  $1.8 \pm 0.2$  cm. The water samples from the Itapetininga River showed microbiological contamination, but were not able to interfere significantly in the root growth of *Allium cepa*.

**KEYWORDS:** toxicity, Itapetininga river, *Allium cepa*.

## 1. INTRODUÇÃO

A contaminação de água é um sério problema ambiental nos dias atuais, e encontra-se em quantidade menor que 3 % do volume total da água do planeta (VASCONCELOS; SOUZA, 2011). Aproximadamente 70 % dessa água doce encontram-se nas calotas polares, 29 % em águas subterrâneas e o último 1 % distribuídas nos rios, lagos e outros (KEMERICH et al., 2012).

A ação antropogênica é a maior causadora da contaminação hídrica, e essas ações geram impactos como a disposições inadequadas dos resíduos líquidos e sólidos, de natureza doméstica e industrial, alterações provocadas por empreendimentos para geração de energia (barragens), resfriamento de águas de termoeletricas, além das práticas agrícolas e de criação de animais em pequenas áreas nas bacias urbanas (VASCONCELOS; SOUZA, 2011).

Essas águas, quando analisadas, quase sempre apresentam substâncias dos mais variados tipos que se encontram submersas, emersas ou diluídas (KEMERICH et al., 2012). Essas substâncias podem vir a causar um impacto consideravelmente grande para o ecossistema, alterando a qualidade da água e causando um impacto ainda em um nível trófico. Tudo isso sem levarmos em conta a presença de microrganismos que podem causar inúmeras patologias, além da toxicidade em nível molecular capaz de afetar o material genético (MARCHI et al., 2010).

A atividade genotóxica de água e em outros ambientes, pode ser estudada através do uso de vegetais superiores como um meio de detecção da capacidade mutagênica, que é observado em células meristemáticas apicais das raízes dessas plantas (OLIVEIRA et al., 2011).

Para a compreensão da ação tóxica de alguns compostos, é necessário utilizar experimentos laboratoriais, conhecidos como bioensaios, que permitem prever e avaliar efeitos de um xenobiótico, variando sua concentração ou dose, em determinada espécie (RAMSDORF, 2007). Através desses biomarcadores podemos chegar a resultados específicos quanto a ação tóxica de uma substância em um meio físico como no caso de um rio a até mesmo os impactos relacionados a todos os seres vivos daquele determinado meio (BAGATINI; SILVA; TEDESCO, 2007).

O teste de *Allium cepa* desenvolvido por Levan (1938) é um exemplo de bioensaio que tem muito útil para determinar o potencial citotóxico e genotóxico de águas contaminadas, entre outras substâncias, como infusão de plantas medicinais (BAGATINI; SILVA; TEDESCO, 2007) e o anti-helmíntico ivermectina (MOLINARI et

al., 2009). O teste se mostra adequado e eficiente para modelo in vivo, no qual raízes crescem em contato direto com a substância de interesse, permitindo que os possíveis danos ao DNA das células possam ser previstos. Portanto, esses dados podem ser extrapolados para todos os animais e plantas da biodiversidade de um ecossistema (VÁLIO et al., 2013).

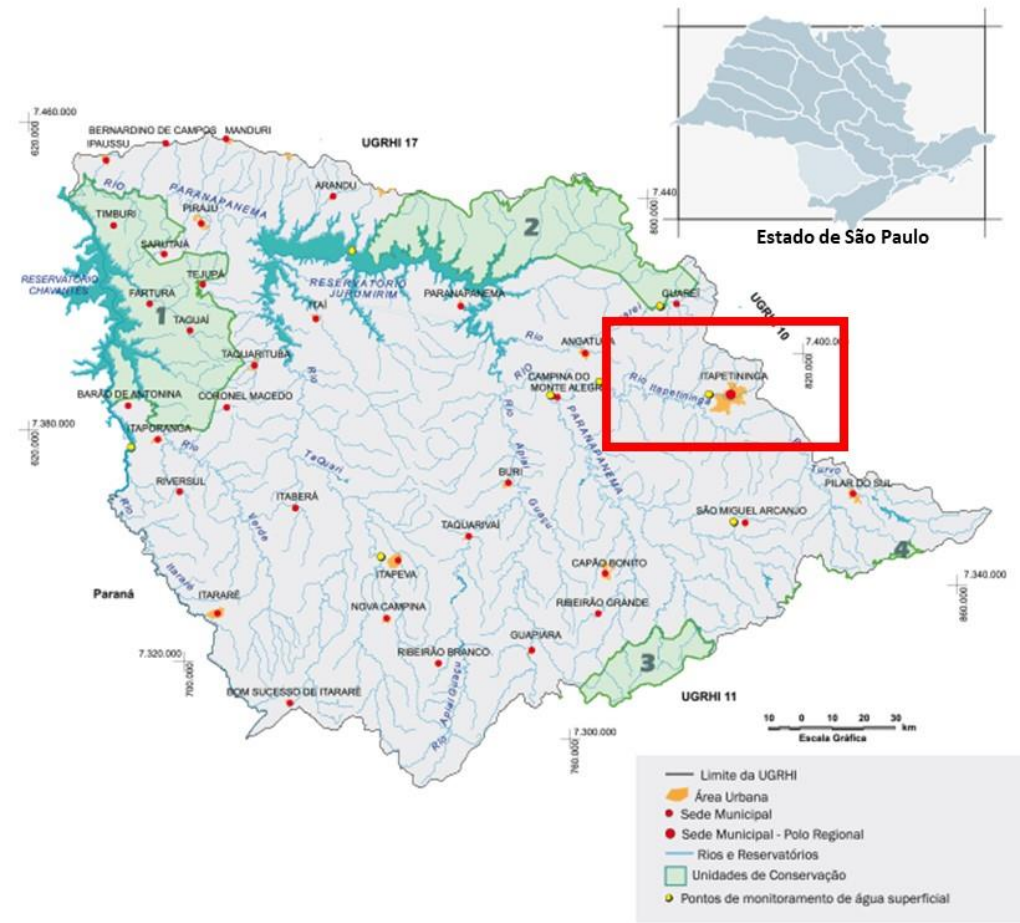
O objeto de estudo foi as águas do Rio Itapetininga, localizado no município de Itapetininga, interior do estado de São Paulo. O respectivo rio atravessa os municípios de Angatuba, Campina do Monte Alegre, Itapetininga e Sarapuí e é pertencente a bacia do Rio Paranapanema. O Rio Itapetininga é o principal meio de abastecimento de água dentro do município de Itapetininga e nos Municípios ao entorno (SABESP, 2017). Uma vez que, qualidade de águas tem sido cada vez mais pobre em relação à pureza e, cada vez mais rica em substâncias contaminantes, buscou-se neste trabalho analisar o perfil e a capacidade das águas do Rio Itapetininga promover alteração em crescimento radicular de *Allium cepa*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O trabalho teve como objeto de estudo as águas do Rio Itapetininga que cruza especificamente o município de Itapetininga, interior do estado de São Paulo (Figura 01). Os pontos foram escolhidos a partir de observações preliminares as quais foram notadas grande atividade pesqueira e intensa interação da população com as águas do rio.

Figura 01 – Topografia do Rio Itapetininga localizado no município de Itapetininga (SP). O município e o Rio Itapetininga estão demonstrados através do retângulo vermelho.



Fonte: Sigrh, 2019.

Os pontos de coleta estão localizados dentro do município de Itapetininga, e foram divididos em pontos A, B e C, cujas coordenadas estão apresentadas no quadro 1. As águas coletadas de cada ponto formaram respectivamente os grupos A, B e C (Figura 02).

Quadro 01 – Referência dos pontos de coleta com sua respectiva localização indicada em coordenadas.

| Tratamentos | Referência dos pontos de coleta         | Localização                         |
|-------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| GRUPO A     | Bairro do Registro Velho                | -22° 37'31,96983<br>-48° 6'19,29069 |
| GRUPO B     | Canto do rio/ Ponte Raposo Tavares      | -23° 38'3,22504<br>-48° 6'40,29717  |
| GRUPO C     | Estrada Itapetininga/São Miguel Arcanjo | -23° 39'45,99618<br>-48° 1'32,63264 |

Fonte: Os autores.



O ponto A está localizado no bairro do Registro Velho, e o local de coleta desse ponto foi a baixo da atual ponte desativada (Figura 2A). O bairro encontra-se em uma região mais retirada da cidade. O ponto B, está localizado na rua Joaquim Cirídeo Gomes, no bairro Vila Sottemo, primeira saída após o Km 162 Sul da Rodovia Raposo Tavares, perímetro consta de região semiurbana (Figura 2B). E o ponto C, está situado na estrada que liga o município de Itapetininga ao de São Miguel Arcanjo (Figura 2C).

Figura 02 – (A) Ponto de coleta no bairro do Registro Velho. (B) Ponto de coleta em perímetro semiurbano, na Vila Sottemo. (C) Ponto de coleta localizado na estrada que liga Itapetininga ao município de São Miguel Arcanjo.



Fonte: Os autores.

## 2.2 ANÁLISES FÍSICA, CLIMÁTICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS

As águas coletadas passaram, no ato da coleta, por análises físicas e climáticas para determinar a temperatura do ambiente e da água (graus Celsius), umidade (%), velocidade do vento (Km/h) e visibilidade (Km). Foi utilizado termômetro convencional para a medida da temperatura do ambiente e água, e o programa The Weather Channel (weather.com) para as medidas de umidade, velocidade do vento e visibilidade.

Para a análise microbiológica das águas foram utilizados frascos estéreis de polietileno (Corning®), gentilmente cedido pelo Laboratório Criarelab Ltda, e adicionada água dos diferentes pontos. A alteração da cor é positiva para a presença de coliformes fecais. O teste foi realizado em triplicata.

## 2.3 ESTUDO DE CRESCIMENTO RADICULAR

Para o estudo de toxicidade foram utilizados 6 bulbos de cebola (A. cepa) para cada grupo, e foram expostas de 48 a 72 horas nas águas coletadas de seus respectivos pontos. Para estabelecer comparativos positivos e negativos foram criados os grupos controle negativo (para estabelecer um padrão de normalidade foi

utilizado água de torneira) e controle positivo (foi utilizado um comprimido de paracetamol à 750 mg/L). As cebolas foram colocadas cada uma em um recipiente plástico fosco (para impedir a passagem de luz) e a elas foram espetados palitos de madeira para lhe conferirem sustentação. Para o desenvolvimento do trabalho foram levadas em conta apenas as cebolas com o maior índice de crescimento radicular e foram contados o número de raízes crescidas em cada bulbo, das quais, posteriormente, foram removidas e medidas (PERON; CANESINI; CARDOSO, 2009; SOUZA; MARTINS; PEREIRA, 2011).

#### 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão das raízes de cebola, através do programa OriginPro8.  $p < 0,05$  foi considerado significativo.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 ANÁLISES FÍSICA, CLIMÁTICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DO RIO ITAPETININGA

O quadro 2 apresenta a relação dos fatores físicos e climáticos encontrados nas águas coletadas dos pontos A, B e C.

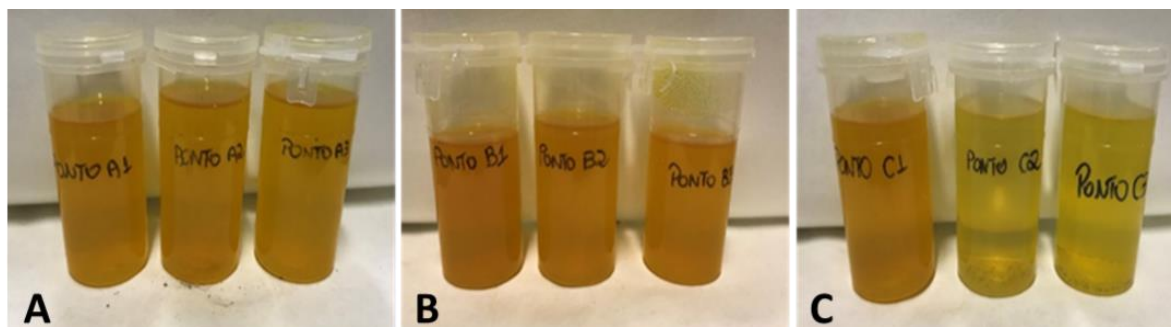
Quadro 2 – Relação dos fatores físicos e climáticos entre os pontos de coleta.

| Pontos de coleta | Temperatura ambiente (o C) | Umidade (%) | Vento (Km/h) | Visibilidade (Km) | Temperatura da água (o C) |
|------------------|----------------------------|-------------|--------------|-------------------|---------------------------|
| A                | 26°                        | 33          | 10           | 10,9              | 23                        |
| B                | 26°                        | 35          | 0            | 9,7               | 19                        |
| C                | 26°                        | 33          | 10           | 9,7               | 15                        |

Fonte: Os autores.

A figura 03 apresenta a análise microbiológica realizada nos pontos A, B e C. O ponto de coleta A e B tiveram todos os frascos com coloração alterada em tons mais alaranjados, indicando contaminação por microrganismos nesses pontos. O ponto de coleta C resultou em 1 frasco contaminado e 2 frascos não contaminados. O teste foi realizado em triplicata, e um frasco apresentou contaminação, podendo ser resultado de manuseio inadequado, uma vez que quando repetido não se manteve a contaminação.

Figura 03 - Análise microbiológica das águas do Rio Itapetininga. A- representa as águas coletadas do ponto A; B – representa o ponto B e C- representa o ponto C. Análise realizada em triplicata.



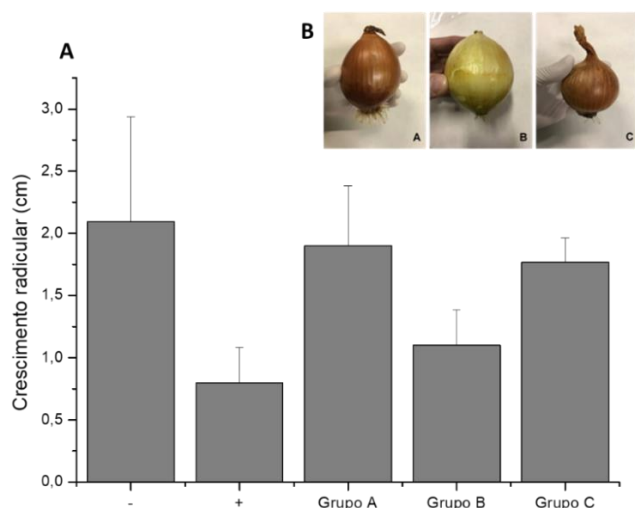
Fonte: Os autores.

### 3.2 CRESCIMENTO RADICULAR

As primeiras amostras a serem testadas foram a dos grupos controle negativo e controle positivo. Os bulbos de *Allium cepa*, ao final da exposição, apresentaram seus resultados macroscópicos de acordo com a exposição, sendo: o controle negativo (água) apresentou crescimento radicular de  $2,1 \pm 0,8$  cm, enquanto que as raízes do controle positivo tiveram um crescimento deprimido por conta do tratamento do paracetamol 750 mg/L, sendo  $0,8 \pm 0,3$  cm. Os tratamentos com as águas dos pontos A, B e C, tiveram seus resultados, em cm, em A:  $1,9 \pm 0,5$ , B:  $1,1 \pm 0,3$  e C:  $1,8 \pm 0,2$ .

Não foi observado diferença significativa entre os grupos, quando comparados com os controles positivo e negativo (Figura 04).

Figura 04 – Média e desvio padrão do crescimento radicular de *Allium cepa*. A – representação dos grupos controle negativo (água), positivo (paracetamol), e diferentes pontos do Rio Itapetininga. B – fotografia representativa do crescimento radicular dos grupos tratados.



Fonte: Os autores.

#### 4. DISCUSSÃO

Todos os pontos escolhidos para as coletas das amostras foram pontos estratégicos, cujas localidades são muito visitadas para pesca esportiva e também para consumo. Durante os dias das coletas pode ser observado muitos pescadores no local. Esse quadro levanta uma série de questões quanto a qualidade da água e seus sistemas lóticos. Partido do princípio de que a água é um recurso essencial para regulação da vida além de ser também um ambiente para outras formas de vida, esses sistemas precisam estar sob constante fiscalização, pois uma queda na qualidade da água implicaria diretamente também na qualidade de vida de todos os seres vivos (GALVÃO et al., 2013).

A qualidade da água e todos os seus componentes diluídos a ela, é de extrema importância, ou seja, sistemas lóticos que apresentam alterações mediante a utilização de bioensaios pode indicar contaminantes muito específicos (OLIVEIRA; VOLTOLINI; BARBÉRIO, 2011; KRÜGER, 2009).

As análises de água dos pontos desse trabalho levantaram resultados sobre a qualidade da água em alguns pontos do Rio Itapetininga, que é o principal meio de abastecimento de água da cidade nos dias atuais e existem bairros afastados do município de Itapetininga, onde suas residências fazem fundo com a beira do rio, e embora essas residências até tenham saneamento básico pode ser observado o contato direto de moradores com a água, talvez até mesmo por falta de qualquer tipo de informação, além de esgoto a céu aberto, ou seja, essas águas são de alguma forma contaminadas, e embora cheguem lá na frente e passem por tratamento (SABESP, 2017), ainda há uma parcela da população que tem um contato diretamente com a água.

Para Peron, Canesini e Cardoso (2009), o teste *Allium cepa*, é um meio muito mais ágil de detectar contaminantes, pois os bulbos de cebola levam em média 48 horas para crescerem 1 cm em média, o que já é suficiente. Krüger (2009) demonstrou que o agrotóxico contendo glifosato apresentou aumento significativo da frequência de pontes e cromossomos retardatários na anáfase-telófase sugerindo genotoxicidade dependente da concentração e que tais compostos podem comprometer a sobrevivência e a estabilidade genética de populações expostas.

Oliveira, Santos e Boeira (2012) estudaram os efeitos tóxicos das águas do Rio dos Sinos que são sujeitas às descargas industriais e urbanas nos municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo, no estado do Rio Grande do Sul, e demonstraram que as

águas apresentaram potencial tóxico e genotóxico, dependente do período e local avaliado. Embora os resultados aqui obtidos no crescimento radicular não tenham sido significativos, foi notado uma redução no crescimento das raízes expostas às águas coletadas no ponto B. Pelo ponto de vista toxicológico, o resultado obtido foi capaz de reduzir o crescimento radicular, possivelmente, pela presença de compostos que interferiram para tal resultado. Exposição a longo prazo favorece o aumento da dose, favorecendo maior toxicidade nos organismos expostos a essas águas.

A contaminação microbiológica nas águas do Rio Itapetininga foi corroborada pelos dados observados por Leme et al. (2018), que estudaram amostras de água do Rio Pequeno, Rio Grande e Bororé (cidade de São Paulo/SP) e observaram contaminação microbiológica por *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas. A água do Rio Pequeno foi capaz de induzir deficiências motoras e de comportamento em zebrafish, e a água do rio Bororé foi capaz de determinar comportamentos relacionados com deficiência respiratória, além de maior reação de alarme. E a água do rio Bororé apresentou astrogliose, em detrimento da contaminação por bactérias heterotróficas.

Todos estes dados reforçam a necessidade de extremos cuidados nos processos de tratamento microbiológico de águas, além de reconsiderar as atividades pesqueiras nos pontos coletados.

## **5. CONCLUSÃO**

As amostras de águas do Rio Itapetininga demonstraram contaminação microbiológica, mas não foram capazes de interferir de forma significativa no crescimento radicular de *Allium cepa*.

## REFERÊNCIAS

- BAGATINI, M.D.; SILVA, A.C.F.; TEDESCO, S.B. **Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais.** Revista Brasileira de Farmacognosia, 2007;17(3):444-447.
- GALVÃO, M.F.O. **Genototoxicidade da água: o que é isso?** Natal: EDUFRN. 2013Disponível: <https://bloglbgm.wordpress.com/2014/05/28/genotoxicidade-da-agua-o-que-e-isso/>. Acesso em: 15/05/2019.
- KEMERICH, P.D.C. *et al.* **Caracterização química da água subterrânea em área ocupada por cemitério: uso da técnica de espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF).** Rev Amb e Água. 2012. doi: 10.4136/1980-993X.
- KRUGER, R.A. **Análise da toxicidade e da genotoxicidade de agrotóxicos utilizados na agricultura utilizando bioensaios de *Allium cepa*.** [Dissertação] Mestrado em Qualidade Ambiental, 58f. Centro Universitário Feevale. Novo Hamburgo, 2009.
- LEME, E.; SILVA, E.P.; RODRIGUES, P.S.; SILVA, I.R.; MARTINS, M.F.M.; BONDAN, E.F.; BERNARDI, M.M.; KIRSTEN, T.B. **Billings reservoir water used for human consumption presents microbiological contaminants and induces both behavior impairments and astrogliosis in zebrafish.** Ecotoxicology and Environmental Safety. 2018;161, 364–373.
- LEVAN, A. **The effect of colchicines on root mitoses in *Allium*.** Hereditas. XXIV, p 471-486, 1938. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1601-5223.1938.tb03221.x>. Acesso em: 29/05/2019.
- MARCHI, G.; GUILHERME, L.R.G.; CHANG, A.C.; NASCIMENTO, C.W.A. **Heavy metals extractability in a soil amended with sewage sludge.** Sci. agric. (Piracicaba, Braz.). 2009. vol.66 no.5. 643-649.
- MOLINARI, G.; SOLONESKI, S.; REIGOSA, M.S.; LARRAMENDY, M.L. **In vitro genotoxicity and cytotoxic effects of ivermectin and its formulation ivomec on chinese hamster ovary (chock 1) cells.** Journal of Hazardous Materials. 2009, 15,165:1074-82.
- OLIVEIRA, J.P.W.; SANTOS, R.N.; BOEIRA, J.M. **Genotoxicidade e Análises Físico-Químicas das águas do Rio dos Sinos (RS) usando *Allium cepa* e *Eichhornia crassipes* como bioindicadores.** BBR - Biochemistry and Biotechnology Reports. 2012. v. 1, n. 1. 15-22.
- OLIVEIRA, L.M.; VOLTOLINI, J.C.; BARBÉRIO, A. **Potencial mutagênico dos poluentes na água do rio Paraíba do Sul em Tremembé, SP, Brasil, utilizando o teste *Allium cepa*.** Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. 2011, vol. 6, núm. 1, pp. 90-103.
- PERON, A.; CANESINI, E.; CARDOSO, C. **Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L.** Revista Brasileira de Biociências Brazilian Journal of Biosciences. 2009; v.7, n.2, 155-159.
- RAMSDORF, W. **Utilização de duas espécies de *astyanax* (*astyanax* sp b e a. *altiparanae*) como bioindicadores de região contaminada por agrotóxico (Fazenda Canguiri – UFPR),** 109f. Dissertação (Mestrado em Genética), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

RECHE, M.; PITTOL, M.; FIUZA, L. **Bactérias como bioindicadores de qualidade de água de ecossistemas orizícolas da região Sul do Brasil**. Oecologia Australis. 2010;14(2): 452- 463. doi:10.4257/oeco.2010.1402.08.

SABESP – **Relatório anual da qualidade da água**. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2017/rqa2017\\_Itapetininga.pdf](http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2017/rqa2017_Itapetininga.pdf). Acesso em 20/05/2019.

SIGRH – **Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhalpa/apresentacao> . Acesso em: 29/05/2019.

SOUSA, S.; MARTINS, K.; PEREIRA, T. **Polimorfismo cromossômico em *Capsicum chinense***. Ciência Rural. 2011. Santa Maria, v.41, n.10, p.1777-1783.

VÁLIO, V.; TORNISIELO, S.; MALAGUTI, E. *et al.* **Impacto do efluente tratado da estação de tratamento de esgoto na qualidade de água do Rio Itapetininga, SP**. Holos environment. 2013; v.13 n 2, 2013 – p224. Issn: 1519-8634.

VASCONCELOS, V.M.; SOUZA, C.F. **Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil**. 2011. doi: 10.4136-1980-993x.



# CAPÍTULO 06

CONDIÇÕES DE TRABALHO E VULNERABILIDADE SOCIAL: PERCEPÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO NO BAIRRO VILA ESPERANÇA, SÃO LUÍS-MA, BRASIL.

## **Eulália Cristina Costa de Carvalho**

Mestre em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão.

Instituição: Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Endereço: Rua Juliety, Qd-10 C-40A; Vila Riod - Cidade Operária, São Luís/MA, Brasil.

E-mail: laliacristina1@hotmail.com

## **Milena Mária Silva Assunção**

Mestre em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão.

Instituição: Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Endereço: Rua Juliety, Qd-10 C-40A, Vila Riod - Cidade Operária, São Luís/MA, Brasil.

E-mail: milena.ufma@yahoo.com.br

## **Adenilde Nascimento Mouchreck**

Doutora em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Endereço: Rua Juliety, Qd-10 C-40A, Vila Riod - Cidade Operária, São Luís/MA, Brasil.

E-mail: adenild@bol.com.br

**RESUMO:** Introdução: Existem fatores que sofrem influência das condições de vida de cada indivíduo e seu ambiente de vivência cotidiana gerando a percepção ambiental do indivíduo: o estilo de vida, o ambiente físico, o ambiente social e endógenos - tanto genéticos como adquiridos durante a vida. Objetivo: Conhecer a percepção dos responsáveis técnicos de estabelecimentos de alimentação sobre as condições de trabalho e sua relação com a vulnerabilidade social. Metodologia: É uma pesquisa quanti-qualitativa, com uso da epidemiologia descritiva; análise de conteúdo e uso do Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros. Foi realizada no bairro Vila Esperança no município de São Luís - MA com 10 estabelecimentos de alimentação, sendo 4 restaurantes e 6 lanchonetes no período de Março a Agosto de 2016. Resultados: caracterizou-se os participantes da pesquisa e obteve-se a percepção destes responsáveis técnicos, como: maioria dos entrevistados (7) atribuiu valor ao saneamento básico e/ ou melhoria na estrutura física do estabelecimento – interferem diretamente na qualidade do serviço oferecido à população e na segurança à saúde, portanto a percepção foi correta em 70% dos entrevistados. Conclusão: Os entrevistados observam sua realidade a partir de suas perspectivas individuais e a maioria tem consciência de fatores abrangentes e influenciáveis na condição de seu trabalho e que a vulnerabilidade social a que estão sujeitos os proporciona estas condições.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saúde Ambiental; Vigilância em Saúde Pública; Vulnerabilidade Social.

**ABSTRACT:** Introduction: There are factors that influence the living conditions of each individual and their daily living environment generating the individual's environmental perception: lifestyle, physical environment, social environment and endogenous - both genetic and acquired during life. Objective: To know the perception of technical managers of food establishments on working conditions and their relationship with social vulnerability. Methodology: This is a quantitative-qualitative research using descriptive epidemiology; content analysis and use of the Atlas of Social Vulnerability in Brazilian Municipalities. It was conducted in the neighborhood of Vila Esperança in the municipality of São Luís - MA with 10 food establishments, four restaurants and six snack bars from March to August 2016. Results: the participants were characterized and the perception of those responsible (7) attributed value to basic sanitation and / or improvement in the physical structure of the establishment - directly interfere in the quality of the service offered to the population and in the health security, so the perception was correct in 70% of the interviewees . Conclusion: Respondents observe their reality from their individual perspectives and most are aware of broad and influential factors in the condition of their work and that the social vulnerability to which they are subject provides these conditions.

**KEYWORDS:** Environmental Health; Public Health Surveillance; Social vulnerability.

## 1. INTRODUÇÃO

Existe uma interação entre o ser humano e o ambiente em que ele vive, esta interação entre os diferentes fatores determinantes exógenos e endógenos participantes deste processo explica por que a resposta às exposições ambientais pode variar, consideravelmente, de um indivíduo para outro, destacando-se quatro grupos destes fatores: o estilo de vida, o ambiente físico, o ambiente social e endógenos, atributos individuais, tanto genéticos como adquiridos durante a vida (HOLLANDER; STAATSEN, 2003). Todos estes fatores sofrem influência das condições de vida de cada indivíduo e seu ambiente de vivência cotidiana que gera de fato a percepção ambiental do indivíduo.

Ainda segundo o autor citado acima, “a saúde ambiental deve ser parte de uma abordagem integrada multidisciplinar e multisetorial, para as áreas urbanas desfavorecidas, incorporando políticas sobre aspectos socioeconômicos, geográficos e ambientais dos bairros” (HOLLANDER; STAATSEN, 2003), somando-se ao processo de urbanização e globalização.

A insegurança alimentar pode ser detectada nesse processo e está relacionada com a vulnerabilidade social por resultar de uma combinação de fatores que prejudicam o bem-estar das pessoas, famílias e comunidade, conforme a exposição a determinados riscos e, sobretudo associados aos determinantes sociais de saúde (renda, escolaridade, habitação, saneamento básico, etc) (SEADE, 2006).

A definição de vulnerabilidade social inserida neste contexto corresponde ao acesso, à ausência ou à insuficiência de “ativos” que podem ser evidenciados pelo instrumento chamado Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), constituindo-se num instrumento de identificação das falhas de oferta de bens e serviços públicos no território nacional. O IVS possui três dimensões: IVS Infraestrutura Urbana; IVS Capital Humano; e IVS Renda e Trabalho. “Essas dimensões correspondem a conjuntos de ativos, recursos ou estruturas, cujo acesso, ausência ou insuficiência indicam que o padrão de vida das famílias encontra-se baixo, sugerindo, no limite, o não acesso e a não observância dos direitos sociais”, segundo o Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros (IPEA, 2015, p.13).

Já a segurança alimentar e nutricional é baseada na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais e tendo como base práticas alimentares que promovam saúde e respeitem os aspectos

culturais de um povo e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis, segundo Valente (2002). Este conceito está em consonância com a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional – LOSAN (Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006) (BRASIL, 2006; COSTA, PASQUAL, 2006).

A percepção ambiental do indivíduo é decorrente do valor atribuído ao seu conhecimento sobre saúde ambiental e ao dano ambiental, cuja definição do Art. 3º da Lei 6.938/1981 é uma alteração adversa das características do meio ambiente, as quais podem causar prejuízo à saúde, segurança e o bem-estar da população, bem como as atividades sociais e à biota (BANCO MUNDIAL, 2004).

Nessa perspectiva, a avaliação das condições higiênicas sanitárias de serviços de alimentação se apresenta como uma importante ferramenta para o planejamento e a execução de ações que possam intervir na promoção e manutenção da saúde. Percebendo-se a importância de conhecer a percepção dos donos ou responsáveis técnicos de estabelecimentos em São Luís – MA sobre suas condições de trabalho e sua relação com a vulnerabilidade social, houve o despertar para realizar uma pesquisa com este enfoque nesta cidade. O município de São Luís está dividido em 7 (sete) Distritos Sanitários para atender e viabilizar as ações de gestão municipal, sendo identificados com nomes de alguns bairros: Centro, Bequimão, Cohab, Coroadinho, Itaqui-Bacanga, Tirirical e Vila Esperança. O distrito sanitário é uma unidade operacional das ações do Sistema Único de Saúde – SUS.

O bairro Vila Esperança nomeia o maior Distrito Sanitário de São Luís – MA e abrange uma parte da Zona Urbana e toda a Zona Rural, portanto a perspectiva de constatar a condição higiênicas sanitária de estabelecimentos de alimentação nesta localização deu-se a partir desta nomeação do bairro ao Distrito Sanitário e a relação da acessibilidade da comunidade aos serviços de saúde através da boa nutrição e segurança alimentar.

## **2. MATERIAIS E MÉTODO**

É uma pesquisa com abordagem quanti-qualitativa, com uso da epidemiologia descritiva e do método inquérito epidemiológico, segundo Lopes e Lima (2013). Foi realizada no bairro Vila Esperança que está localizado na região da ilha de São Luís, entre a área industrial e zona rural ao lado da BR 135, nos Kilômetros 4 e 5, ocupa uma área de 297 hectares e possui 2300 famílias e aproximadamente 10 mil habitantes. Estão instaladas pequenas e médias empresas no perímetro do bairro Vila

Esperança (Wikimapia, 2010). Participaram deste estudo 10 estabelecimentos de alimentação que funcionam nesta localidade e que aceitaram participar da pesquisa durante os meses de Março a Agosto de 2016, sendo 4 restaurantes e 6 lanchonetes. Este estudo faz parte de um projeto que verifica a vulnerabilidade do acesso aos serviços de saúde neste Distrito Sanitário, sendo submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa com aprovação sob o Parecer n. 945.413 e fez uso de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

Para a localização e seleção dos estudos: foram considerados o estudo de publicações nacionais e internacionais e periódicos indexados, impressos e virtuais, específicas da área (livros, monografias, dissertações e artigos), sendo pesquisados ainda dados em base de dados eletrônica, considerando para análise as palavras-chave: Higiene Alimentar. Saúde Ambiental. Segurança Alimentar. Vigilância em Saúde Pública. Vulnerabilidade Social.

Para a análise de conteúdo, segundo Laurence Bardin, utilizou-se abordagem quantitativa e qualitativa, sendo quantitativa quando o enfoque da pesquisa é demonstrar a frequência das características que se repetem no texto, e a abordagem qualitativa ocorre quando o enfoque da pesquisa “considera a presença ou ausência de uma determinada característica de conteúdo ou conjunto de características num determinado fragmento da mensagem”, segundo Lima (1993). A técnica de análise de conteúdo, segundo a Laurence Bardin, deverá ser composta por 3 grandes etapas: a pré-análise; a exploração do material e o tratamento dos resultados e interpretação (BARDIN, 1977).

A pesquisa também utilizou dados secundários obtidos em consulta na plataforma Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros disponível no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2015. O Atlas é, um software de consulta ao Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) que reflete 16 indicadores através de três dimensões: infraestrutura urbana; capital humano e, renda e trabalho, cujo valor para estas dimensões pode variar entre 0 e 1. Quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social de um município. Para o presente estudo, trabalhou-se com os dados do ano de 2010 que foram formatados e processados no programa Excel e analisados por meio de estatística descritiva de frequência e pelo Programa Epi Info 7, versão 7.1.5, quando necessário. E para avaliar a percepção dos donos ou responsáveis técnicos sobre suas condições de trabalho, utilizou-se a classificação: 1. Percepção correta, quando a resposta abordava o objetivo da definição de ambiente

de trabalho saudável (aquele que não ocasiona danos à saúde humana); 2. Percepção parcialmente correta, quando na resposta havia menção sobre aspectos que contribuem com a promoção do alimento seguro como, condições de higiene e limpeza, entre outras; 3. Percepção incorreta, quando a resposta não tinha a menor relação com a definição ou com aspectos correlatos ao proposto por condições de trabalho em ambiente adequado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade dos produtos finais depende diretamente da habilidade técnica e consciência sanitária, pois alimentos danificados ou contaminados podem atingir o consumidor e causar-lhe danos à saúde, segundo Figueiredo e Ribeiro (2013).

Para caracterizar os donos ou responsáveis técnicos dos estabelecimentos de alimentação participantes desta pesquisa (10), utilizou-se as variáveis idade, sexo, escolaridade, capacitação técnica e número de refeições fornecidas diariamente, pois há influência na renda destes profissionais. Quanto a idade houve variação de 22 anos a 66 anos, sendo que apenas dois participantes têm a mesma idade, 45 anos; e quanto ao sexo: 5 são do sexo feminino e 5 do sexo masculino. As idades dos dez participantes da pesquisa podem ser observadas na Tabela 01.

Tabela 01 – Frequência da idade dos donos ou responsáveis técnicos em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| Idade dos Donos ou Responsáveis Técnicos | Frequência | %     |
|------------------------------------------|------------|-------|
| 22                                       | 1          | 10,0  |
| 28                                       | 1          | 10,0  |
| 29                                       | 1          | 10,0  |
| 30                                       | 1          | 10,0  |
| 34                                       | 1          | 10,0  |
| 35                                       | 1          | 10,0  |
| 45                                       | 2          | 20,0  |
| 53                                       | 1          | 10,0  |
| 66                                       | 1          | 10,0  |
| Total                                    | 10         | 100,0 |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016.

Quanto a média das idades nas 10 observações, obtivemos o valor de 38,7 anos como média e moda igual a 45 anos, segundo análise estatística através do Epi Info 7. Quanto ao nível de escolaridade, houve o predomínio do ensino médio completo em 80 % dos donos ou responsáveis técnicos (8), conforme Tabela 02.

Tabela 02 - Frequência da escolaridade dos donos ou responsáveis técnicos em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| <b>Escolaridade dos Donos ou Responsáveis Técnicos</b> | <b>Frequência</b> | <b>%</b> |
|--------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| Analfabeto                                             | 1                 | 10,0     |
| Ensino Fundamental                                     | 1                 | 10,0     |
| Ensino Médio                                           | 8                 | 80,0     |
| Total                                                  | 10                | 100,0    |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016.

Quanto a média da idade x escolaridade obtivemos pela aplicação do método estatístico ANOVA um p-value = 0,00000; valor significativo estatisticamente ( $p < 0,05$ ), o que nos permite afirmar que existe uma diferença significativa entre as médias das idades e do nível escolar e que o entrevistado mais velho é também o que possui o menor nível de escolaridade, fato que evidencia um dos aspectos da vulnerabilidade social no município de São Luís e corrobora com os estudos de Tórtora e seus colaboradores (2005) quanto a contaminação das mãos em diferentes atividades profissionais, pois ocorre mais em profissionais que não são da área da saúde e com baixo nível escolar.

A qualidade higienicos sanitária é fator de segurança alimentar e tem sido amplamente estudada e discutida. Para que se tenha esta qualidade e segurança alimentar a capacitação técnica dos donos ou responsáveis técnicos pelos estabelecimentos de alimentação é imprescindível, pois os demais manipuladores de alimentos poderão ser treinados para que de forma efetiva possam fornecer alimentos seguros e saudáveis à comunidade, além de obedecerem às Resoluções RDC nº 275/02 e RDC 216/04, que diz respeito ao regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos e ao o regulamento técnico de boas práticas para serviço de alimentação,



respectivamente. Podemos verificar o número de estabelecimentos de alimentação com donos ou responsáveis técnicos devidamente capacitados na Tabela 03 abaixo.

Tabela 03 - Frequência da capacitação técnica dos donos ou responsáveis técnicos em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| Capacitação técnica dos Donos ou Responsáveis Técnicos | Frequência | %     |
|--------------------------------------------------------|------------|-------|
| Não possui capacitação técnica                         | 5          | 50,0  |
| Possui capacitação técnica                             | 5          | 50,0  |
| Total                                                  | 10         | 100,0 |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016

Apenas 50 % (5) dos donos ou responsáveis técnicos dos estabelecimentos de alimentação possuem capacitação técnica, isto é, estão devidamente habilitados para trabalhar na manipulação dos alimentos e respeitam as normas da RDC 216/04; os demais não possuem capacitação técnica.

Outro aspecto observado nos estabelecimentos de alimentação foi a renda diária arrecadada, pois sofre oscilação, é obtida de acordo com o número de refeições fornecidas e causa influência na qualidade do serviço. Destacamos o fato de apenas 1 estabelecimento de alimentação fornecer mais de 100 refeições diárias nesta localidade, o que faz com que sua movimentação orçamentária seja maior em relação aos demais estabelecimentos e que pode ajudar na melhoria do estabelecimento físico-estrutural e na segurança alimentar propriamente dita. Podemos verificar o número de refeições fornecidas pelos estabelecimentos de alimentação na Tabela 04.

Tabela 04 - Frequência do número de estabelecimentos que fornecem mais de 100 refeições diariamente em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| Estabelecimentos que fornecem mais de 100 refeições diariamente | Frequência | %     |
|-----------------------------------------------------------------|------------|-------|
| Sim                                                             | 1          | 10,0  |
| Não                                                             | 9          | 90,0  |
| Total                                                           | 10         | 100,0 |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016

No Brasil, assim como no estado do Maranhão e no município de São Luís, o saneamento básico se encontra com serviços insuficientes e com grande desigualdade de distribuição. O saneamento básico é uma ação composta pelo abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, limpeza urbana e tratamento do lixo. Ratificamos esta conjectura, conforme dados de Stevanim (2016), com a origem deste problema sendo mais comum em locais com saneamento básico deficiente e que ocorre em áreas mais pobres e afastadas.

A educação e a oferta do trabalho também são reflexos de serviços insuficientes nestes locais. Podemos constatar a condição de vulnerabilidade social no Brasil e em São Luís – MA a partir das dimensões infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho na Tabela 05.

Tabela 05 – Índice de Vulnerabilidade Social no Brasil e na cidade de São Luís, Maranhão, segundo o Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros (2010).

|                  | COD<br>IBGE | IVS<br>(2010) | IVS<br>Infraestrutur<br>a Urbana<br>(2010) | IVS<br>Capital<br>Humano<br>(2010) | IVS<br>Renda e<br>Trabalho<br>(2010) |
|------------------|-------------|---------------|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Brasil           | --          | 0,326         | 0,295                                      | 0,362                              | 0,32                                 |
| São Luís<br>(MA) | 211130      | 0,372         | 0,498                                      | 0,291                              | 0,327                                |

Fonte: IPEA, 2015.

O Índice de Vulnerabilidade Social - IVS (2010) do Brasil foi menor comparado ao do município São Luís – MA, e juntamente com ele o IVS de infraestrutura urbana e o IVS renda e trabalho; apenas o IVS capital humano do Brasil foi maior que o de São Luís – MA. O IVS corresponde aos 16 indicadores que o geram nestas 3 dimensões: o IVS de infraestrutura urbana diz respeito à mobilidade e saneamento básico, além de disponibilidade de serviços/ambientes, está associado ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM no que se refere a longevidade.

O IVS capital humano diz respeito à trajetória educacional das famílias e ao capital familiar, além de aspectos sociais diversos de exclusão social, relaciona-se com a educação no IDHM. O IVS renda e trabalho diz respeito à inserção precária no

mercado de trabalho; insuficiência de renda (trabalho informal, trabalho infantil e/ou desocupação) e renda per capita, ambos correspondem à dimensão renda no IDHM, segundo pesquisadores do IPEA (2015).

O IVS de infraestrutura urbana em São Luís – MA é considerado de alta vulnerabilidade social; o IVS capital humano de São Luís – MA é considerado de baixa vulnerabilidade social e o IVS renda e trabalho é de média vulnerabilidade social. Estes dados devem ser observados juntamente com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal –IDHM, visto que possibilita observar o espaço territorial em que estamos inseridos, formular políticas públicas e exige do poder público o acesso da população aos direitos sociais básicos.

Para o município de São Luís em 2010 o IDHM foi de 0,768 - considerado alto desenvolvimento. De modo geral, as três dimensões do IVS apresentaram redução, mas no Nordeste, principalmente nos estados do Maranhão, de Alagoas, Pernambuco e alguns locais do território baiano continuam com alta vulnerabilidade social (IPEA, 2015). Veja este índice no Brasil, São Luís – MA e na Região Metropolitana (RM) da Grande São Luís, todos considerados de média vulnerabilidade social, na Tabela 06.

Tabela 06 - Índice de Vulnerabilidade Social - Renda e Trabalho no Brasil e na cidade de São Luís, Maranhão, segundo o Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros (2010).

| Lugar              | COD<br>IBGE | IVS Renda e Trabalho<br>(2010) |
|--------------------|-------------|--------------------------------|
| Brasil             | --          | 0,32                           |
| São Luís (MA)      | 211130      | 0,327                          |
| RM Grande São Luís | --          | 0,342                          |

Fonte: IPEA, 2015.

O IVS reflete o binômio produção/ consumo, pois esta relação gera degradação ambiental sobre os recursos naturais (matéria-prima, água, energia, etc.), perda da qualidade de vida por condições inadequadas de moradia e/ou trabalho, poluição em geral e desequilíbrio em todos os mecanismos que sustentam a vida na terra, tendo-se a produção industrial como progresso técnico- científico e importância na relação da sociedade com o ambiente, segundo Dias (2000) apud Pitton (2009).

Nesta perspectiva, deu-se o estudo qualitativo da percepção dos donos ou responsáveis técnicos dos estabelecimentos de alimentação sobre suas condições de trabalho e vulnerabilidade social.

### 3.1 ESTUDO DOS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DA FALA DOS ENTREVISTADOS

Descrição da fala dos 10 entrevistados (100 %) sobre suas condições de trabalho e vulnerabilidade social: 9 (90 %) entrevistados relataram que sua condição de trabalho é boa e 1 (10 %) relatou que é regular. Abaixo algumas destas falas:

Entrevistado 1, disse: “Considero boa, pois apesar dos obstáculos consegue trabalhar. Para melhorar faltasaneamento básico por parte das autoridades”.

Entrevistado 2, relatou: “Considero regular. Não acha melhor devido à concorrência”.

Entrevistado 5 e entrevistado 7, relataram: “Considero boa, pois o fornecimento de água, energia e o recolhimento do lixo são regulares e falta melhoria na estrutura do estabelecimento”.

Entrevistado 10, disse: “Considero boa, porque é sua única fonte de renda no momento”.

## 4. CONCLUSÕES QUANTITATIVAS DA ANÁLISE DO CONTEÚDO (LAURENCE BARDIN, 1977)

Elencou-se as palavras que se repetem e que melhor caracterizam a situação abordada pela pesquisadora: 4 entrevistados mencionaram a melhoria na estrutura do estabelecimento; 3 entrevistados mencionaram o fornecimento de água, luz e recolhimento de lixo regulares; 1 entrevistado mencionou a falta de saneamento básico; 1 entrevistado mencionou o fato de não pagar aluguel; 1 entrevistado mencionou divisão das responsabilidades; 1 entrevistado mencionou o fato ser sua única fonte de renda, 1 entrevistado mencionou a concorrência do setor dos gêneros alimentícios.

Elencou-se a mensagem destacada no fragmento do discurso que melhor retrata a situação estudada, após análise e interpretação no contexto da pesquisa: A maioria dos entrevistados (7) atribuíram valor ao saneamento básico e/ ou melhoria na estrutura física do estabelecimento – elementos que interferem diretamente na qualidade do serviço oferecido à população e na segurança à saúde, portanto a percepção foi correta em 70 % dos entrevistados; Apenas 2 entrevistados atribuíram

valor à renda e 1 entrevistado enfatizou a concorrência – elementos que interferem diretamente e indiretamente, respectivamente, na qualidade do serviço; constatando-se, assim, uma percepção parcialmente correta em 20 % dos entrevistados, pois a renda interfere na qualidade e segurança alimentar e percepção incorreta em 10% dos entrevistados, visto que a concorrência deveria ser um fator de estímulo para a sua melhoria.

Os entrevistados observam sua realidade a partir de suas perspectivas individuais, apesar da maioria ter consciência de fatores abrangentes e influenciáveis na condição de seu trabalho no tocante da percepção ambiental e que a vulnerabilidade social a que estão sujeitos os proporciona estas condições.

## **5. CONCLUSÕES**

A urbanização e a globalização são apontadas como mudanças efetivas no estilo de vida da sociedade atual, visto que houve um aumento do consumo de alimentos em locais públicos por conta de a população estar trabalhando longe de suas residências e conseqüentemente, do aumento da transmissão de doenças por alimentos que interfere no desenvolvimento socioeconômico e sobrecarrega o sistema público de saúde.

Sendo a higiene e a fiscalização dos alimentos considerados um setor fundamental da saúde pública, pois atinge vários setores e populações da sociedade e são decorrentes da perspectiva ampliada de saúde e da necessidade de atendimento às demandas sociais para a construção de novas políticas de segurança alimentar a partir do processo de higiene alimentar em estabelecimentos de alimentação que mais se enquadram no eixo renda e trabalho na dimensão que pode ser retratada no contexto da Vulnerabilidade Social, visto que a segurança alimentar e a boa nutrição são considerados determinantes para garantia da saúde e a corresponsabilidade dos cidadãos é de suma importância, e ela evolui com a melhoria da educação e da renda.

## REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL. **Environment matters**. Resumenanual. Washington D. C., jun. 2003/ jul. 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, 1977.

BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1, p. 18.055, 20 set. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1990a; 12 set/1990.

BRASIL. Resolução RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 out. 2003.

. Resolução RDC 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas para serviço de alimentação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 2004.

. Ministério da Saúde (MS). **PORTARIA n. 2.914** de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de qualidade.

COSTA, C.; PASQUAL, M. Participação e políticas públicas na segurança alimentar e nutricional no Brasil. Participação popular nas políticas públicas, p. 97, 2006. In ALBUQUERQUE, Maria do Carmo, (Org.) **Participação popular em políticas públicas: espaço de construção da democracia brasileira**. – São Paulo: Instituto Pólis, 2006. 124p.

FIGUEIREDO, R. P.; RIBEIRO, M. C. S. Avaliação das condições higienicossanitárias de cantinas de escolas particulares da cidade de São Luís, MA. **Higiene Alimentar**, v. 27, n. 226/227, p. 60-64, 2013.

**FUNDAÇÃO SEADE**. Espaços e Dimensões da Pobreza nos Municípios de São Paulo, 2006. Disponível em:<<http://www.sead.gov.br/produtos/ipvs/analises/subprefeitura/butanta.pdf>>. Acesso em: 29 nov 2015.

FREITAS, C. M; PORTO, M. F. S. Saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Rev. Ciênc. e Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, 10, 2005.

GERMANO, M. I. S.; GERMANO, P. M. L. **Higiene e vigilância sanitária dos alimentos**. 7. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2014.

HOLLADER, A. E. M; STAATSEN, B. A. M. Health, environment and quality of life: an epidemiological perspective on urban development. In: **Landscape and Urban Planning**. 65. 2003. p. 53-62.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **52 milhões de brasileiros estão em situação de insegurança alimentar**. IBGE, PNAD – 2013. Publicação em: 19 dez 2014. Disponível em: <<http://tvbrasil.ebc.com.br/reportermaranhao/episodio/52-milhoes-brasileiros-estao-em-situacao-de-inseguranca-alimentar>>. Acesso em: 12 mai 2016.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros**. Brasília, 2015. Disponível em: [ivs.ipea.gov.br/ivs/pt/consulta/](http://ivs.ipea.gov.br/ivs/pt/consulta/) Acesso em: 30 ago 2016.

LIMA, M. A. D. S. **Análise de conteúdo**: estudo e aplicação. Rev. Logos, 1993 (1): 53-58.  
LOPES, M.V. O.; LIMA, J. R. C. Análise de dados epidemiológicos. In: **Epidemiologia e Saúde**.

ROUQUARIOL, M. Z.; GURGEL, M. (Organizadores). 7 ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2013.

OMS, **Prevention of Foodborne Disease: The five keys to safer foods**, 2006. Disponível em: <[http://www.who.int/foodsafety/foodborne\\_disease/en/](http://www.who.int/foodsafety/foodborne_disease/en/)>. Acesso em: 29 out 2013.

OTENIO, M. H. et al. Saneamento básico, qualidade da água e levantamento de enteroparasitas relacionadas ao perfil sócio-econômico ambiental de escolares de uma área rural do Município de Bandeirantes. **Rev. Salusvita** Bandeirantes, v. 26, n. 2, p. 75-85, 2007.

PANETTA, J. C. O manipulador: fator de segurança e qualidade dos alimentos. **Rev. Higiene Alimentar**, v. 12, n. 5, p. 8-12, 1998.

PIOVESAN, F. **Direitos humanos e o direito constitucional internacional**, 14. ed., rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2013.

PITTON, S. E. C. Prejuízos ambientais do consumo sob a perspectiva geográfica. In CORTEZ, A. T. C., and ORTIGOZA, S. A. G., Orgs. **Da produção ao consumo**: impactos socioambientais no espaço urbano (online). São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 146 p.

**PLANO MUNICIPAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL – PLAMSAN 2014- 2017**. Câmara intersetorial de segurança alimentar em São Luís – CAISAN/ MUNICIPAL; SECRETARIA MUNICIPAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR - SEMSA. Francisca de Fátima Ribeiro (Org.). São Luís: 2014.

RESOLUÇÃO – RDC Nº 217, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2001. **AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA**. Publicada no DOU em 16/12/2001. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/Res.Anvisa217-01.pdf>>. Acesso em: 23 ago 2014.

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Serviços de Alimentação**. 7 ed, São Paulo: Varela, 2014.



STEVANIM, L. F. Água de beber. **Radis Comunicação e Saúde**. n. 168. p. 27-29, 2016.

TÓRTORA, J. C. O.; MARTINS, P. R.; COSTA, C. R. M. Contaminação microbiana nas mãos de pessoas com diferentes atividades profissionais. **JEM**, v. 88, n. 6, p. 10-15, 2005.

VALENTE, F. L. S. **O direito humano à alimentação**: desafios e conquistas. São Paulo: Cortez Editora, 2002.

**VILA ESPERANÇA**. Disponível em: <<http://www.wikimapia.org/20077042/pt/Vila-Esperanca>>. Acesso em: 17 jul 2015.

# CAPÍTULO 06

CONDIÇÕES DE TRABALHO E VULNERABILIDADE SOCIAL: PERCEPÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO NO BAIRRO VILA ESPERANÇA, SÃO LUÍS-MA, BRASIL.

## **Eulália Cristina Costa de Carvalho**

Mestre em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão.

Instituição: Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Endereço: Rua Juliety, Qd-10 C-40A; Vila Riod - Cidade Operária, São Luís/MA, Brasil.

Email: laliacristina1@hotmail.com

## **Milena Mária Silva Assunção**

Mestre em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão.

Instituição: Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Endereço: Rua Juliety, Qd-10 C-40A, Vila Riod - Cidade Operária, São Luís/MA, Brasil.

E-mail: milena.ufma@yahoo.com.br

## **Adenilde Nascimento Mouchreck**

Doutora em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Endereço: Rua Juliety, Qd-10 C-40A, Vila Riod - Cidade Operária, São Luís/MA, Brasil.

E-mail: adenild@bol.com.br

**RESUMO:** Introdução: Existem fatores que sofrem influência das condições de vida de cada indivíduo e seu ambiente de vivência cotidiana gerando a percepção ambiental do indivíduo: o estilo de vida, o ambiente físico, o ambiente social e endógenos - tanto genéticos como adquiridos durante a vida. Objetivo: Conhecer a percepção dos responsáveis técnicos de estabelecimentos de alimentação sobre as condições de trabalho e sua relação com a vulnerabilidade social. Metodologia: É uma pesquisa quanti-qualitativa, com uso da epidemiologia descritiva; análise de conteúdo e uso do Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros. Foi realizada no bairro Vila Esperança no município de São Luís - MA com 10 estabelecimentos de alimentação, sendo 4 restaurantes e 6 lanchonetes no período de Março a Agosto de 2016. Resultados: caracterizou-se os participantes da pesquisa e obteve-se a percepção destes responsáveis técnicos, como: maioria dos entrevistados (7) atribuiu valor ao saneamento básico e/ ou melhoria na estrutura física do estabelecimento – interferem diretamente na qualidade do serviço oferecido à população e na segurança à saúde, portanto a percepção foi correta em 70% dos entrevistados. Conclusão: Os entrevistados observam sua realidade a partir de suas perspectivas individuais e a maioria tem consciência de fatores abrangentes e influenciáveis na condição de seu trabalho e que a vulnerabilidade social a que estão sujeitos os proporciona estas condições.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saúde Ambiental; Vigilância em Saúde Pública; Vulnerabilidade Social.

**ABSTRACT:** Introduction: There are factors that influence the living conditions of each individual and their daily living environment generating the individual's environmental perception: lifestyle, physical environment, social environment and endogenous - both genetic and acquired during life. Objective: To know the perception of technical managers of food establishments on working conditions and their relationship with social vulnerability. Methodology: This is a quantitative-qualitative research using descriptive epidemiology; content analysis and use of the Atlas of Social Vulnerability in Brazilian Municipalities. It was conducted in the neighborhood of Vila Esperança in the municipality of São Luís - MA with 10 food establishments, four restaurants and six snack bars from March to August 2016. Results: the participants were characterized and the perception of those responsible (7) attributed value to basic sanitation and / or improvement in the physical structure of the establishment - directly interfere in the quality of the service offered to the population and in the health security, so the perception was correct in 70% of the interviewees . Conclusion: Respondents observe their reality from their individual perspectives and most are aware of broad and influential factors in the condition of their work and that the social vulnerability to which they are subject provides these conditions.

**KEYWORDS:** Environmental Health; Public Health Surveillance; Socialvulnerability.

## 1. INTRODUÇÃO

Existe uma interação entre o ser humano e o ambiente em que ele vive, esta interação entre os diferentes fatores determinantes exógenos e endógenos participantes deste processo explica por que a resposta às exposições ambientais pode variar, consideravelmente, de um indivíduo para outro, destacando-se quatro grupos destes fatores: o estilo de vida, o ambiente físico, o ambiente social e endógenos, atributos individuais, tanto genéticos como adquiridos durante a vida (HOLLANDER; STAATSEN, 2003). Todos estes fatores sofrem influência das condições de vida de cada indivíduo e seu ambiente de vivência cotidiana que gera de fato a percepção ambiental do indivíduo.

Ainda segundo o autor citado acima, “a saúde ambiental deve ser parte de uma abordagem integrada multidisciplinar e multisetorial, para as áreas urbanas desfavorecidas, incorporando políticas sobre aspectos socioeconômicos, geográficos e ambientais dos bairros” (HOLLANDER; STAATSEN, 2003), somando-se ao processo de urbanização e globalização.

A insegurança alimentar pode ser detectada nesse processo e está relacionada com a vulnerabilidade social por resultar de uma combinação de fatores que prejudicam o bem-estar das pessoas, famílias e comunidade, conforme a exposição a determinados riscos e, sobretudo associados aos determinantes sociais de saúde (renda, escolaridade, habitação, saneamento básico, etc) (SEADE, 2006).

A definição de vulnerabilidade social inserida neste contexto corresponde ao acesso, à ausência ou à insuficiência de “ativos” que podem ser evidenciados pelo instrumento chamado Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), constituindo-se num instrumento de identificação das falhas de oferta de bens e serviços públicos no território nacional. O IVS possui três dimensões: IVS Infraestrutura Urbana; IVS Capital Humano; e IVS Renda e Trabalho. “Essas dimensões correspondem a conjuntos de ativos, recursos ou estruturas, cujo acesso, ausência ou insuficiência indicam que o padrão de vida das famílias encontra-se baixo, sugerindo, no limite, o não acesso e a não observância dos direitos sociais”, segundo o Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros (IPEA, 2015, p.13).

Já a segurança alimentar e nutricional é baseada na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais e tendo como base práticas alimentares que promovam saúde e respeitem os aspectos

culturais de um povo e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis, segundo Valente (2002). Este conceito está em consonância com a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional – LOSAN (Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006) (BRASIL, 2006; COSTA, PASQUAL, 2006).

A percepção ambiental do indivíduo é decorrente do valor atribuído ao seu conhecimento sobre saúde ambiental e ao dano ambiental, cuja definição do Art. 3º da Lei 6.938/1981 é uma alteração adversa das características do meio ambiente, as quais podem causar prejuízo à saúde, segurança e o bem-estar da população, bem como as atividades sociais e à biota (BANCO MUNDIAL, 2004).

Nessa perspectiva, a avaliação das condições higiênicas sanitárias de serviços de alimentação se apresenta como uma importante ferramenta para o planejamento e a execução de ações que possam intervir na promoção e manutenção da saúde. Percebendo-se a importância de conhecer a percepção dos donos ou responsáveis técnicos de estabelecimentos em São Luís – MA sobre suas condições de trabalho e sua relação com a vulnerabilidade social, houve o despertar para realizar uma pesquisa com este enfoque nesta cidade. O município de São Luís está dividido em 7 (sete) Distritos Sanitários para atender e viabilizar as ações de gestão municipal, sendo identificados com nomes de alguns bairros: Centro, Bequimão, Cohab, Coroadinho, Itaqui-Bacanga, Tirirical e Vila Esperança. O distrito sanitário é uma unidade operacional das ações do Sistema Único de Saúde – SUS.

O bairro Vila Esperança nomeia o maior Distrito Sanitário de São Luís – MA e abrange uma parte da Zona Urbana e toda a Zona Rural, portanto a perspectiva de constatar a condição higiênicas sanitária de estabelecimentos de alimentação nesta localização deu-se a partir desta nomeação do bairro ao Distrito Sanitário e a relação da acessibilidade da comunidade aos serviços de saúde através da boa nutrição e segurança alimentar.

## **2. MATERIAIS E MÉTODO**

É uma pesquisa com abordagem quanti-qualitativa, com uso da epidemiologia descritiva e do método inquérito epidemiológico, segundo Lopes e Lima (2013). Foi realizada no bairro Vila Esperança que está localizado na região da ilha de São Luís, entre a área industrial e zona rural ao lado da BR 135, nos Kilômetros 4 e 5, ocupa uma área de 297 hectares e possui 2300 famílias e aproximadamente 10 mil habitantes. Estão instaladas pequenas e médias empresas no perímetro do bairro Vila

Esperança (Wikimapia, 2010). Participaram deste estudo 10 estabelecimentos de alimentação que funcionam nesta localidade e que aceitaram participar da pesquisa durante os meses de Março a Agosto de 2016, sendo 4 restaurantes e 6 lanchonetes. Este estudo faz parte de um projeto que verifica a vulnerabilidade do acesso aos serviços de saúde neste Distrito Sanitário, sendo submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa com aprovação sob o Parecer n. 945.413 e fez uso de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

Para a localização e seleção dos estudos: foram considerados o estudo de publicações nacionais e internacionais e periódicos indexados, impressos e virtuais, específicas da área (livros, monografias, dissertações e artigos), sendo pesquisados ainda dados em base de dados eletrônica, considerando para análise as palavras-chave: Higiene Alimentar. Saúde Ambiental. Segurança Alimentar. Vigilância em Saúde Pública. Vulnerabilidade Social.

Para a análise de conteúdo, segundo Laurence Bardin, utilizou-se abordagem quantitativa e qualitativa, sendo quantitativa quando o enfoque da pesquisa é demonstrar a frequência das características que se repetem no texto, e a abordagem qualitativa ocorre quando o enfoque da pesquisa “considera a presença ou ausência de uma determinada característica de conteúdo ou conjunto de características num determinado fragmento da mensagem”, segundo Lima (1993). A técnica de análise de conteúdo, segundo a Laurence Bardin, deverá ser composta por 3 grandes etapas: a pré-análise; a exploração do material e o tratamento dos resultados e interpretação (BARDIN, 1977).

A pesquisa também utilizou dados secundários obtidos em consulta na plataforma Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros disponível no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2015. O Atlas é, um software de consulta ao Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) que reflete 16 indicadores através de três dimensões: infraestrutura urbana; capital humano e, renda e trabalho, cujo valor para estas dimensões pode variar entre 0 e 1. Quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social de um município. Para o presente estudo, trabalhou-se com os dados do ano de 2010 que foram formatados e processados no programa Excel e analisados por meio de estatística descritiva de frequência e pelo Programa Epi Info 7, versão 7.1.5, quando necessário. E para avaliar a percepção dos donos ou responsáveis técnicos sobre suas condições de trabalho, utilizou-se a classificação: 1. Percepção correta, quando a resposta abordava o objetivo da definição de ambiente

de trabalho saudável (aquele que não ocasiona danos à saúde humana); 2. Percepção parcialmente correta, quando na resposta havia menção sobre aspectos que contribuem com a promoção do alimento seguro como, condições de higiene e limpeza, entre outras; 3. Percepção incorreta, quando a resposta não tinha a menor relação com a definição ou com aspectos correlatos ao proposto por condições de trabalho em ambiente adequado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade dos produtos finais depende diretamente da habilidade técnica e consciência sanitária, pois alimentos danificados ou contaminados podem atingir o consumidor e causar-lhe danos à saúde, segundo Figueiredo e Ribeiro (2013).

Para caracterizar os donos ou responsáveis técnicos dos estabelecimentos de alimentação participantes desta pesquisa (10), utilizou-se as variáveis idade, sexo, escolaridade, capacitação técnica e número de refeições fornecidas diariamente, pois há influência na renda destes profissionais. Quanto a idade houve variação de 22 anos a 66 anos, sendo que apenas dois participantes têm a mesma idade, 45 anos; e quanto ao sexo: 5 são do sexo feminino e 5 do sexo masculino. As idades dos dez participantes da pesquisa podem ser observadas na Tabela 01.

Tabela 01 – Frequência da idade dos donos ou responsáveis técnicos em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| Idade dos Donos ou Responsáveis Técnicos | Frequência | %     |
|------------------------------------------|------------|-------|
| 22                                       | 1          | 10,0  |
| 28                                       | 1          | 10,0  |
| 29                                       | 1          | 10,0  |
| 30                                       | 1          | 10,0  |
| 34                                       | 1          | 10,0  |
| 35                                       | 1          | 10,0  |
| 45                                       | 2          | 20,0  |
| 53                                       | 1          | 10,0  |
| 66                                       | 1          | 10,0  |
| Total                                    | 10         | 100,0 |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016.



Quanto a média das idades nas 10 observações, obtivemos o valor de 38,7 anos como média e moda igual a 45 anos, segundo análise estatística através do Epi Info 7. Quanto ao nível de escolaridade, houve o predomínio do ensino médio completo em 80 % dos donos ou responsáveis técnicos (8), conforme Tabela 02.

Tabela 02 - Frequência da escolaridade dos donos ou responsáveis técnicos em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| <b>Escolaridade dos Donos ou Responsáveis Técnicos</b> | <b>Frequência</b> | <b>%</b> |
|--------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| Analfabeto                                             | 1                 | 10,0     |
| Ensino Fundamental                                     | 1                 | 10,0     |
| Ensino Médio                                           | 8                 | 80,0     |
| Total                                                  | 10                | 100,0    |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016.

Quanto a média da idade x escolaridade obtivemos pela aplicação do método estatístico ANOVA um p-value = 0,00000; valor significativo estatisticamente ( $p < 0,05$ ), o que nos permite afirmar que existe uma diferença significativa entre as médias das idades e do nível escolar e que o entrevistado mais velho é também o que possui o menor nível de escolaridade, fato que evidencia um dos aspectos da vulnerabilidade social no município de São Luís e corrobora com os estudos de Tórtora e seus colaboradores (2005) quanto a contaminação das mãos em diferentes atividades profissionais, pois ocorre mais em profissionais que não são da área da saúde e com baixo nível escolar.

A qualidade higienicos sanitária é fator de segurança alimentar e tem sido amplamente estudada e discutida. Para que se tenha esta qualidade e segurança alimentar a capacitação técnica dos donos ou responsáveis técnicos pelos estabelecimentos de alimentação é imprescindível, pois os demais manipuladores de alimentos poderão ser treinados para que de forma efetiva possam fornecer alimentos seguros e saudáveis à comunidade, além de obedecerem às Resoluções RDC nº 275/02 e RDC 216/04, que diz respeito ao regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos e ao o regulamento técnico de boas práticas para serviço de alimentação,

respectivamente. Podemos verificar o número de estabelecimentos de alimentação com donos ou responsáveis técnicos devidamente capacitados na Tabela 03 abaixo.

Tabela 03 - Frequência da capacitação técnica dos donos ou responsáveis técnicos em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| Capacitação técnica dos Donos ou Responsáveis Técnicos | Frequência | %     |
|--------------------------------------------------------|------------|-------|
| Não possui capacitação técnica                         | 5          | 50,0  |
| Possui capacitação técnica                             | 5          | 50,0  |
| Total                                                  | 10         | 100,0 |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016

Apenas 50 % (5) dos donos ou responsáveis técnicos dos estabelecimentos de alimentação possuem capacitação técnica, isto é, estão devidamente habilitados para trabalhar na manipulação dos alimentos e respeitam as normas da RDC 216/04; os demais não possuem capacitação técnica.

Outro aspecto observado nos estabelecimentos de alimentação foi a renda diária arrecadada, pois sofre oscilação, é obtida de acordo com o número de refeições fornecidas e causa influência na qualidade do serviço. Destacamos o fato de apenas 1 estabelecimento de alimentação fornecer mais de 100 refeições diárias nesta localidade, o que faz com que sua movimentação orçamentária seja maior em relação aos demais estabelecimentos e que pode ajudar na melhoria do estabelecimento físico-estrutural e na segurança alimentar propriamente dita. Podemos verificar o número de refeições fornecidas pelos estabelecimentos de alimentação na Tabela 04.

Tabela 04 - Frequência do número de estabelecimentos que fornecem mais de 100 refeições diariamente em dez serviços de alimentação, no período de março a agosto de 2016, na cidade de São Luís, Maranhão.

| Estabelecimentos que fornecem mais de 100 refeições diariamente | Frequência | %     |
|-----------------------------------------------------------------|------------|-------|
| Sim                                                             | 1          | 10,0  |
| Não                                                             | 9          | 90,0  |
| Total                                                           | 10         | 100,0 |

Fonte: Pesquisa do Autor, 2016

No Brasil, assim como no estado do Maranhão e no município de São Luís, o saneamento básico se encontra com serviços insuficientes e com grande desigualdade de distribuição. O saneamento básico é uma ação composta pelo abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, limpeza urbana e tratamento do lixo. Ratificamos esta conjectura, conforme dados de Stevanim (2016), com a origem deste problema sendo mais comum em locais com saneamento básico deficiente e que ocorre em áreas mais pobres e afastadas.

A educação e a oferta do trabalho também são reflexos de serviços insuficientes nestes locais. Podemos constatar a condição de vulnerabilidade social no Brasil e em São Luís – MA a partir das dimensões infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho na Tabela 05.

Tabela 05 – Índice de Vulnerabilidade Social no Brasil e na cidade de São Luís, Maranhão, segundo o Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros (2010).

|                  | <b>COD<br/>IBGE</b> | <b>IVS<br/>(2010)</b> | <b>IVS<br/>Infraestrutura<br/>Urbana (2010)</b> | <b>IVS<br/>Capital Humano<br/>(2010)</b> | <b>IVS<br/>Renda e Trabalho<br/>(2010)</b> |
|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Brasil           | --                  | 0,326                 | 0,295                                           | 0,362                                    | 0,32                                       |
| São Luís<br>(MA) | 211130              | 0,372                 | 0,498                                           | 0,291                                    | 0,327                                      |

Fonte: IPEA, 2015.

O Índice de Vulnerabilidade Social - IVS (2010) do Brasil foi menor comparado ao do município São Luís – MA, e juntamente com ele o IVS de infraestrutura urbana e o IVS renda e trabalho; apenas o IVS capital humano do Brasil foi maior que o de São Luís – MA. O IVS corresponde aos 16 indicadores que o geram nestas 3 dimensões: o IVS de infraestrutura urbana diz respeito à mobilidade e saneamento básico, além de disponibilidade de serviços/ambientes, está associado ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM no que se refere a longevidade.

O IVS capital humano diz respeito à trajetória educacional das famílias e ao capital familiar, além de aspectos sociais diversos de exclusão social, relaciona-se com a educação no IDHM. O IVS renda e trabalho diz respeito à inserção precária no mercado de trabalho; insuficiência de renda (trabalho informal, trabalho infantil e/ou desocupação) e renda per capita, ambos correspondem à dimensão renda no IDHM, segundo pesquisadores do IPEA (2015).

O IVS de infraestrutura urbana em São Luís – MA é considerado de alta vulnerabilidade social; o IVS capital humano de São Luís – MA é considerado de baixa vulnerabilidade social e o IVS renda e trabalho é de média vulnerabilidade social. Estes dados devem ser observados juntamente com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal –IDHM, visto que possibilita observar o espaço territorial em que estamos inseridos, formular políticas públicas e exige do poder público o acesso da população aos direitos sociais básicos.

Para o município de São Luís em 2010 o IDHM foi de 0,768 - considerado alto desenvolvimento. De modo geral, as três dimensões do IVS apresentaram redução, mas no Nordeste, principalmente nos estados do Maranhão, de Alagoas, Pernambuco e alguns locais do território baiano continuam com alta vulnerabilidade social (IPEA, 2015). Veja este índice no Brasil, São Luís – MA e na Região Metropolitana (RM) da Grande São Luís, todos considerados de média vulnerabilidade social, na Tabela 06.

Tabela 06 - Índice de Vulnerabilidade Social - Renda e Trabalho no Brasil e na cidade de São Luís, Maranhão, segundo o Atlas de Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros (2010).

| <b>Lugar</b>       | <b>COD IBGE</b> | <b>IVS Renda e Trabalho (2010)</b> |
|--------------------|-----------------|------------------------------------|
| Brasil             | --              | 0,32                               |
| São Luís (MA)      | 211130          | 0,327                              |
| RM Grande São Luís | --              | 0,342                              |

Fonte: IPEA, 2015.

O IVS reflete o binômio produção/ consumo, pois esta relação gera degradação ambiental sobre os recursos naturais (matéria-prima, água, energia, etc.), perda da qualidade de vida por condições inadequadas de moradia e/ou trabalho, poluição em geral e desequilíbrio em todos os mecanismos que sustentam a vida na terra, tendo-se a produção industrial como progresso técnico- científico e importância na relação da sociedade com o ambiente, segundo Dias (2000) apud Pitton (2009).

Nesta perspectiva, deu-se o estudo qualitativo da percepção dos donos ou responsáveis técnicos dos estabelecimentos de alimentação sobre suas condições de trabalho e vulnerabilidade social.

### 3.1 ESTUDO DOS ASPECTOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DA FALA DOS ENTREVISTADOS

Descrição da fala dos 10 entrevistados (100 %) sobre suas condições de trabalho e vulnerabilidade social: 9 (90 %) entrevistados relataram que sua condição de trabalho é boa e 1 (10 %) relatou que é regular. Abaixo algumas destas falas:

Entrevistado 1, disse: “Considero boa, pois apesar dos obstáculos consegue trabalhar. Para melhorar faltasaneamento básico por parte das autoridades”.

Entrevistado 2, relatou: “Considero regular. Não acha melhor devido à concorrência”.

Entrevistado 5 e entrevistado 7, relataram: “Considero boa, pois o fornecimento de água, energia e o recolhimento do lixo são regulares e falta melhoria na estrutura do estabelecimento”.

Entrevistado 10, disse: “Considero boa, porque é sua única fonte de renda no momento”.

### 4. CONCLUSÕES QUANTITATIVAS DA ANÁLISE DO CONTEÚDO (LAURENCE BARDIN, 1977)

Elencou-se as palavras que se repetem e que melhor caracterizam a situação abordada pela pesquisadora: 4 entrevistados mencionaram a melhoria na estrutura do estabelecimento; 3 entrevistados mencionaram o fornecimento de água, luz e recolhimento de lixo regulares; 1 entrevistado mencionou a falta de saneamento básico; 1 entrevistado mencionou o fato de não pagar aluguel; 1 entrevistado mencionou divisão das responsabilidades; 1 entrevistado mencionou o fato ser sua única fonte de renda, 1 entrevistado mencionou a concorrência do setor dos gêneros alimentícios.

Elencou-se a mensagem destacada no fragmento do discurso que melhor retrata a situação estudada, após análise e interpretação no contexto da pesquisa: A maioria dos entrevistados (7) atribuíram valor ao saneamento básico e/ ou melhoria na estrutura física do estabelecimento – elementos que interferem diretamente na qualidade do serviço oferecido à população e na segurança à saúde, portanto a percepção foi correta em 70 % dos entrevistados; Apenas 2 entrevistados atribuíram valor à renda e 1 entrevistado enfatizou a concorrência – elementos que interferem diretamente e indiretamente, respectivamente, na qualidade do serviço; contatando-se, assim, uma percepção parcialmente correta em 20 % dos entrevistados, pois a

renda interfere na qualidade e segurança alimentar e percepção incorreta em 10% dos entrevistados, visto que a concorrência deveria ser um fator de estímulo para a sua melhoria.

Os entrevistados observam sua realidade a partir de suas perspectivas individuais, apesar da maioria ter consciência de fatores abrangentes e influenciáveis na condição de seu trabalho no tocante da percepção ambiental e que a vulnerabilidade social a que estão sujeitos os proporciona estas condições.

## **5. CONCLUSÕES**

A urbanização e a globalização são apontadas como mudanças efetivas no estilo de vida da sociedade atual, visto que houve um aumento do consumo de alimentos em locais públicos por conta de a população estar trabalhando longe de suas residências e conseqüentemente, do aumento da transmissão de doenças por alimentos que interfere no desenvolvimento socioeconômico e sobrecarrega o sistema público de saúde.

Sendo a higiene e a fiscalização dos alimentos considerados um setor fundamental da saúde pública, pois atinge vários setores e populações da sociedade e são decorrentes da perspectiva ampliada de saúde e da necessidade de atendimento às demandas sociais para a construção de novas políticas de segurança alimentar a partir do processo de higiene alimentar em estabelecimentos de alimentação que mais se enquadram no eixo renda e trabalho na dimensão que pode ser retratada no contexto da Vulnerabilidade Social, visto que a segurança alimentar e a boa nutrição são considerados determinantes para garantia da saúde e a corresponsabilidade dos cidadãos é de suma importância, e ela evolui com a melhoria da educação e da renda.

## REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL. **Environment matters**. Resumenanual. Washington D. C., jun. 2003/ jul. 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, 1977.

BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1, p. 18.055, 20 set. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1990a; 12 set/1990.

BRASIL. Resolução RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 out. 2003.

. Resolução RDC 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas para serviço de alimentação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 2004.

. Ministério da Saúde (MS). **PORTARIA n. 2.914** de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de qualidade.

COSTA, C.; PASQUAL, M. Participação e políticas públicas na segurança alimentar e nutricional no Brasil. Participação popular nas políticas públicas, p. 97, 2006. In ALBUQUERQUE, Maria do Carmo, (Org.) **Participação popular em políticas públicas: espaço de construção da democracia brasileira**. – São Paulo: Instituto Pólis, 2006. 124p.

FIGUEIREDO, R. P.; RIBEIRO, M. C. S. Avaliação das condições higienicossanitárias de cantinas de escolas particulares da cidade de São Luís, MA. **Higiene Alimentar**, v. 27, n. 226/227, p. 60-64, 2013.

**FUNDAÇÃO SEADE**. Espaços e Dimensões da Pobreza nos Municípios de São Paulo, 2006. Disponível em:<<http://www.sead.gov.br/produtos/ipvs/analises/subprefeitura/butanta.pdf>>. Acesso em: 29 nov 2015.

FREITAS, C. M; PORTO, M. F. S. Saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Rev. Ciênc. e Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, 10, 2005.

GERMANO, M. I. S.; GERMANO, P. M. L. **Higiene e vigilância sanitária dos alimentos**. 7. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2014.



HOLLADER, A. E. M; STAATSEN, B. A. M. Health, environment and quality of life: an epidemiological perspective on urban development. In: **Landscape and Urban Planning**. 65. 2003. p. 53-62.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **52 milhões de brasileiros estão em situação de insegurança alimentar**. IBGE, PNAD – 2013. Publicação em: 19 dez 2014. Disponível em: <<http://tvbrasil.ebc.com.br/reportermaranhao/episodio/52-milhoes-brasileiros-estao-em-situacao-de-inseguranca-alimentar>>. Acesso em: 12 mai 2016.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros**. Brasília, 2015. Disponível em: [ivs.ipea.gov.br/ivs/pt/consulta/](http://ivs.ipea.gov.br/ivs/pt/consulta/) Acesso em: 30 ago 2016.

LIMA, M. A. D. S. **Análise de conteúdo**: estudo e aplicação. Rev. Logos, 1993 (1): 53-58.

LOPES, M.V. O.; LIMA, J. R. C. Análise de dados epidemiológicos. In: **Epidemiologia e Saúde**.

ROUQUARIOL, M. Z.; GURGEL, M. (Organizadores). 7 ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2013.

OMS, **Prevention of Foodborne Disease: The five keys to safer foods**, 2006. Disponível em: <[http://www.who.int/foodsafety/foodborne\\_disease/en/](http://www.who.int/foodsafety/foodborne_disease/en/)>. Acesso em: 29 out 2013.

OTENIO, M. H. et al. Saneamento básico, qualidade da água e levantamento de enteroparasitas relacionadas ao perfil sócio-econômico ambiental de escolares de uma área rural do Município de Bandeirantes. **Rev. Salusvita** Bandeirantes, v. 26, n. 2, p. 75-85, 2007.

PANETTA, J. C. O manipulador: fator de segurança e qualidade dos alimentos. **Rev. Higiene Alimentar**, v. 12, n. 5, p. 8-12, 1998.

PIOVESAN, F. **Direitos humanos e o direito constitucional internacional**, 14. ed., rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2013.

PITTON, S. E. C. Prejuízos ambientais do consumo sob a perspectiva geográfica. In CORTEZ, A. T. C., and ORTIGOZA, S. A. G., Orgs. **Da produção ao consumo**: impactos socioambientais no espaço urbano (online). São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 146 p.

**PLANO MUNICIPAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL – PLAMSAN 2014- 2017**. Câmara intersetorial de segurança alimentar em São Luís – CAISAN/ MUNICIPAL; SECRETARIA MUNICIPAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR - SEMSA. Francisca de Fatima Ribeiro (Org.). São Luís: 2014.

RESOLUÇÃO – RDC Nº 217, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2001. **AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA**. Publicada no DOU em 16/12/2001. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/Res.Anvisa217-01.pdf>>. Acesso em: 23 ago 2014.

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Serviços de Alimentação**. 7 ed, São Paulo: Varela, 2014.

STEVANIM, L. F. Água de beber. **Radis Comunicação e Saúde**. n. 168. p. 27-29, 2016.  
TÓRTORA, J. C. O.; MARTINS, P. R.; COSTA, C. R. M. Contaminação microbiana nas mãos de pessoas com diferentes atividades profissionais. **JEM**, v. 88, n. 6, p. 10-15, 2005.

VALENTE, F. L. S. **O direito humano à alimentação**: desafios e conquistas. São Paulo: Cortez Editora, 2002.

**VILA ESPERANÇA**. Disponível em: <<http://www.wikimapia.org/20077042/pt/Vila-Esperanca>>. Acesso em: 17 jul 2015.

# CAPÍTULO 07

## ESTADO NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO CULTIVADOS EM ARGISSOLO DO NOROESTE PAULISTA.

### **Kézia Canuto Araújo da Silva**

Graduada em Agronomia pela Universidade UNIRP - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE RIO PRETO.

Instituição: Universidade UNIRP.

Endereço: R. Ivete Gabriel Atique, 45, Vila Maria - São José do Rio Preto/SP, Brasil.

CEP: 15025-400.

E-mail: keziacanutoeng@gmail.com

### **Débora Marin Theotonio**

Graduada em Agronomia pela Universidade UNIRP - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE RIO PRETO.

Instituição: Universidade UNIRP

Endereço: R. Ivete Gabriel Atique, 45, Vila Maria - São José do Rio Preto/SP, Brasil.

CEP: 15025-400.

E-mail: deh\_theotonio@hotmail.com

### **Natália Tavares de Sousa**

Graduada em Agronomia pela Universidade UNIRP - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE RIO PRETO.

Instituição: Universidade UNIRP.

Endereço: R. Ivete Gabriel Atique, 45, Vila Maria - São José do Rio Preto/SP, Brasil.

CEP: 15025-400.

E-mail: nattydesousa@hotmail.com

### **Núbia Fernanda Rodrigues Joia**

Graduada em Agronomia pela Universidade UNIRP - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE RIO PRETO.

Instituição: Universidade UNIRP.

Endereço: R. Ivete Gabriel Atique, 45, Vila Maria - São José do Rio Preto/SP, Brasil.

CEP: 15025-400.

E-mail: nubiajoia\_2012@hotmail.com

### **Mário de Cezáre**

Graduado em Agronomia pela Universidade UNIRP - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE RIO PRETO.

Instituição: Universidade UNIRP.

Endereço: R. Ivete Gabriel Atique, 45, Vila Maria - São José do Rio Preto/SP, Brasil.

CEP: 15025-400.

E-mail: mariodecezare@hotmail.com

### **Ana Lúdia Tonani Tolfo**

Doutora em Agronomia pela Universidade UNESP.

Instituição: Universidade UNIRP.

Endereço: R. Ivete Gabriel Atique, 45, Vila Maria - São José do Rio Preto/SP, Brasil.  
CEP: 15025-400.  
E-mail: analidiatt@gmail.com

**RESUMO:** O sorgo granífero se constitui em um substituto ao milho, por se desenvolver mais em condições com limitações hídricas, ter características nutricionais semelhantes, e ter custo de produção menor em relação ao milho. O objetivo desse trabalho foi avaliar o estado nutricional de dez híbridos de sorgo semeados em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa na região do Noroeste Paulista. O experimento foi conduzido na Área Experimental do Curso de Agronomia, do Centro Universitário de Rio Preto, em São José do Rio Preto, SP. Os tratamentos consistiram de dez híbridos de sorgo granífero, semeados seguindo delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Por ocasião do florescimento, com cerca de 50 % das panículas das plantas emitidas, foram coletadas folhas 4+ das plantas em cada parcela, as quais foram submetidas às análises químicas para avaliação da diagnose nutricional dos elementos macronutrientes e micronutrientes. Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e considerou-se o nível de 5 % de significância para a comparação das médias, de acordo com o teste de Tukey. Os híbridos testados apresentaram diferenças quanto aos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, cobre e zinco. Apesar das diferenças constatadas, os nutrientes avaliados permanecem dentro da faixa de suficiência dos teores dos nutrientes na cultura do sorgo. Exceção feita ao enxofre, em que um dos materiais (GSX001) demonstra deficiência do nutriente nessas condições de solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nutrição mineral; Materiais genéticos; Diagnose foliar.

**ABSTRACT:** Grain Sorghum has been a substitute of corn, better develop in conditions with water limitations, it has similar nutritional characteristics and lower production cost compared to corn. This study aimed to evaluate the nutritional state of ten sorghum hybrids sowed in Red-Yellow Acrisol with sandy texture in Northwest Paulista Region. The experiment was conducted in the city of São José do Rio Preto at the UNIRP experimental area of the Agronomy course. The treatments consisted of ten Grain Sorghum hybrids, it was sowed a randomized block design with three repetitions. By the occasion of the bloomed with 50 % of the panicle of plants emitted and 4+ leaves of the plants were collected in each plot. In the laboratory it was submitted to chemical analysis for evaluation nutritional diagnosis of macronutrient and micronutrient elements. The data were submitted to analysis of variance (Test F) and the significance level of 5 % was considered for comparison of the average, as Turkey test. The genetic materials tested showed differences between nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, sulphur, copper and zinc. Despite the differences found, the evaluated nutrients remain within the sufficiency range of nutrient contents in Sorghum culture. Sulphur exception, wherein one of the materials (GSX001) showed nutrient deficiency under these soil conditions.

**KEYWORDS:** Mineral nutrition; Genetic materials; Leaf diagnosis.

## 1. INTRODUÇÃO

O sorgo, *Sorghum bicolor* [L.] Moench, provavelmente, é nativo da África tendo sua introdução nas Américas feita mais recentemente. Nesse contexto, o sorgo é uma cultura que vem ganhando importância no Brasil para a produção de grãos e é considerada uma ótima alternativa em substituição ao milho (Barbosa & Silva 2002).

Ao contrário do que muitos pensam, a característica de rusticidade do sorgo não significa que a planta não precise de nutrientes ou de água, ele apresenta grande exigência nutricional, sobretudo, quando se busca alta produtividade, no entanto, o sorgo apresenta grande habilidade em se desenvolver em condições menos favoráveis de disponibilidade hídrica e nutricional dos solos.

Para uma boa produção de grãos, se faz necessária atenção a componentes essenciais para a cultura, como fertilidade adequada do solo, combinada com manejo de nutrição e adubação. A disponibilidade de nutrientes deve estar sincronizada com a necessidade da cultura.

Segundo Franco (2011), as necessidades nutricionais do sorgo, assim como de qualquer cultura, são determinadas pelas quantidades totais de nutrientes absorvidos. O conhecimento dessas quantidades permite estimar as taxas que serão exportadas por meio da colheita e as que poderão ser restituídas ao solo por meio dos restos culturais. Dessa forma, um programa racional de adubação deve envolver principalmente o requerimento nutricional, de acordo com a finalidade de exploração: grãos ou forragem. Os padrões de absorção e o acúmulo de nutrientes, principalmente N e K. Dependendo dos materiais genéticos utilizados, as habilidades em absorver os nutrientes podem ser diferentes, possibilitando o conhecimento de materiais mais indicados para condições menos favoráveis de fertilidade do solo.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional de dez híbridos de sorgo granífero semeados em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa após correção, situado no Noroeste Paulista.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de São José do Rio Preto-SP, em área de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico com textura arenosa. Anteriormente à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade, que revelaram: 4,6 de pH (CaCl<sub>2</sub>) teores de 14,2 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica, 5 mg dm<sup>-3</sup> de P(resina); em mmolc dm<sup>-3</sup>, 2,5 de K<sup>+</sup>; 0,6 de Al<sup>3+</sup>; 8 Ca<sup>2+</sup>; 4

de Mg; 26 de H+Al, 41 de CTC e 35% de saturação por bases (V), em mg dm<sup>-3</sup>, 1 de S; 0,09 de B; 0,7 de Cu; 59 de Fe; 20,5 de Mn; 0,9 de Zinco; 850 g kg<sup>-1</sup> de areia; 77 gkg<sup>-1</sup> de silte e 73 gkg<sup>-1</sup> de argila (textura arenosa).

Dois meses antes da instalação do experimento, a área recebeu calagem com calcário dolomítico para elevação da saturação por bases do solo a 70 %, o que correspondeu a uma dose de 1,25 Mg ha<sup>-1</sup> de corretivo com PRNT de 90 %. O calcário foi incorporado a 20 cm de profundidade com operações de aração e gradagem.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com dez híbridos de sorgo (1G244, DKB551, 4DKB550, GSX005, AG1090, 1G100, BRS330, GSX001, GSX060, 50a50, BRS332), em três repetições, totalizando trinta parcelas. As parcelas foram compostas por quatro linhas de sorgo, com cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,65 m, (2,5x5 metros), totalizando 113 m<sup>2</sup>. Uma linha da extremidade de cada parcela foi considerada bordadura, sendo a parcela útil composta por duas linhas centrais de quatro metros.

O experimento foi implantado no dia 30/03/2015, com a semeadura de todos os híbridos de sorgo, com aplicação de 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação N-P2O5-K2O (08-28-16). A adubação de cobertura ocorreu após 30 dias da emergência das plântulas, com a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 20-00-20.

Aos 56 dias após a semeadura, quando 50 % das plantas apresentavam panículas emitidas, foi realizada a coleta da folha 4+ em dez plantas por parcela, estas com panícula emitida (Figura 01). Cortou-se o terço mediano da folha 4+, com bainha totalmente visível, de acordo com a metodologia proposta por Cantarella et al, (1997).

As amostras foram submetidas às análises químicas em laboratório, para diagnose nutricional. Nas amostras, foram determinados: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), em g/Kg, e Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), em mg kg<sup>-1</sup>, de acordo com metodologia de Bataglia et al, (1983).

Figura 01: Sorgo com mais de 50 % das panículas emitidas (A); ponto de coleta das amostras (B); terço mediano da folha 4+ (C).



Fonte: Os autores.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), utilizando-se o programa SISVAR, versão 4.6 (Ferreira, 2003). Quando o resultado do teste F foi significativo a 5 % de probabilidade, as médias dos híbridos foram comparadas por meio do teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os resultados da síntese de análise de variância da diagnose foliar. Nota-se que o tipo de material genético apresentou diferenças nos teores dos nutrientes na folha diagnóstico das plantas de sorgo para N, P, K, Mg, S, Cu e Zn. Corroborando esses resultados, Píperas et al. (2009) também observaram diferenças na composição mineral das folhas, influenciadas pelas variedades de cana-de-açúcar estudadas, para macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes



(B, Cu, Fe, Mn e Zn). Prezotti & Bragança (2013), também observaram diferenças nos teores de N, P e K para os diferentes materiais genéticos de café estudados.

De acordo com Novais et al. (1990), diferenças nutricionais entre híbridos, normalmente, são atribuídas ou a diferentes capacidades de absorção dos nutrientes ou a diferentes taxas de utilização dos nutrientes disponíveis. No presente trabalho, foi possível constatar que o híbrido GSX001 apresentou os maiores teores para a maioria dos nutrientes, enquanto o híbrido IG244 apresentou os menores teores. Esses resultados sugerem que o híbrido GSX001 apresenta bons mecanismos de absorção de N, P, Cu e Zn, e, em menor grau, para os demais nutrientes.

O S apresentou diferenças significativas entre os híbridos GSX001 e GSX060, ficando, no último material, fora da faixa de suficiência exigida para o suprimento da cultura, ocasionando deficiência nas plantas. O solo em questão apresentava baixos teores de S antes da instalação do experimento, indicando que o híbrido GSX001 apresenta habilidade em absorver S adequadamente mesmo em condições limitantes desse nutriente. Os híbridos 1G244, GSX005, BRS330, BRS332 e 50a50 também apresentam deficiência de S. Os demais nutrientes avaliados estão dentro da faixa de suficiência exigida pela cultura do sorgo.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os híbridos testados apresentaram diferenças quanto aos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, cobre e zinco. Apesar das diferenças constatadas, os nutrientes avaliados permanecem dentro da faixa de suficiência dos teores dos nutrientes na cultura do sorgo.

Exceção feita ao enxofre, em que um dos materiais (GSX001) demonstra deficiência do nutriente nessas condições de solo.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Ceres Sementes do Brasil pela concessão dos materiais genéticos. Ao laboratório Ciência em Solo, responsável pela análise foliar.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. P. R.; SILVA, P. S. L. Avaliação dos rendimentos de grãos e forragem de cultivares de sorgo forrageiro. *Caatinga*, 15: 7-12, 2002.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: IAC, 1997. p.45-47 (Boletim Técnico, 100).

EMBRAPA, Cultivo de Sorgo. Disponível em:  
<[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_6\\_ed/adubacao.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/adubacao.htm)>. Acesso em 09 Jun. 2015.

FERREIRA, D. F. Programa SISVAR: sistema de análise de variância: versão 4,6 (Build 6,0). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FRANCO, A. A. N. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, 2011.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). Relação solo-eucalipto. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.

PÍPERAS, G. V.; CRESTES, J. E., ECHER, F. R. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar. *Rev. Ceres*, 56: 818-825, 2009.

PREZOTTI, C. L; BRAGANÇA, S. M. Acúmulo de massa seca, N, P e K em diferentes materiais genéticos de café conilon. *Coffee Science*, 8: 284-294, 2013.

Tabela 01: Variações nos teores de macro e micronutrientes em híbridos de sorgo.

|          | N       | P      | K        | Ca                | Mg     | S      | B                           | Cu              | Fe              | Mn              | Zn    |
|----------|---------|--------|----------|-------------------|--------|--------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| Híbridos |         | g/kg   |          |                   |        |        |                             | mg/kg           |                 |                 |       |
| 1G244    | 24,4 b  | 2,3 b  | 18,1 abc | 2,3 a             | 2,5 ab | 1,3 ab | 3 a                         | 11 b            | 120 a           | 49 a            | 20 b  |
| 1G100    | 31,0 ab | 2,4 b  | 17,4 abc | 2,9 a             | 3,3 ab | 1,5 ab | 2 a                         | 11 b            | 134 a           | 45 a            | 19 b  |
| DKB551   | 26,0 ab | 3,0 ab | 17,0 abc | 2,0 a             | 2,0 b  | 2,0 ab | 3 a                         | 10 b            | 95 a            | 34 a            | 21 b  |
| DKB550   | 28,6 ab | 2,7 ab | 16,5 bc  | 1,6 a             | 2,3 ab | 1,5 ab | 3 a                         | 10 b            | 95 a            | 34 a            | 21 b  |
| GSX005   | 29,4 ab | 2,7 ab | 17,1 abc | 2,1 a             | 2,4 ab | 1,2 ab | 4 a                         | 13 b            | 138 a           | 40 a            | 24 b  |
| GSX001   | 32,4 ab | 3,8 a  | 18,0 abc | 2,5 a             | 2,7 ab | 2,7 a  | 5 a                         | 19 a            | 386 a           | 47 a            | 32 a  |
| GSX060   | 32,4 ab | 3,0 ab | 17,5 abc | 1,8 a             | 2,2 ab | 1,1 b  | 3 a                         | 13 b            | 155 a           | 44 a            | 26 ab |
| BRS330   | 31,8 ab | 2,6 ab | 15,6 c   | 2,4 a             | 3,1 ab | 1,2 ab | 3 a                         | 13 b            | 156 a           | 58 a            | 28 b  |
| BRS332   | 32,8 a  | 2,7 ab | 15,2 c   | 2,3 a             | 2,6 ab | 1,2 ab | 4 a                         | 12 b            | 144 a           | 50 a            | 24 b  |
| 50a50    | 32,6 ab | 2,9 ab | 19,2 bc  | 3,0 a             | 3,5 a  | 1,2 ab | 3 a                         | 11 b            | 127 a           | 57 a            | 21 b  |
| AG1090   | 30,5 ab | 2,9 ab | 20,2 a   | 2,0 a             | 2,8 ab | 2,0 ab | 3 a                         | 9 b             | 119 a           | 49 a            | 22 b  |
| F        | 2,6*    | 2,7*   | 5,5*     | 2,2 <sub>NS</sub> | 3,3*   | 3,0*   | 2 <sub>S</sub> <sup>N</sup> | 10 <sub>*</sub> | 2 <sub>NS</sub> | 1 <sub>NS</sub> | 8**   |
| CV (%)   | 9,1     | 15,1   | 6,0      | 20,0              | 14,7   | 32,0   | 38,8                        | 12              | 61              | 28              | 9     |
| F.S.     | 25-35   | 2-4    | 14-25    | 2,5-6             | 1,5-5  | 1,5-3  | 4-20                        | 5-20            | 65-100          | 10-190          | 15-50 |

\* e \*\* significativo a 5 % e a 1 % de probabilidade pelo teste F.

F – Teste de Tukey de comparação de médias; CV – Coeficiente de variação experimental. F.S. – Faixa de suficiência.

N-Nitrogênio; P-Fósforo; K-Potássio; Ca-Calcio; Mg-Magnêsio; S-Enxofre; B-Boro; Cu-Cobre; Fe-Ferro; Mn-Manganês; Zn-Zinco.

Fonte: Os autores.

# CAPÍTULO 08

PRODUÇÃO E MERCADO DE SUÍNOS COM ATRIBUTOS DE QUALIDADE DIFERENCIADA - CRIAÇÃO DE CADEIAS DE VALOR.

## **Luiz Carlos Demattê Filho**

Diretor da Korin Agricultura e Meio Ambiente.

Doutor em Ciências pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Endereço: Estrada Municipal de Camaquã, Km 82, Ipeúna – SP, Brasil.

E-mail: luiz.dematte@korinagricultura.com.br

## **Dayana Cristina de Oliveira Pereira**

Coordenadora de pesquisa da Korin Agricultura e Meio Ambiente Mestre em Ciências pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Endereço: Estrada Municipal de Camaquã, Km 82, Ipeúna – SP, Brasil.

E-mail: dayana.pereira@korinagricultura.com.br

## **Gustavo do Valle Pereira**

Zootecnista.

Formado pela Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (Unesp).

Endereço: Estrada Municipal de Camaquã, Km 82, Ipeúna – SP, Brasil.

E-mail: gustavo.valle@korinagricultura.com.br

**RESUMO:** A suinocultura vem progredindo de maneira notável promovendo o fortalecimento de diferentes seguimentos da cadeia produtiva. Em países desenvolvidos a suinocultura orgânica vêm ganhando cada vez mais espaço, impulsionada por uma demanda do mercado consumidor que busca por produtos com atributos de qualidade diferenciada. No Brasil estas iniciativas de diferenciação ainda são incipientes principalmente no que se refere à suinocultura orgânica. É importante informar, porém que esta cadeia produtiva vem se adequando ao processo de diferenciação, sobretudo no que se refere a implementação de práticas de manejo respaldadas nas normas de bem-estar animal, sendo o “Sistema de produção de suíno em família” um exemplo a ser citado. Com a evolução da ideia de implementação de modelos de produção diferenciados, respaldados em ideias de sustentabilidade, bem-estar animal e preservação ambiental, o espaço rural passa a ser considerado um patrimônio complexo que se deve gerir afim de preservar o conjunto de relações sociais que dão origem e expressam as identidades e propósitos compartilhados por múltiplos atores. Sob esta ótica, emerge a valorização do imaterial, ou seja, o patrimônio intangível associado aos saberes, à tradição, à cultura e, em alguns casos, à imagem do território. O surgimento de novas referências de qualidade favoreceu o desenvolvimento de soluções inovadoras, tais como as certificações de conformidade as quais permite o reconhecimento de práticas mais zelosas com o meio-ambiente, com os animais de produção, com a saúde do consumidor ou com a população rural. Ao mesmo tempo, os selos de certificação ampliam a exigência de capacitação

técnica, operacional e conceitual dos produtores, tornando-os agentes mais capazes e esclarecidos para trabalhar e incrementar a segurança dos métodos, alimentam assim a confiança dos consumidores sobre os produtos que adquirem. A associação das dimensões expostas neste artigo, contribuem para a construção de cadeias de valor as quais sendo bem geridas, podem representar uma inovação importante na produção alimentar futura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento territorial, Sistema agroalimentar, Sustentabilidade

**ABSTRACT:** The remarkable expansion of the pig farming industry has promoted the consolidation of the different segments of the production chain. In developed countries, organic pig farming has gained more ground as driven by a demand by the consumer market, which seeks products with distinctive quality attributes. In Brazil, these differentiation initiatives are still incipient, especially in terms of organic pig farming. It should, however, be stressed, that this production chain has been adapting to the differentiation process, mainly with respect to the implementation of management practices grounded in animal welfare standards. In this context, the “Family swine production system” is a noteworthy example. The evolution of the idea of implementing differentiated production models based on concepts of sustainability, animal welfare and environmental preservation has led the rural space to be considered a complex heritage that should be managed in order to preserve the set of social relations which originate and express the identities and goals shared by multiple actors. From this perspective emerges the appreciation of the immaterial, i.e., the intangible heritage associated with the knowledge, tradition, culture and, in some cases, the image of the territory. The emergence of new quality references has favored the development of innovative solutions such as compliance certifications, which allow the recognition of practices of greater care with the environment, farm animals, consumer health, or the rural population. At the same time, certification seals increase the demand for the technical, operational and conceptual training of farmers, rendering them more capable and better instructed to work and increase the safety of methods and ultimately increasing consumers’ trust in the purchased products. The association of the dimensions described in this paper contributes to the construction of chains of value which, if well managed, may represent an important innovation in future food production.

**KEYWORDS:** Agri-food system; Sustainability; Territorial development.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 HISTÓRIA DA SUINOCULTURA

A carne suína é uma das mais antigas formas de alimentação, tendo o processo de domesticação ocorrido por volta de 5.000 anos A.C. Acredita-se que o suíno tenha sido domesticado tanto no Oriente quanto na China. A sua natureza adaptável e dieta onívora permitiram que os humanos primários os domesticassem muito antes que qualquer outro animal, como o gado. Estes eram mais frequentemente utilizados como alimento, mas também sua pele servia de abrigo, seus ossos de ferramentas e armas, e seus pelos de escovas (ABPA, 2018). De acordo com a mesma fonte os suínos chegaram ao continente americano na segunda viagem de Colombo, por volta de 1494.

No Brasil, os suínos foram introduzidos em 1532, por Martin Afonso de Souza que trouxe de Portugal as raças Alentejana, Transtagana, Galega, Bizarra, Beiroa e Macau. Essas posteriormente deram origem às chamadas raças nacionais como o Piau, Tatu, Canastra, Nilo, Caruncho e Pirapitinga (Globo Rural, 2014).

Em 1958, foi criada a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), importante marco no controle genealógico dos suínos visto que a partir deste momento houve importação de raças exóticas. Posteriormente, em 1970, foi introduzido o teste de progênie caracterizando assim o começo do melhoramento genético em território nacional (Globo Rural, 2014). O objetivo traçado neste período foi melhorar a produtividade e aumentar a produção de carne, já que a banha, principal produto das raças nativas, começava a perder espaço para os óleos vegetais. Neste momento cabe informar que o período de 1970 e 1980 houve a expansão da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no território Brasileiro (CAMARA, 2015).

Como resultado desta busca por eficiência produtiva a suinocultura vem, ainda hoje, progredindo de maneira notável promovendo o fortalecimento de diferentes seguimentos da cadeia produtiva tais como: a área de genética, nutrição, manejo, sanidade, construções e/ou instalações e equipamentos. Os suínos atuais possuem um eficiente ganho de peso a partir de uma determinada quantidade de alimento, sendo atualmente chamado de "suíno tipo carne" devido a evidente alteração na porcentagem de gordura corporal destes animais. De acordo com Roppa (2002) em função de todas as alterações ocorridas na suinocultura pode-se dizer que existe uma diferenciação entre "porco" e "suíno". Onde o "porco" seria o animal rústico criado sob métodos rudimentares, sem condições higiênico-sanitárias adequadas, a fim de

produzir carne e banha. Já o "suíno" seria o animal geneticamente melhorado, criado de modo tecnificado, com manejo nutricional e higiênico-sanitário adequados, para produzir carne de qualidade, segura e com teor reduzido de gordura, inclusive com níveis de colesterol comparados aos da carne bovina e de frango, sendo que alguns cortes apresentam até níveis inferiores.

Entretanto, embora haja esforços da indústria, da academia e de associações de criadores para que essa diferenciação penetre o pensamento dos consumidores, ainda há representações sociais negativas em relação a carne suína, conforme demonstra as pesquisas publicadas por MURATA et al. (2002), BEZERRA et al. (2007) e (SILVA, 2007).

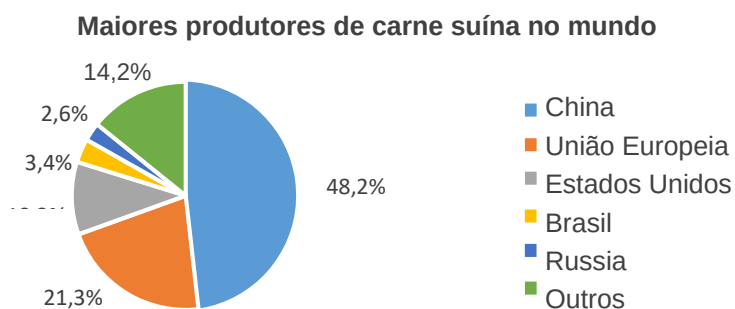
## 1.2 MERCADO DE SUÍNOS

Com o aumento da demanda mundial de carne, espécies com taxas de conversão alimentar eficientes e de crescimento rápido como os suínos representam uma parte importante no crescimento do setor pecuário, o qual é dependente de processos de intensificação e industrialização (ANUNCIATO, 2015). Dessa forma, as crescentes demandas nos centros urbanos são principalmente atendidas pela produção intensiva e industrial (ROBINSON; FRANCESCHINI; WINT, 2007).

Segundo a Associação Brasileira de Produção Animal (ABPA), a produção mundial de carne suína em 2016 foi da ordem de 109.884 mil toneladas, ficando à frente da carne de frango (88.718 mil toneladas). Os maiores produtores são a China (52.990 mil toneladas), a União Europeia, considerando 28 países (23.400 mil toneladas), e os Estados Unidos (11.319 mil toneladas). Juntos estes são responsáveis por aproximadamente 80 % da produção mundial, sendo que só a China produz 48 % do total mundial (ABPA, 2017). O Brasil é o 4º maior produtor (3.731 mil toneladas) ficando à frente da Rússia (2.870 mil toneladas) (ABPA, 2017).



Figura 01: Apresentação dos seis principais países produtores de carne suína.



Fonte: ABPA (2017).

A produção brasileira de carne suína vem crescendo a taxas altas desde o ano de 1997. Este crescimento está associado ao aumento do consumo interno, a ampliação das exportações e a mudança do perfil tecnológico na produção e comercialização do produto brasileiro (SIMON, 2004).

O consumo per capita brasileira no ano 2016 foi de 14,4 kg/habitante, no qual houve queda comparado aos anos de 2014 (14,7 Kg/habitante) e 2015 (15,1 Kg/habitante) (ABPA, 2017). Esse consumo é bem inferior se comparado a carne de frango (41,1 kg/habitante) e bovina (30,7 kg/habitante), o que demonstra um potencial de crescimento para o consumo de carne suína (ABPA, 2017; BeefPoint, 2017).

Segundo a FAO (2011) em pesquisa de projeção de consumo de alimentos para o ano de 2030, a tendência é que o consumo da carne suína cresça por causa do grande e rápido crescimento populacional, espera-se um aumento na demanda de 66 %. Contudo, Santos et al. (2013), destaca que a cadeia produtiva da suinocultura enfrenta grande disputa em torno dos grãos disponíveis no mercado global. Neste contexto Moura et al. (2004) destacou que as duas piores crises da suinocultura nacional ocorreram nos anos de 2002 e 2008, devido a uma redução na quantidade demandada e aumento no preço do milho o que elevou os custos de produção.

A suinocultura brasileira assume diferentes contornos quando se observa a escala de produção, o nível de adoção tecnológica e o arranjo produtivo entre o produtor e a empresa de processamento. O modelo produtivo, por exemplo, diferencia-se de acordo com a região do país. No Sul há predomínio de pequenos suinocultores integrados ou cooperados, especializados em determinada fase da produção, já a região sudeste é marcada por produtores independentes com produção de ciclo completo (ABCS, 2016). Em comum estes modelos produtivos utilizam em

sua maioria, práticas de manejo desenvolvidas para atender ao sistema de produção intensivo, tais como as gaiolas individuais para contenção dos animais e a utilização recorrente de medicamentos para controlar não só os problemas sanitários, mas também para promover melhorias nos índices de produtividade.

Tais práticas, no entanto, vêm sendo questionadas devido sobretudo a crescente conscientização dos consumidores acerca da qualidade dos alimentos, da isenção de substâncias questionáveis e também dos aspectos relacionados com a forma de criação dos animais. A constatação de que os animais de produção são seres sencientes, ou seja, são seres capazes de sentir sensações e sentimentos de forma consciente, tem modificado de maneira aguda a percepção dos consumidores sobre os produtos deles derivados.

Neste contexto algumas formas alternativas de produção vêm ganhando espaço em alguns países, sobretudo os mais desenvolvidos. O Comitê Dinamarquês de Carne Suína Orgânica aponta crescimento no ramo do suíno orgânico, o qual é impulsionado, principalmente, pelas controvérsias em torno do bem-estar animal em algumas fazendas convencionais (PorkWorld, 2015). No Brasil estas iniciativas de diferenciação ainda são incipientes principalmente no que se refere à suinocultura orgânica.

É importante informar, porém que esta cadeia produtiva vem se adequando ao processo de diferenciação, sendo este fomentado por empresas do setor alimentício que, atentas as demandas dos consumidores, estabeleceram metas para que seus colaboradores implementes práticas de manejo respaldadas nas normas de bem-estar animal. Outra importante iniciativa de desenvolvimento e diferenciação vem sendo desenvolvida pela Embrapa, em parceria com instituições já conhecidas pelos seus diferenciais produtivos. Tal iniciativa denominada de “Sistema de produção de suíno em família” consiste na produção de suínos, sem o uso preventivo de antimicrobianos, respeitando a sua estrutura familiar e a sociabilidade destes animais.

Em resumo, os exemplos bem-sucedidos em outras cadeias produtivas demonstram a viabilidade dos atuais sistemas alternativos de produção, os quais geralmente incorporam as questões relacionadas à sustentabilidade, a segurança alimentar, o bem-estar animal, ao desenvolvimento dos mercados locais para aquisição de insumos. Estes por fim colaboram para a melhoria da qualidade do produto destinado ao comércio global (FAO, 2011).

### 1.3 PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA CARNE SUÍNA – UMA VISÃO DO CONSUMIDOR

Pesquisas em diferentes regiões do Brasil foram, e ainda vem sendo realizadas, visando a caracterização do mercado e do consumidor de carne suína. Estas pesquisas possuem uma grande relevância no que tange ao desenvolvimento desta cadeia produtiva uma vez que elas expõem os pontos considerados positivos e negativos sob a ótica do consumidor. Através destas pesquisas é possível também identificar as regiões de maior e menor consumo, informação estratégica para o desenvolvimento desta cadeia produtiva.

Diante desta busca por informação Bezerra et al. (2007) em sua pesquisa buscaram conhecer o perfil do consumidor e do mercado da carne suína, destacando as principais características de aceite e/ou rejeição, na microrregião de Campina Grande, PB. De acordo com estes autores o consumo de carne bovina assume a liderança, com 47,75 % dos votos, seguida das carnes de frango (21,75 %), suína (17,5 %) e, por último, de peixe, com 13,00 % do total.

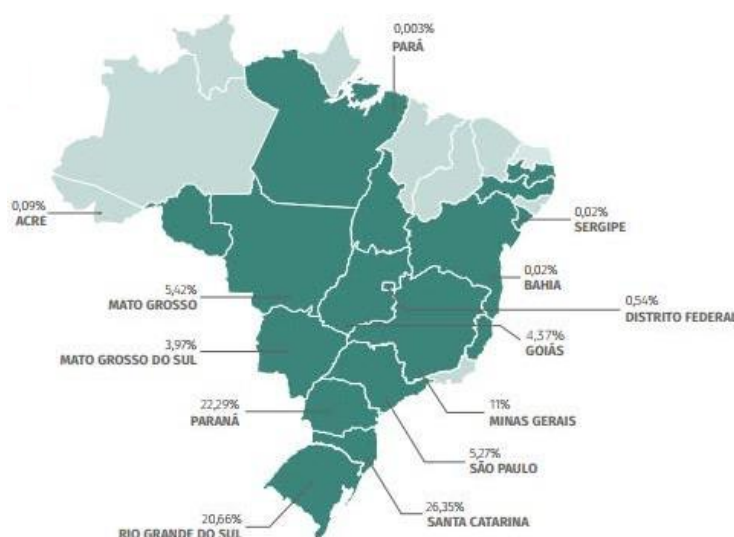
Os mesmos concluíram que os consumidores da microrregião de Campina Grande evitavam se alimentar de carne suína e seus derivados pela falta de informação quanto à procedência e qualidade nutricional dessa carne. “Os suínos são criados em péssimas condições de higiene”, afirmam 47,25 % das pessoas entrevistadas. Já 28 % afirmam que eles são criados em razoáveis condições de higiene e 24,25 % não sabem como e em quais condições isso ocorre. Já os que consumiam a carne destacaram o sabor como um dos seus principais atrativos. Resultado similar foi obtido por Roppa, (2002) o qual relatou que para população brasileira o principal ponto forte da carne suína é o sabor, sendo este apontado por nada menos que 92 % das pessoas entrevistadas.

Após 10 anos da publicação da pesquisa de Bezerra et al. (2007), mencionada anteriormente, ainda na região nordeste do país, Silva et al. (2017) identificaram que os consumidores do município de Grajaú, MA, têm a carne suína como sua quarta opção de consumo. Segundo os mesmos autores um dos entraves para o aumento do consumo é a falta de investimento em marketing, pois a maior parte das pessoas não tem conhecimento sobre a qualidade nutricional desse produto. Por este motivo a frequência de consumo se torna influenciável por fatores referentes a opiniões pré-concebidas. Identificou-se assim que no intervalo de uma década a conclusão das pesquisas não foram alteradas, ou seja, é preciso criar atributos de qualidade

diferenciada e investir em divulgação destes diferenciais para ampliar o consumo per capita no país.

Neste contexto de divulgação e identificação de novos mercados, a região norte do país posiciona como uma região estratégica devido ao potencial de elevação do consumo desta população. Lima et al. (2015) afirmam que o consumo de carne suína não é homogêneo em todo o Brasil, sendo os estados do Norte os que menos consomem e os estados do Sul os maiores consumidores. Obviamente o maior consumo pela população dos estados do Sul se deve também a tradição da suinocultura nesta região (Figura 02).

Figura 2: Abate de suíno por estado brasileiro.



Fonte: Relatório anual da ABPA, 2017.

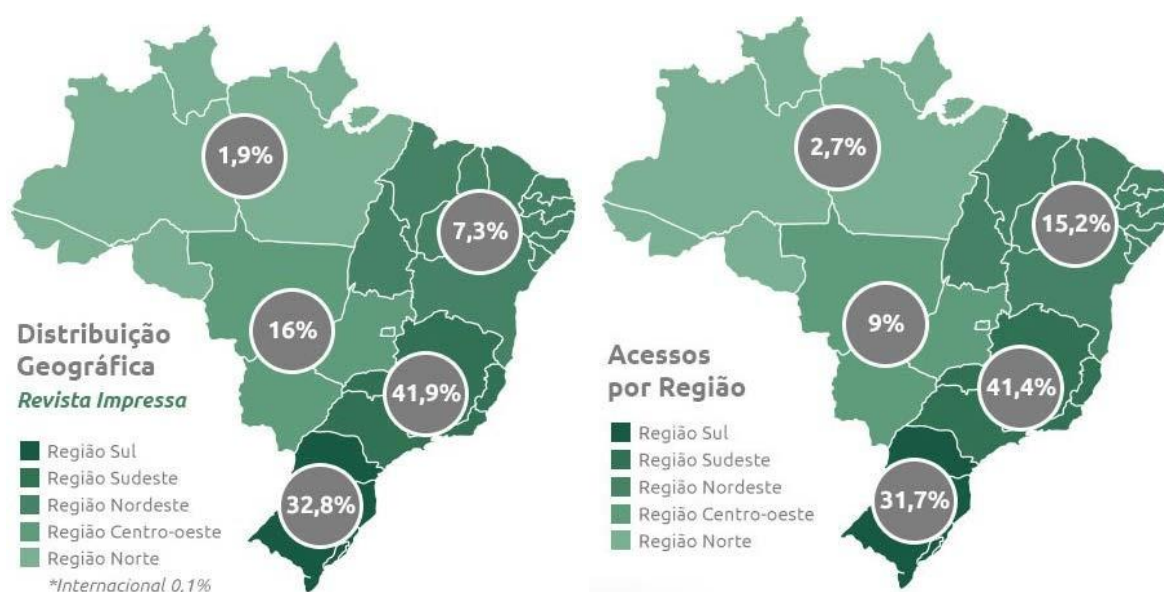
MURATA et al. (2002), ao entrevistarem a população do Distrito Federal, destacaram que a preferência sobre o consumo de carnes prevalece para a bovina (32,3 %), seguida pela de frango (28,3 %), de suínos (20,1 %) e, por último, a de peixes (19,3 %). Dentre os entrevistados, 83,64 % consomem a carne suína e 16,36 % não. Desses, 7 % não consomem por serem vegetarianos; 6 % por restrição médica; e 3,27 % por outros motivos, descritos a seguir: 41,18 % não apreciam o seu sabor; 31,36 % por questões de saúde; 11,77 % por questões ideológicas; 8,83 % pelo preço; e 6,86 % não souberam justificar sua rejeição.

Os autores concluíram que a parcela da população que consome carne suína pode ser elevada, desde que sejam implementadas as estratégias de transferência de

informações aos consumidores, quanto aos métodos de produção de suínos, segurança sanitária das criações e dos frigoríficos, processamento, preparo e qualidade nutricional da carne suína. Ou seja, a percepção do consumidor e a carência de informações ocorre, nesta região, de forma similar a identificada na região norte.

Aqui há de informar que investimentos em marketing e divulgação vem sendo realizados em diferentes meios de comunicação, tais como feiras, congressos, sites entre outros. Contudo estes são investimentos de longo prazo pois envolvem quebra de paradigmas e mudanças de costumes e crenças (SILVA, 2007). Recentemente o site Suinocultura Industrial, divulgou os acessos a sua revista, impressa e online, por região do país (Figura 03). É possível concluir que os maiores acessos estão concentrados nas regiões de maior produção e consumo.

Figura 03: Distribuição geográfica da revista impressa (A) e distribuição dos acessos a revista online (B).



Fonte: Suinocultura Industrial, 2018.

Também a Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS), por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura (FNDS) e do Sebrae Nacional, contratou uma agência de marketing para realização de visitas informativas a consultórios de nutricionistas nos estados de Espírito Santo, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás (Suinocultura Industrial, 2017). Segundo a mesma fonte o objetivo deste trabalho é apresentar informações sobre a saudabilidade da carne suína e formar multiplicadores para orientar a respeito da importância de seu consumo para uma alimentação saudável.

Para os autores deste trabalho, além das questões discutidas anteriormente, há uma falta de sincronia na cadeia produtiva suína, principalmente nos elos da indústria e do processamento com os interesses dos consumidores. A carne suína apresenta-se para o consumidor de forma pouco conveniente, considerando o perfil atual dos consumidores, os quais possuem famílias menores e pouco tempo disponível para compra e preparo dos alimentos. Sendo assim, o investimento em cortes e porções diferenciadas parece ser uma forma eficiente de alcançar estes consumidores.

Além disso no mercado de produtos diferenciados a comunicação e a marca devem estar em contato direto com os consumidores. Uma forma eficiente de estreitar esta comunicação é o desenvolvimento de embalagens informativas que transmita aos consumidores os aspectos tangíveis e sobretudo os intangíveis presentes naquele produto. Nesta mesma linha de pensamento Marçal et al. (2016) destacaram que os rótulos e a marca transmitem segurança ao consumidor e que por isso as empresas deveriam investir na comercialização de cortes menores e já embalados, com rótulos claros e informativos.

#### 1.4 MULTIFUNCIONALIDADE DA AGRICULTURA E O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AGROALIMENTAR LOCALIZADO (SIAL)

As noções de multifuncionalidade da agricultura e de desenvolvimento rural sustentável surgiram de forma simultânea na Europa e América Latina, no início dos anos 90.

Sob esta nova ótica, a agricultura não se presta somente à produção de gêneros alimentares ou de matérias primas industriais, ela permite aos agricultores a própria revalorização, associada a outras formas de identidade profissional. Com a evolução desta ideia, o espaço rural passou a ser considerado como um patrimônio complexo que se deve gerir e preservar, não apenas como suporte para atividades agrícolas, com objetivos exclusivamente produtivos, mas como um conjunto de relações sociais que dão origem e ao mesmo tempo expressam identidades e propósitos compartilhados por múltiplos atores (DEMATTE FILHO e PEREIRA, 2016).

Neste contexto o modelo agrícola, que se funda em redução dos custos de produção que acompanha o aumento da produtividade física de fatores de produção, a padronização dos produtos e o aumento da escala de produção, favorecendo uma agricultura com alto nível de especialização, concentração e intensificação, pode ser identificado como produtivista. Tal modelo cumpriu uma série de objetivos

alimentares, mas passou a ser questionado devido aos problemas cada vez mais evidentes.

Por isso a noção de multifuncionalidade da agricultura foi concebida, reforçando a importância dos papéis ambientais e sociais da atividade agrícola (Demattê Filho, 2014).

De forma geral, quatro dimensões principais são abrangidas pelo enfoque multifuncional da agricultura, são elas: a) reprodução socioeconômica das famílias; b) a promoção da segurança alimentar; c) a manutenção do tecido social e cultural; e d) a preservação dos recursos naturais e da paisagem rural (CARNEIRO; MALUF, 2003).

Uma outra abordagem relacionada com a ideia de sustentabilidade e discutida neste trabalho, por estar intimamente ligada as estratégias de diferenciação das cadeias produtivas é o Sistema Agroalimentar Localizado (SIAL). É consenso dentre muitos estudiosos do tema que o interesse pelo SIAL nasceu sobretudo dos desafios impostos pela globalização, ditando limites externos a um sistema agroalimentar local (AMBROSINI e FILIPPI, 2009). Os SIAL's representam uma abordagem construída enquanto resposta à crítica ao modelo de desenvolvimento produtivista. Segundo Demattê Filho (2014), os trabalhos no âmbito do Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD-SAR) contribuíram imensamente para a definição e implementação das ideias do SIAL.

Estas foram aplicadas a formas de organização de produção (unidades agrícolas, empresas agroalimentares, agroindústrias) e de serviços (empresas comerciais, restaurantes) sendo estas, relacionadas entre si e instaladas num território específico, onde a cultura, as instituições, o saber fazer, as normas, o pertencimento, os padrões alimentares e a história devem ser tomadas em consideração. Nota-se assim que a abordagem de SIAL faz emergir a valorização do imaterial, ou seja o patrimônio intangível associado aos saberes, à tradição, à cultura e, em alguns casos, à imagem do território, inclusive para aqueles que estão distantes, mas que devido aos laços de afinidade expandem este território (REQUIER-DESJARDINS, 2002).

### 1.5 ESTRATÉGIAS DE DIFERENCIAÇÃO

No cenário produtivo atual a carência de orientação multifuncional como parte dos objetivos institucionais, induz o sistema produtivo a uma conduta unicamente pautada pela produtividade eliminando as especificidades oriundas de elementos tangíveis e intangíveis, tão necessários à diferenciação dos produtos.



A Conferência das Nações Unidas em 1992 no Rio de Janeiro (Rio 92) estabeleceu um marco nas discussões relativas ao chamado desenvolvimento sustentável e contribuiu enormemente para a disseminação de muitas ideias, alimentando um debate acerca de formas de agricultura mais coerentes com a preservação ambiental, a alimentação de qualidade, e a saúde e bem-estar econômico e social.

As demandas criadas acerca da sustentabilidade motivaram empresas do setor agropecuário a se alinharem a estes propósitos, criando um ambiente adequado para a emergência de novos modelos de produção, o que promoveu o desenvolvimento de soluções inovadoras, tais como as certificações de conformidade. Estes selos permitem o reconhecimento dos sistemas mais zelosos com o meio-ambiente, com os animais, com a saúde do consumidor e com a população rural. Além disso, estes atribuem mais especificidades os produtos, agregando valor aos mesmos.

Modelos de produção diferenciados existem graças a consumidores dotados de uma preocupação alimentar diferenciada, que priorizam a aquisição de alimentos com atributos de diferenciação de qualidade (Demattê Filho, 2014).

Segundo Alcântara et al. (2013), quando o consumidor demanda informações mais específicas sobre como os alimentos são produzidos, este começa a interferir em todo o processo de decisão e de estratégia dos agentes a montante nas cadeias agroindustriais. Neste contexto, analisando as preferências e a disponibilidade de pagar preços diferenciados, Bezerra et al. (2007), perguntaram aos consumidores se estes pagariam mais pela carne suína rastreável. 88,50 % afirmaram que sim, e 11,50 % não pagariam mais. Considerando que a rastreabilidade consiste em um serviço pelo qual o produto se torna passível de acompanhamento, identifica-se a adesão dos consumidores a aquisição de carne com atributos de qualidade diferenciada. Percebe-se, portanto, que embora exista uma enorme demanda por produtos de baixo custo, é crescente a demanda por qualidade.

## 1.6 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DIFERENCIADA

A inespecificidade dos ativos comoditizados originados nos sistemas globais de produção e distribuição dos alimentos e a grande competitividade resultante da economia de escala vem ao longo de muitos anos, afogando muitas iniciativas que não conseguem se diferenciar. Elementos intangíveis associados a um ativo são a barreira mais forte ao surgimento de novos entrantes no mercado (SAES, 2008). Assim o sistema diferenciado parece se proteger da concorrência na medida em que

seus processos de diferenciação não se apoiam exclusivamente em critérios e ou estratégias tecnológicas (DEMATTE FILHO, 2014).

Neste contexto, a emergência de novas referências de qualidade favoreceu o desenvolvimento de soluções inovadoras, tais como as certificações de conformidade as quais permite o reconhecimento de práticas mais zelosas com o meio-ambiente, com os animais de produção, com a saúde do consumidor ou com a população rural. Ao mesmo tempo, os selos de certificação associados aos produtos ampliam a exigência de capacitação técnica, operacional e conceitual dos produtores, tornando-os agentes mais capazes e esclarecidos para trabalhar e incrementar a segurança dos métodos, alimentam assim a confiança dos consumidores sobre os produtos que adquirem (DEMATTE FILHO, 2014).

Para os sistemas de produção diferenciados, os principais selos conferidos por certificadoras idôneas e acreditadas pelo INMETRO no Brasil, são: World Quality Services - WQS certifica a total ausência de uso de antibióticos como terapêuticos, promotores de crescimento ou de quimioterápicos em qualquer etapa da produção, bem como a ausência de ingredientes de origem animal na dieta.



O Instituto Biodinâmico - IBD Certificações, é responsável por garantir o cumprimento das normas descritas na lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), e suas instruções normativas, IN 46 (BRASIL, 2011) e IN 17 (BRASIL, 2014a) para a produção orgânica.



Por fim, a Humane Farm Animal Care concede aos produtos o selo CERTIFIED HUMANE BRASIL que atesta que os animais foram criados livres de quaisquer formas de maus tratos, sendo-lhes garantido o bem-estar animal previsto em lei e nas normas,

elaboradas e auditadas pela própria instituição. A certificação em bem-estar animal abrange desde a criação ao abate.



Assim, considerando que a cadeia produtiva de suínos é composta em sua maioria por pequenos produtores, é de se esperar que o investimento em processos de diferenciação promova não só o fortalecimento destes produtores mais também os tornem agentes mais participativos no processo de valorização e divulgação da qualidade da carne suína.

### 1.7 EXEMPLOS BEM-SUCEDIDOS DE OUTRAS CADEIAS PRODUTIVAS

A Korin Agropecuária é um exemplo de empresa que prospera no mercado devido aos seus diferenciais de produção. Por seguir os princípios e conceitos da Agricultura Natural<sup>1</sup>, modelo de produção preconizado por Mokiti Okada (Japão, 1882-1955)<sup>2</sup>, a empresa tornou-se pioneira ao estabelecer um processo produtivo em escala industrial de avicultura sem uso de antibióticos, promotores de crescimento, quimioterápicos e ingredientes de origem animal na dieta das aves. Sendo também a primeira empresa no Brasil, a sustentar o selo de bem-estar animal nos seus produtos.

Em sua unidade industrial a empresa produz principalmente aves de corte e ovos com métodos alternativos à avicultura convencional. A produção divide-se em três categorias: i) AF (antibiotic free): sem uso de antibióticos terapêuticos ou como melhoradores de desempenho e sem ingredientes de origem animal na dieta; ii) Caipira: criados nos mesmos moldes que o AF, mas com utilização de raça mais rústica, sendo estes, abatidos com idade maior; e iii) Orgânico: criados de acordo com a legislação brasileira específica para a produção de alimentos orgânicos.

---

<sup>1</sup> Sistema de produção que visa a segurança alimentar, a sustentabilidade ambiental e a saúde e bem-estar socioeconômico dos agricultores e consumidores.

<sup>2</sup> Filósofo e espiritualista japonês que elaborou um extenso trabalho abordando assuntos ligados à política, economia, educação, arte, medicina, religião e agricultura.

Atualmente, a empresa encontra-se em um momento de grande solidez. Surgiram novas oportunidades de negócios e empresas que produzem com conceitos afins foram aprovadas para comercializar seus produtos com a marca Korin.

Outro importante avanço da empresa nos últimos anos foi a incorporação de uma nova cadeia produtiva em seu portfólio, a bovinocultura de corte, implantada no pantanal com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável do local. Para isso a empresa conta com parcerias e trabalha em conjunto com importantes grupos como o World Wide Fund (WWF-Brasil), a Embrapa e o IBD, responsável pela certificação de orgânica do produto.

Observa-se assim que as orientações filosóficas conduziram a empresa a implantar um sistema de produção diferenciado cujo objetivo final abrange não só a produção de alimentos, mas também a saúde de produtores e consumidores, a preservação do meio ambiente e a responsabilidade social, valores estes, alinhados às tendências mundiais atuais (Brasil, 2014b).

Outro exemplo de diferenciação embasado inicialmente por ideias e filosofias de trabalho é a Vila Yamaguishi, a qual produz e comercializa produtos orgânicos desempenhando também um importante papel na divulgação dos modelos de produção diferenciados (VILA YAMAGUISHI, 2018).

Tais exemplos reforçam a importância de se estabelecer processos produtivos baseados nos princípios da multifuncionalidade da agricultura, ao mesmo tempo em que, evidência como o SIAL colabora para o desenvolvimento territorial e para a agregação de valor os produtos finais.

## **2. CONCLUSÃO**

Conclui-se, portanto, que a associação das dimensões expostas neste artigo, contribuem acima de tudo, para a construção de cadeias de valor as quais sendo bem geridas, podem representar uma inovação importante na produção alimentar futura.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS - ABPA, 2017. História da suinocultura do Brasil. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura>. Acesso em: 07 fev. 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA, 2017. Relatório Anual. Disponível em: [http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web\\_reduzido.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf). Acesso em: 02 fev. 2018

ALCÂNTARA, N.B; DE SÁ, C.D.; MOURAD, C.B.; CUNHA, F.DA; BIBANCOS, M. et al. A opinião dos consumidores sobre os selos de qualidade de alimentos das redes de varejo. 30º Encontro da ANPAD. 2013. Salvador, Brasil.

AMBROSINI, L.B; FILIPPI, E.E. Da era do desenvolvimento ao desenvolvimento rural: sistemas produtivos localizados sob a perspectiva de Karl Polanyi. Redes, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 3, p. 121- 139, 2009.

ANUNCIATO, K. M. A incidência dos impostos indiretos na cadeia produtiva da Suinocultura no estado de mato grosso. 133 p. Tese (doutorado em economia) da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. 2016. Mapeamento da suinocultura brasileira. Disponível em: [http://www.abcs.org.br/attachments/-\\_01\\_Mapeamento\\_COMPLETO\\_bloq.pdf](http://www.abcs.org.br/attachments/-_01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf). Acesso em: 02 fev. 2018.

BEEFPOINT. 2017. Consumo per capita de carne bovina recuou para o menor nível em 15 anos. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/consumo-per-capita-de-carne-bovina-recuou-para-o-menor-nivel-em-15-anos/> . Acesso em: 05 fev. 2018

BEZERRA, JMM, NETO, A. C., SILVA, L. P. G., LUI, J. F., RODRIGUES, A. E., MARTINS, T. D. D. Caracterização do consumidor e do mercado da carne suína na microrregião de campina grande, estado da paraíba, Ciência Animal Brasileira, v. 8, n. 3, p. 485-493. 2007.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: [http://www.presidencia.gov.br/ccivil\\_03/Leis/2003/L10.831.htm](http://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.831.htm). Acesso em: 20 ago. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa n. 46, de 07 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, bem como as listas de substâncias permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Diário Oficial, Brasília, 07 out. 2011. Seção 1. 32p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Desenvolvimento das cadeias de valor da Korin. In: GESTÃO SUSTENTÁVEL NA AGRICULTURA. 2. Ed. – Brasília: MAPA/ACS, 2014 b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa n. 17, de 17 de junho de 2014a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/06/regras-para-sistemas->

organicos-de- producao-sao-ajustadas>. Acesso 15 jan. 2015.

CAMARA, 2015. Introdução ao agronegócio soja. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/sites/default/files/LPV%200584%202015%20-%20Soja%20Apostila%20Agronegocio.pdf>.

CARNEIRO, M.J.; MALUF, R.S. Para além da produção: multifuncionalidade e agricultura familiar. Rio de Janeiro: Mauad, 2003. 230p

DEMATTE FILHO, L.C. Sistema agroalimentar da avicultura fundada em princípios da Agricultura Natural: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade, 2014. 251p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2014.

DEMATTE FILHO, L.C., PEREIRA, D.C.O. A sustentabilidade na produção de frangos e a percepção dos consumidores. Um estudo de caso sobre um sistema agroalimentar da avicultura fundada em princípios da Agricultura Natural: Multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2016, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2011. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/014/i2425e/i2425e00.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2018

GLOBO RURAL, 2014. Da banha ao porco 'light', conheça a evolução da genética suína. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Suinos/noticia/2014/11/perfil-genetico-do-porco.html>

KIRINUS, J.K.; BENEDETTI, M.; TEO, A.; PAVLIK, W.; TAFFAREL, G.V.; BELMONTE, C.O.; DÖRR, A.C. Caracterização do consumo de carne suína da população de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v.20, p.233-240, 2016

LIMA, M.M.D.; ARRUDA, D.M.O.; CAVALCANTE, F.B.F.; SALES, R.K.L. O mercado da carne suína: consumo e percepção. Espacios, Caracas, v.36, n.19, p.12, 2015.

MARÇAL, D.A.; ABREU, R.C.; CHEUNG, T.L.; KIEFER, C. Consumo da carne suína no Brasil: Aspectos simbólicos como determinantes dos comportamentos. Rev. Agro. Amb., v.9, p. 989-1005, 2016.

MOURA, A. D. et al. Relatório complementar de caracterização da cadeia produtiva do arranjo produtivo da Suinocultura de Ponte Nova (MG) e Região, 2004. Disponível em: <[http://www.agribiz.com.br/arquivos/doc\\_relatorio\\_mg\\_2123749080.pdf](http://www.agribiz.com.br/arquivos/doc_relatorio_mg_2123749080.pdf)>. Acesso em: 05 fev. 2018.

MURATA, L.S.; STEIN, M.R.; REZENDE, M.J.M.; ALMEIDA, M.N. Perfil do consumidor da carne suína no Distrito Federal. In: CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO NORDESTE, 1., 2002, Anais... 2002. p.105-106.

PORKWORLD. 2015. Dinamarca vê crescimento no ramo do suíno orgânico. Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/noticia/dinamarca-ve-crescimento-no-ramo-do-suino-organico>. Acesso em: 05 Fev. 2018

REQUIER-DESJARDINS, D. Multifonctionnalité, territoire et secteur agroalimentaire: une approche par les “systèmes agroalimentaires localisés”. Cahiers du C3ED, Université de Versailles, 2002.

ROPPE, L., 2002. *Carne suína*: mitos e verdades. Disponível em: <[http://www.sips.com.br/manual\\_download.php?id\\_arquivo=275](http://www.sips.com.br/manual_download.php?id_arquivo=275)>. Acesso em: 06 fev 2010.

ROBINSON, T. P., FRANCESCHINI, G., WINT, G. R. W. FAO's Gridded Livestock of the World. Veterinária Italiana. Roma, p. 43. 2007. (745-751).

SAES, M.S.M. Estratégias de diferenciação e apropriação da quase renda na agricultura: A produção de pequena escala. 2008. 162p. Tese (Livre Docência na área de Economia) – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SANTOS, E. D. et al. Anuário Brasileiro de Aves e Suínos 2013. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 120 p. ISBN 1808-7507.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2018. Revista impressa. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/anuncie>. Acesso em 02 fev 2018

SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2017. Nutricionistas de cinco estados recebem visitas informativas sobre a carne suína. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/nutricionistas-de-cinco-estados-recebem-visitas-informativas-sobre-a-carne-suina/20171003-154448-J939>. Acesso em 07 fev 2018

SIMON, M. Suinocultura brasileira: uma análise do preço de Exportação e do preço pago ao produtor. 75 p. Monografia (graduação em ciências econômicas) da universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SILVA, J. R. Processo decisório na compra de carne suína, observando a segurança alimentar e a qualidade do produto na cidade de Porto Alegre. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 151p. 2007.

SILVA, I. A., RODRIGUES, J. M. S., BORGES, J. O. Perfil dos consumidores de carne suína comercializada no município de Grajaú, estado do Maranhão, Brasil. Sci. Agrar. Paraná, v. 16, p. 309- 313, 2017.

VILA YAMAGUSHI, 2018. Encontre a feira orgânica ou grupo de consumidores mais perto de você. Disponível em: <http://www.yamaguishi.com.br/noticias>. Acesso em: 14 Fev. 2018.

VILA YAMAGUSHI, 2018. Em direção a um mundo sem disputa. Disponível em: <http://www.yamaguishi.com.br/a-vila>. Acesso em: 14 Fev. 2018



# CAPÍTULO 09

## AVALIAÇÃO DO USO DE WETLAND NO TRATAMENTO DO EFLUENTE DE PARBOILIZAÇÃO DE ARROZ.

### **Edmilson Cesar Bortoletto**

Doutor em Engenharia Química (UEM).

Instituição: Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Engenharia Agrícola/Campus do Arenito.

Endereço: Rodovia PR 482, Km 45, Bloco L025, CEP 87820-000, Cidade Gaúcha – PR, Brasil.

E-mail: ecbortoletto@uem.br

### **João Vitor Costa de Almeida**

Graduado em Engenharia Agrícola (UEM).

Endereço: Rua Antônio Brasilino, 99, Santo Antônio do Caiuá, Paraná, Brasil.

E-mail: juaovitor1996@hotmail.com

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do tratamento do efluente gerado na parboilização do arroz por wetland em escala de bancada utilizando Canna indica, por meio da avaliação dos parâmetros Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Sólidos Totais (ST). O experimento foi realizado no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola (UEM/Campus do Arenito). O sistema wetland era composto por um recipiente de 20 L utilizando pedra brita, areia e plantas. Na execução dos ensaios foi adotado o tempo de detenção hidráulica (TDH) de 3 dias, sendo a vazão de efluente constante e controlada por uma bomba peristáltica. As amostras foram coletadas em intervalos de 3 dias. O sistema apresentou elevada eficiência na remoção de NTK, atingindo 79,4% aos 33 dias do início do processo. Na remoção de Sólidos Totais verificou-se tendência de diminuição da eficiência ao longo do tempo de operação do sistema, apresentando uma média de 41,1% de eficiência. Conclui-se que a implantação de um wetland na indústria de parboilização de arroz como processo complementar de tratamento seria viável, uma vez que a planta Canna indica demonstrou elevada capacidade de remoção de NTK, além de bom desenvolvimento e adaptação ao efluente utilizado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente; Parboilização; Wetland.

**ABSTRACT:** The objective of the present work was to evaluate the efficiency of the treatment of the effluent generated in the parboiling of rice on bench scale wetland with Canna indica, by means of the evaluation of the parameters Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) and total solids (TS). The experiment was carried out at the Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola (UEM / Campus do Arenito). The wetland system consisted of a 20 L vessel using crushed stone, sand and plants. In the execution of the tests, the Hydraulic retention time (HRT) of 3 days was adopted, the effluent flow being constant and controlled by a peristaltic pump.

Samples were collected at 3-day intervals. The system showed high efficiency in the removal of TKN, reaching 79.4% at 33 days of the beginning of the process. Removal of Total Solids tended to decrease efficiency over the system operation time, with an average efficiency of 41.1%. It was concluded that the implantation of a wetland in the rice parboiling industry as a complementary treatment process would be feasible, since the *Canna indica* plant demonstrated a high TKN removal capacity, as well as good development and adaptation to the effluent used.

**KEYWORDS:** Effluent; Parboiling; Wetland.

## 1. INTRODUÇÃO

A expectativa de produção de arroz no Brasil para a safra 2019/2020 é de 10,5 milhões de toneladas, sendo a Região Sul responsável por mais de 80 % da oferta nacional (CONAB, 2019).

A parboilização é um processo hidrotérmico de beneficiamento do arroz, que inclui a gelatinização e a retrogradação do amido (AMATO e ELIAS, 2005). A temperatura de gelatinização está relacionada ao tempo necessário para cozimento do arroz, podendo variar de 55° C a 79° C (SILVA, 2003).

A parboilização consome muita água em seu processo, cerca de 4 litros por quilograma de arroz (QUEIROZ e KOETZ, 1997), gerando assim grande quantidade de efluente com elevado potencial poluidor (KUMAR *et al.*, 2016).

Verifica-se que o efluente de parboilização do arroz possui alto teor de matéria orgânica e inorgânica (SAYANTHAN e THUSYANTHY, 2018). Dessa forma torna-se necessário o seu adequado tratamento a fim de diminuir os possíveis impactos ambientais negativos causados pelo despejo deste efluente em corpos receptores hídricos.

Os wetlands construídos são sistemas amplamente utilizados para o tratamento de diversos tipos de efluentes, tais como domésticos, industriais e agrícolas (PELLISSARI *et al.*, 2019). Estes sistemas vêm se destacando, pelo fato de serem tratamentos simplificados, com baixo custo de implantação e operação, baixo custo energético e boa eficiência de remoção de poluentes (COSTA *et al.*, 2013).

Segundo Sandoval *et al.* (2019) os wetlands construídos que utilizam plantas ornamentais geralmente são utilizados como tratamentos secundários ou terciários, devido aos efeitos tóxicos que a alta carga orgânica/inorgânica pode trazer às plantas quando utilizadas como tratamento primário.

A macrófita *Canna indica* (Berí) possui floração bastante vistosa e deve ser cultivada em pleno sol e solo úmido rico em matéria orgânica. O Berí brota durante quase todo o ano, especialmente na primavera e verão (ZANELLA, 2008). Esta planta tem potencial de aplicação no tratamento de diversos efluentes, apresentando uma boa eficiência na remoção de Nitrogênio Total Kjeldahl (SANDOVAL *et al.*, 2019).

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de wetland subsuperficial horizontal, com a macrófita *Canna indica*, na remoção de Nitrogênio Total Kjeldahl e Sólidos Totais do efluente gerado no processo de parboilização do arroz.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 EFLUENTE UTILIZADO

O efluente utilizado no sistema wetland foi coletado na saída do decantador do processo de parboilização de arroz, de uma indústria localizada na região Noroeste do Paraná. A Figura 01 mostra o decantador da indústria, bem como o local da coleta na saída do decantador.

Figura 01: (A) Decantador; (B) Saída do decantador.



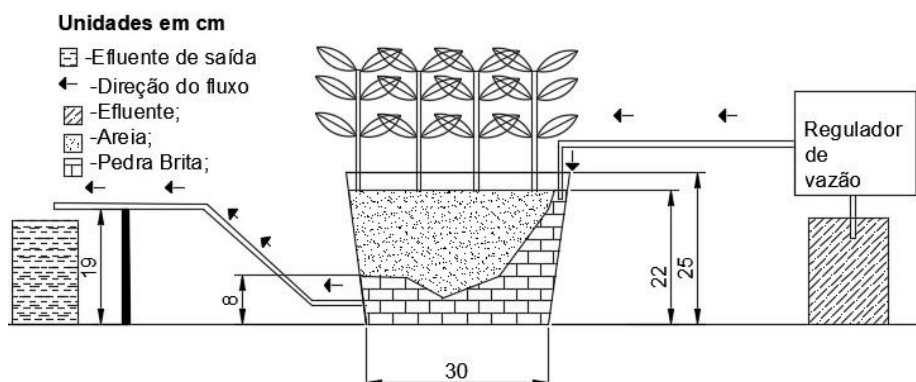
Fonte: Os autores.

Para realização do ensaio foram efetuadas duas coletas de efluente, sendo que o efluente da primeira coleta foi utilizado no início do experimento e o efluente da segunda coleta foi adicionado após 6 dias de ensaio.

### 2.2 ENSAIO EM WETLAND DE BANCADA

Para tratamento do efluente gerado no processo de parboilização do arroz foi utilizado um *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal com a planta *Canna indica* em leito composto por pedra brita e areia, em um recipiente de 20 Litros, conforme ilustrado na Figura 02.

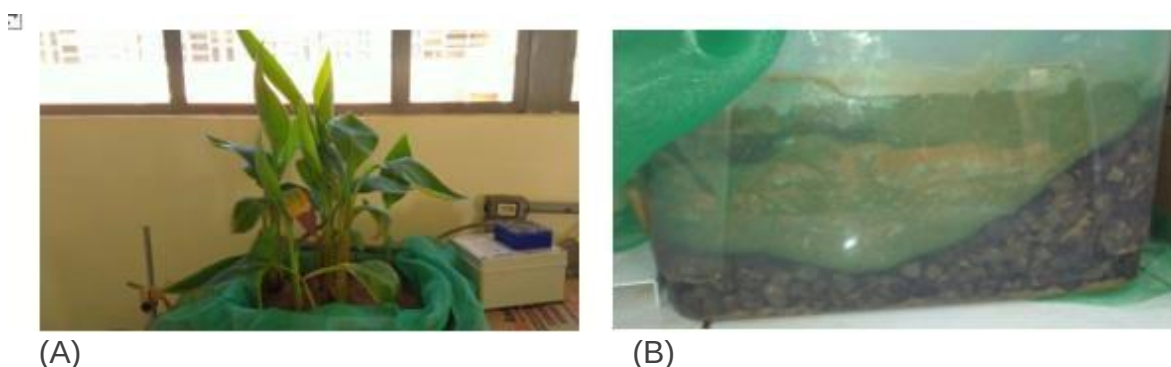
Figura 02. Sistema *wetland* utilizado para tratamento do efluente de parboilização do arroz.



Fonte: Os autores.

O sistema foi instalado no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola (UEM/Campus do Arenito), conforme demonstra a Figura 03. A pedra brita foi alocada verticalmente na entrada do sistema para melhor distribuição do efluente no reator, bem como na saída do mesmo, onde foi fixado o tubo pra saída do efluente após passar pelo reator. A vazão de efluente foi controlada por uma bomba peristáltica.

Figura 03. (A) Sistema *wetland* montado; (B) Leito com brita e areia no sistema *wetland*.



Fonte: O autor.

Para a proporção de areia e brita no reator foi estabelecido que do volume total ocupado no *wetland*, 60 % seria representado por areia e 40 % brita. Para iniciar o processo de tratamento do efluente da parboilização do arroz foi adicionado efluente (1ª coleta) no reator até atingir o orifício de saída. A partir do volume ocupado pelo efluente no leito, foi calculada a vazão necessária para atender o tempo de detenção hidráulica (TDH) adotado, de 3 dias. Os parâmetros de dimensionamento do *wetland* estão dispostos na Tabela 01.

Tabela 01: Parâmetros de dimensionamento do *wetland* em escala de bancada:

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| Volume do recipiente (L)              | 20     |
| Volume de efluente adicionado (L)     | 6      |
| Porosidade (%)                        | 30     |
| TDH (dias)                            | 3      |
| Vazão (L.dia <sup>-1</sup> )          | 2      |
| Vazão (mL.min <sup>-1</sup> )         | 1,39   |
| Quantidade de areia (m <sup>3</sup> ) | 0,0084 |
| Quantidade de brita (m <sup>3</sup> ) | 0,0056 |
| Quantidade de plantas                 | 3      |
| Área (m <sup>2</sup> )                | 0,09   |
| Plantas/m <sup>2</sup>                | 33     |

Fonte: Os autores.

Durante a execução do experimento o reator apresentava entrada e saída contínuas, mantendo-se sempre o nível constante de efluente. O reservatório contendo o efluente de alimentação do reator foi mantido em agitação por meio de um agitador magnético, de forma a evitar a sedimentação dos sólidos do efluente.

Após 6 dias de experimento o reator foi alimentado com um novo efluente (2ª coleta), com características físico-químicas distintas do efluente da 1ª coleta. As amostras foram coletadas em intervalos de 3 dias, utilizando-se um recipiente na saída do reator. Após coletadas, as amostras foram mantidas refrigeradas até a realização das análises, para preservar suas propriedades físico-químicas.

### 2.3 PARÂMETROS AVALIADOS NO WETLAND EM ESCALA DE BANCADA

O tratamento do efluente foi avaliado em relação ao Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Sólidos Totais (ST). Para acompanhamento do processo também foi medido o valor do Potencial Hidrogeniônico (pH) nas amostras ao longo do tempo. As análises foram efetuadas no Laboratório de Qualidade de Água e Laboratório de Química do Departamento de Engenharia Agrícola, Campus do Arenito/UEM.

Para determinação do Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), as amostras foram adicionadas em tubos de vidro contendo ácido sulfúrico e mistura catalítica, sendo mantidos em aquecimento no bloco digestor. Após digestão da amostra, foi realizada a destilação por ácido bórico no destilador de nitrogênio (modelo MA-36, Marconi), e por fim a titulação com Ácido Clorídrico 0,1N, de acordo com a metodologia descrita em APHA (2005). O teor de NTK foi calculado por meio da Equação 01.

$$NTK = \left\{ \frac{(V_1 - V_2)}{V} \right\} \cdot N_A \cdot 14000 \quad (1)$$

Em que:

NTK: Nitrogênio total (mg.L<sup>-1</sup>);

V<sub>1</sub>: Volume de HCl utilizado para a amostra (mL); V<sub>2</sub>: Volume de HCl utilizado para o branco (mL); N<sub>A</sub>: Normalidade da solução de HCl;

V: Volume da amostra (mL).

A determinação da concentração de sólidos totais foi realizada pelo método gravimétrico, descrito por APHA (2005). As cápsulas de porcelana foram lavadas e secas em estufa, após foram pesadas para obtenção do peso P<sub>1</sub>. As cápsulas com amostra foram colocadas em estufa a 105° C para serem secas, após isto as cápsulas

foram pesadas novamente obtendo-se assim o peso P2. O teor de sólidos totais foi calculado por meio da Equação 2:

$$ST = \frac{(P2 - P1)}{V} \cdot 10^6 \quad (2)$$

Em que:

P1: Peso da cápsula de porcelana, seca em estufa(g);

P2: Peso da cápsula de porcelana e amostra de efluente, seca em estufa (g) V-  
Volume de efluente adicionado (mL);

ST: Sólidos totais (mg.L<sup>-1</sup>).

Para a análise do pH foi usado o equipamento pHmetro Tec-3MP da TECNAL. Primeiramente realizou-se a calibração do equipamento com o uso de solução tampão de pH conhecido, sendo posteriormente medido o pH das amostras.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE BRUTO

A Tabela 02 mostra a caracterização do efluente bruto da parboilização do arroz utilizado no início do experimento (1ª Coleta) e do novo efluente (2ª Coleta) adicionado após 6 dias de ensaio. Verifica-se que os valores dos parâmetros NTK e ST apresentaram variações significativas. Os valores de NTK determinados nas amostras estão muito acima dos relatados por Schulz (2000) citado por Faria et al. (2006), entre 48,0 e 141,0 mg.L<sup>-1</sup>.

Em relação ao parâmetro ST, os valores determinados nas amostras estão abaixo da faixa de valores mencionada por Sayanthan e Thusyanthy (2018), entre 998,1 e 1459,1 mg.L<sup>-1</sup>. Isso demonstra a complexidade deste efluente, em que a qualidade depende de inúmeros fatores do processo.

Tabela 02. Caracterização do efluente bruto de parboilização do arroz utilizado no experimento.

| Efluente – 1ª Coleta  |    |                       |
|-----------------------|----|-----------------------|
| NTK                   | pH | ST                    |
| (mg.L <sup>-1</sup> ) |    | (mg.L <sup>-1</sup> ) |



|                             |     |                    |
|-----------------------------|-----|--------------------|
| 154,2                       | 7,6 | 500,0              |
| <b>Efluente – 2ª Coleta</b> |     |                    |
| NTK                         | pH  | ST                 |
| mg.L <sup>-1</sup>          |     | mg.L <sup>-1</sup> |
| 187,2                       | 8,0 | 873,3              |

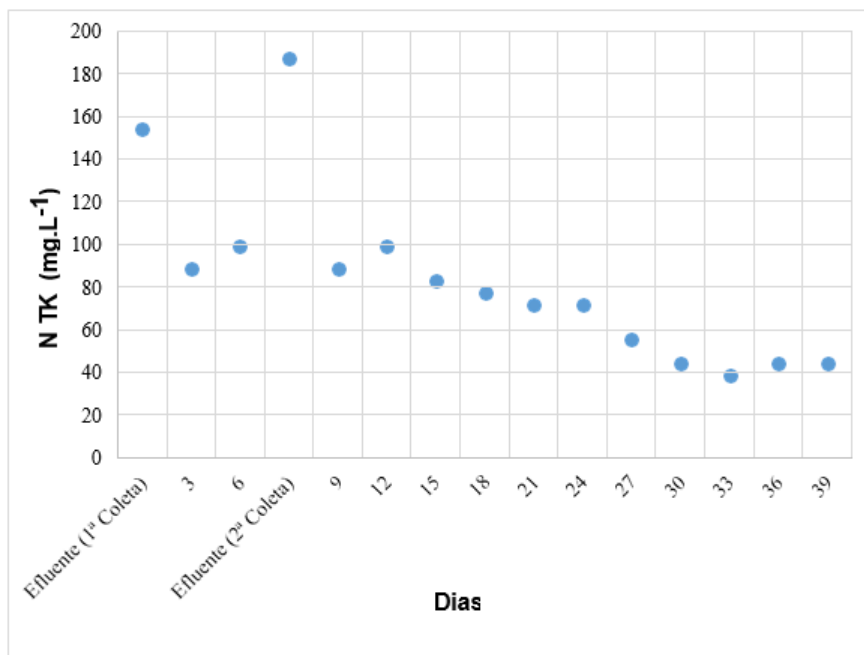
Fonte: Os autores.

O despejo do efluente de parbolilização do arroz sem tratamento adequado pode trazer prejuízos aos corpos receptores hídricos, como por exemplo, acelerar o processo de eutrofização e diminuir o teor de oxigênio dissolvido.

### 3.2 REMOÇÃO DE NTK DO EFLUENTE

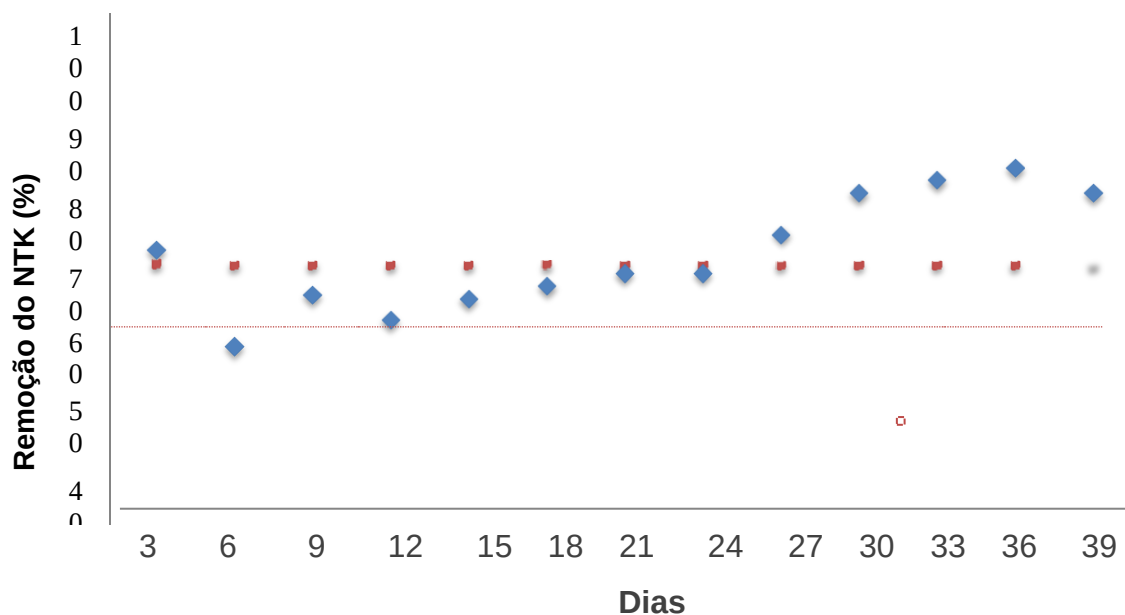
Na Figura 04 estão apresentados os resultados obtidos em relação ao parâmetro Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), nas amostras ao longo do tempo de tratamento do efluente de parbolilização do arroz em *wetland* de bancada. Observa-se uma tendência de redução da concentração de NTK do efluente após passar pelo sistema, atingindo valores em torno de 40,0 mg/L a partir do 30º dia de ensaio.

Figura 04. Concentração de NTK ao longo do tempo no efluente tratado em *wetland* de bancada.



Fonte: Os autores.

Figura 05. Eficiência da remoção de NTK no efluente ao longo do tempo em *wetland* de bancada.



Fonte: Os autores.

Nota-se na Figura 5 uma tendência de aumento gradativo de remoção do NTK do efluente de parboilização do arroz em *wetland* de bancada utilizando a *Canna indica*. A máxima eficiência de remoção obtida foi de 79,4 % aos 33 dias de experimento e a média da taxa de remoção foi de 63,5 %.

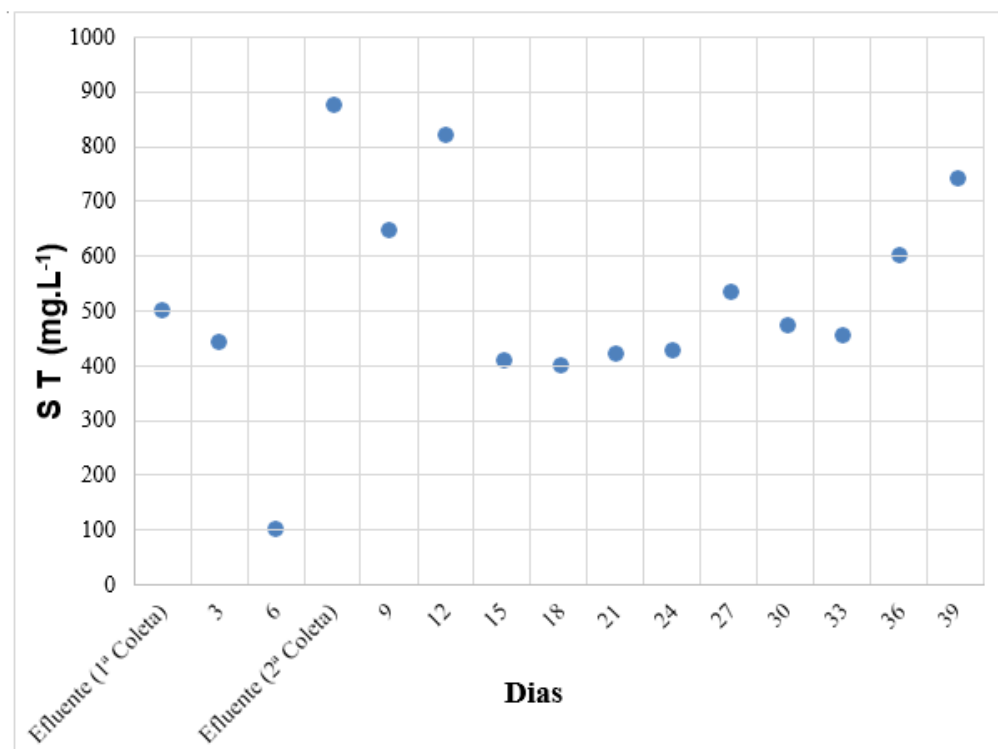
Segundo Souza et al. (2004) e Paoli (2010), os sistemas *wetlands* construídos apresentam inicialmente boa remoção de NTK e tendência de redução da taxa de eficiência de remoção do NTK com o tempo. Este comportamento não foi observado no período de execução do experimento (39 dias).

Os resultados obtidos no experimento indicam redução significativa na concentração de NTK do efluente tratado por sistema *wetland*, diminuindo os riscos de eutrofização do corpo hídrico, bem como possíveis impactos ambientais causados por seu descarte.

### 3.2 REMOÇÃO DE ST DO EFLUENTE

Os resultados obtidos na análise dos sólidos totais (ST) durante o experimento estão apresentados na Figura 06.

Figura 06. Concentração de Sólidos Totais ao longo do tempo no efluente tratado em *wetland* de bancada.



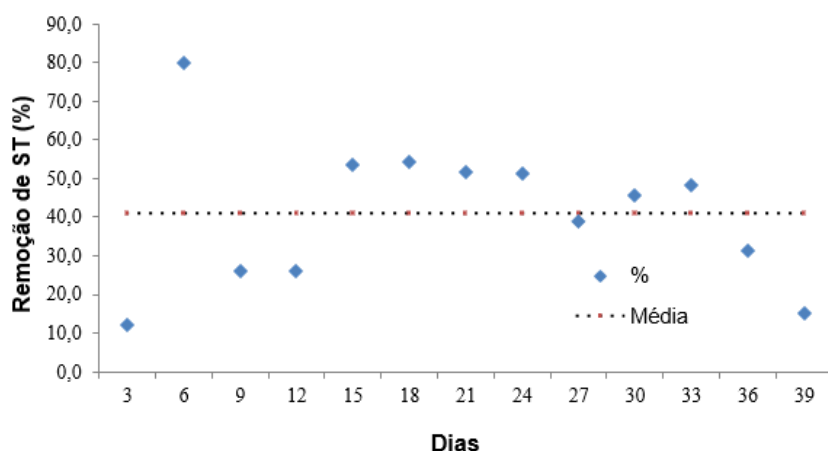
Fonte: Os autores.

A partir da Figura 06 nota-se que houve uma grande redução de ST no início do processo, de 500 para 100 mg.L<sup>-1</sup> ao 6º dia de experimento. Porém, após a adição de efluente (2ª coleta) com teor maior de ST, os valores oscilaram significativamente ao longo do experimento, com exceção do 15º ao 24º dia, em que o teor manteve-se em torno de 400 mg.L<sup>-1</sup>.

Esta variação pode ocorrer pelo fato do efluente carregar sólidos presentes no meio filtrante. Além disso, de acordo com Decezaro (2016), pode ocorrer a liberação de material inorgânico dissolvido no sistema, contribuindo para as variações no teor de sólidos totais. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento de sólidos totais na saída do reator é a localização do orifício de saída no fundo do *wetland*, o que pode promover maior transporte de partículas junto com o efluente.

A eficiência de remoção de sólidos totais, obtida ao longo do experimento, está demonstrada na Figura 07.

Figura 07. Eficiência de Remoção de Sólidos Totais (ST) no efluente ao longo do tempo em *wetland* de bancada.



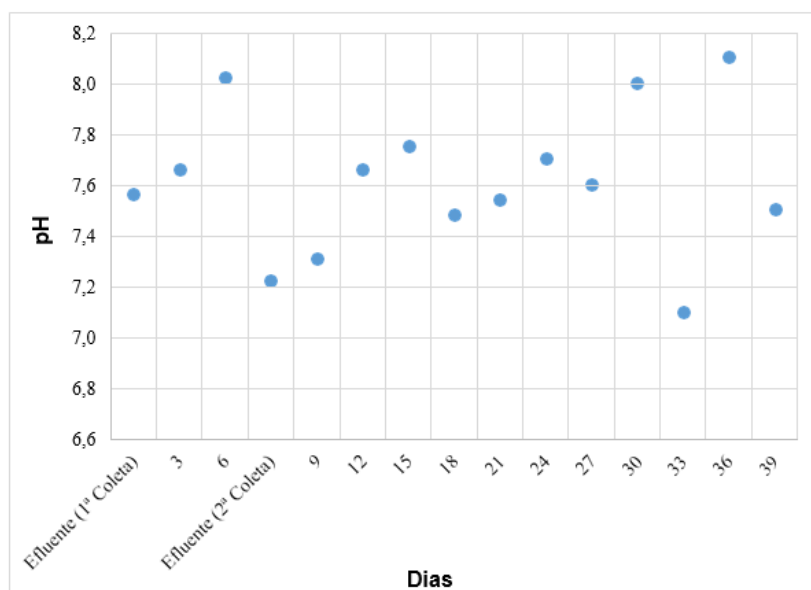
Fonte: Os autores.

A partir da Figura 07 pode-se perceber que a eficiência de remoção de ST apresentou variação significativa ao longo do experimento. A máxima eficiência obtida foi de 80,0 % aos 6 dias de experimento e uma média de remoção de 41,1 %. Destaca-se que a última amostra (39º dia de experimento) apresentou apenas 15,26 % de remoção de ST.

### 3.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

Os valores obtidos durante o experimento quanto ao pH estão apresentados na Figura 08.

Figura 08. Valores de pH ao longo do tempo no efluente tratado em *wetland* de bancada.



Fonte: Os autores.

Verifica-se, por meio da Figura 8, que o pH ficou em torno do pH neutro tendendo ao pH básico, não apresentando grandes variações ao longo do experimento.

Os valores de pH medidos nas amostras de efluente tratado estão dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 430/2011 (entre 5,0 e 9,0), para descarte em corpos receptores hídricos, não indicando problemas associados a este parâmetro.

### 3.4 DESENVOLVIMENTO DA PLANTA AO LONGO DO EXPERIMENTO

A Figura 09 demonstra as alterações no aspecto visual da planta utilizada no experimento ao longo da operação do sistema. Na Figura 10 pode ser visualizado o aspecto das raízes após 25 dias de experimento. A planta resistiu bem ao efluente, não havendo morte, além da geração de novos brotos, demonstrando um bom desenvolvimento e resistência ao longo do tempo. As raízes das plantas também apresentaram um excelente desenvolvimento ao longo do experimento.

Figura 09. Aspecto visual das plantas ao longo do experimento.



Fonte: Os autores.

Figura 10. Aspecto visual das raízes aos 25 dias de experimento.



Fonte: Os autores.

### 3.6 DIMENSIONAMENTO DE UM *WETLAND* PARA A INDÚSTRIA

Para o dimensionamento de um *wetland* construído na indústria estudada, primeiramente verificou-se a vazão média diária de efluente produzida no processo de parboilização do arroz, em torno de 24 m<sup>3</sup>/dia. A partir da vazão diária e o TDH do experimento, encontrou-se o volume a partir da Equação 03.

$$Q_{\text{efluente}} = \frac{V}{TDH} \quad 3)$$

Em que:

$Q_{\text{efluente}}$  : Vazão de efluente;

$V$ : Volume necessário para o *wetland*;  $TDH$  : Tempo de detenção Hidráulica.

Para a quantificação de areia e brita foi utilizada a mesma proporção estabelecida no dimensionamento do *wetland* em escala de bancada.

Considerando a porosidade encontrada no experimento e o tempo de detenção hidráulica de 3 dias, obtém-se um volume de 240 m<sup>3</sup> necessário para construção de um *wetland* na indústria. Para o cálculo de área estipulou-se uma profundidade de tanque de 0,8 m. Desta forma foi dimensionado o *wetland* como proposta para implantação nesta indústria, conforme dados apresentados na Tabela 03.

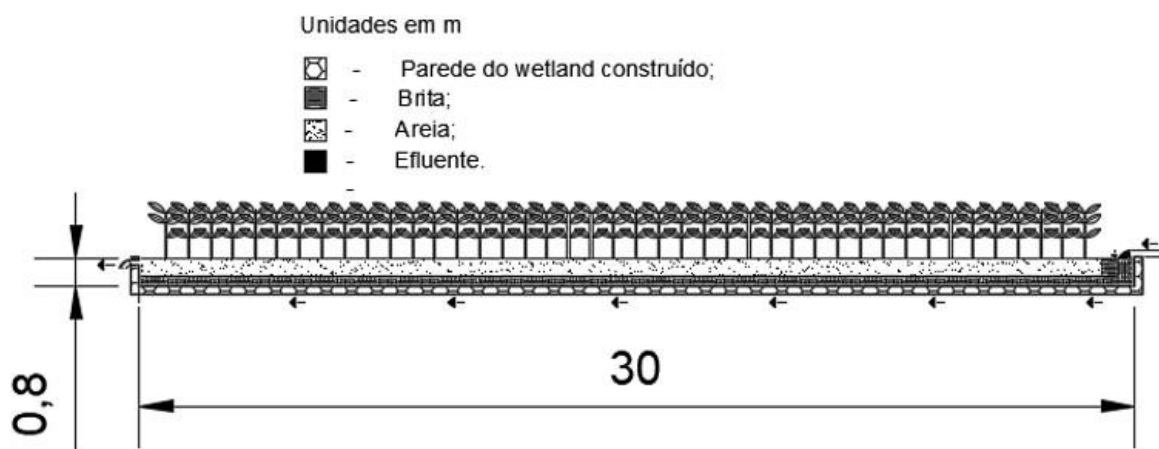
Tabela 03. Dimensionamento de um *wetland* construído para a indústria.

|                                               |                                      |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| Volume do <i>wetland</i>                      | 240 m <sup>3</sup>                   |
| Volume total de efluente                      | 72 m <sup>3</sup>                    |
| Vazão de efluente                             | 24 m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> |
| Porosidade                                    | 30%                                  |
| TDH                                           | 3 dias                               |
| Quantidade de areia                           | 100,8 m <sup>3</sup>                 |
| Quantidade de brita                           | 67,2 m <sup>3</sup>                  |
| Profundidade do <i>wetland</i>                | 0,8 m                                |
| Largura                                       | 10 m                                 |
| Comprimento                                   | 30 m                                 |
| Área                                          | 300 m <sup>2</sup>                   |
| Quantidade de plantas ( <i>Canna indica</i> ) | 9900                                 |

Fonte: Os autores.

Na Figura 11 está ilustrada a vista lateral do *wetland* proposto como processo complementar de tratamento do efluente de parboilização do arroz na indústria, com 30 m de comprimento e 10 m de largura.

Figura 11. Vista lateral do *wetland* proposto para a indústria.



Fonte: Os autores.

#### 4. CONCLUSÕES

O uso de *wetland* subsuperficial horizontal com a macrófita *Canna indica* demonstrou redução significativa nos teores de NTK do efluente, o que pode contribuir significativamente para a diminuição dos impactos causados pelo lançamento do efluente em corpos receptores hídricos.

Na remoção de Sólidos Totais verificou-se tendência de diminuição da eficiência ao longo do tempo de operação do sistema. O uso de processo mais



eficiente de decantação pode melhorar o funcionamento do sistema *wetland*. Além disso, a determinação do teor de sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais pode ajudar a compreender melhor os fatores que interferem no comportamento observado ao longo do tempo.

O sistema *wetland* não causou grandes variações de pH no efluente tratado ao longo do experimento. A planta *Canna indica* apresentou boa adaptação ao sistema e bom desenvolvimento ao longo do tempo de contato com o efluente de parboilização do arroz.

Considerando os dados obtidos no dimensionamento, torna-se viável a implantação de um sistema *wetland* construído na indústria como processo complementar de tratamento. No entanto, destaca-se a necessidade de acompanhamento de outros parâmetros de qualidade no efluente, como Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Fósforo Total, de forma a verificar a eficiência do sistema na remoção destes parâmetros, bem como o atendimento aos parâmetros de lançamento do efluente, estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes.

## REFERÊNCIAS

AMATO, G. W.; ELIAS, M. C.. **A Parboilização do Arroz**. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2005, 160p.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21<sup>th</sup>. Washington, DC, New York: American Public Health Association, 2005.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Monitoramento Agrícola: Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos, V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 3 - Terceiro levantamento, DEZEMBRO, 2019. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: 21/12/2019.

CONAMA nº 430, Resolução (2011). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 20/12/2019.

COSTA, J. F.; SPERLING, M. V.; SEIDL, M. **Avaliação do desempenho do sistema de alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial tratando efluente de reator UASB**. In: Simpósio brasileiro sobre aplicação de *wetlands* construídos de águas residuárias, 1º, 2013, Florianópolis. Anais...Florianópolis: Auditório da Reitoria-UFSC, 2013. 300 pg.

DECEZARO, S., T. **Nitrificação e remoção de matéria orgânica carbonácea e sólidos de efluente doméstico em Wetland construído de fluxo vertical**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2016.

FARIA, O. L. V.; KOETZ, P. R.; SANTOS, M. S.; NUNES, W. A. Remoção de fósforo de efluentes da parboilização de arroz por absorção biológica estimulada em reator em batelada sequencial (RBS). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(2): 309-317, 2006.

KUMAR, A.; PRIYADARSHINEE, R.; ROY, A.; DASGUPTA, D.; MANDAL, T. Current techniques in rice mill effluent treatment: Emerging opportunities for waste reuse and waste-to-energy conversion. **Chemosphere**, v.164, p. 404-412, 2016.

PAOLI, A.C. **Análise de desempenho e comportamento de wetland horizontais de fluxo subsuperficial baseado em modelos hidráulicos e cinéticos**. 2010. 165 p. Dissertação (Pós graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos)- Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte.

PELISSARI, C.; SEZERINO, P. H.; BENTO, A. P.; CARVALHO JUNIOR, O.; DECEZARO, S. T.; WOLFF, D. B. Incorporação de nitrogênio e fósforo no tecido foliar da macrófita *Typha domingensis* Pers. durante o tratamento de efluente da bovinocultura leiteira em *wetlands* construídos. **Eng Sanit Ambient**, v.24, n.3, p. 585-90, 2019.

QUEIROZ, M. I.; KOETZ, P. R. Caracterização do efluente da parboilização do arroz. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.3, n.3, p. 139-143, 1997.

SANDOVAL, L.; ZAMORA-CASTRO, S. A.; VIDAL-ÁLVAREZ, M.; MARÍN-MUÑOZ, J. L. Role of Wetland Plants and Use of Ornamental Flowering Plants in Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review. **Appl. Sci.**, 9, 685, 2019.

SAYANTHAN, S.; THUSYANTHY, Y. Rice Parboiling and Effluent Treatment Models; a Review. **International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)**, V. 4, Issue 5, p. 17-23, 2018.

SILVA, L. H. **Umidade inicial dos grãos e parâmetros hidrotérmicos sobre a água de encharcamento e o desempenho industrial do arroz na parboilização**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, 2003.

SOUZA, J. T.; HAANDEL, A. V.; LIMA, E. P. C.; NUNES, I. H. Utilização de wetland construído no pós tratamento de esgotos domésticos pré tratados em reator UASB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Campina Grande-PB, v. 9, n. 4 -, p. 285-290, 2004.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós tratamento de efluentes sanitários: *wetlands* construídos utilizando brita e bambu como meio suporte**. 2008. 219 f. Tese de doutorado (Engenharia Civil- Saneamento Ambiental). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

# CAPÍTULO 10

## CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE PLUVIÔMETRO DE BAIXO CUSTO COMO ALTERNATIVA PARA O PEQUENO AGRICULTOR.

### **Samuel Silva**

Prof. Dr. em Agronomia

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Cascavel – Piranhas/AL. CEP: 57460-000, Brasil.

E-mail: samuel.silva@ifal.edu.br

### **Amanda Cibebe da Paz Sousa**

Graduanda em Engenharia Agrônômica

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Cascavel – Piranhas/AL. CEP: 57460-000, Brasil.

E-mail: amandacibebe-21@hotmail.com

### **Carla Sabrina da Silva**

Graduanda em Engenharia Agrônômica

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Cascavel – Piranhas/AL. CEP: 57460-000, Brasil.

E-mail: carlaabrina@gmail.com

### **Edmaíris Rodrigues Araújo**

Graduanda em Engenharia Agrônômica

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Cascavel – Piranhas/AL. CEP: 57460-000, Brasil.

E-mail: edmairisengifal@gmail.com

### **Jonatas Emanuel Souza**

Graduando em Engenharia Agrônômica

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Cascavel – Piranhas/AL. CEP: 57460-000, Brasil.

E-mail: jonatas072010@gmail.com

### **Marcelo Augusto da Silva Soares**

Doutorando em Agronomia/Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins - Rio Largo/AL.  
CEP: 57072-970, Brasil.

E-mail: marcelocico\_@hotmail.com

### **Julhe Caroline Farias da Costa**

Graduanda em Engenharia Agrônômica

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Cascavel – Piranhas/AL. CEP: 57460-000, Brasil.

E-mail: julhecarolinefarias@hotmail.com

**Suellen Barbosa de Moraes**

Graduanda em Engenharia Agrônômica

Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Cascavel – Piranhas/AL. CEP: 57460-000, Brasil.

E-mail: suellenengifal@gmail.com

**Iêdo Teodoro**

Prof. Dr. em Agronomia, Centro de Ciência Agrárias (CECA),

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins - Rio Largo/AL.

CEP: 57072-970, Brasil.

E-mail: iedoteodoro@gmail.com

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo construir e avaliar um pluviômetro de alta precisão a partir da utilização de material de baixo custo. O estudo foi desenvolvido no IFAL/Campus Piranhas, no Laboratório de Irrigação e Drenagem. Para análise comparativa foram utilizados um pluviômetro comercial Ville de Paris e um de baixo custo, sendo este último desenvolvido com a utilização de materiais de fácil aquisição. Para quantificar a aproximação entre os dados obtidos no pluviômetro construído e os do instrumento padrão, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson, o pareamento de médias pelo teste t de Student e o ajuste do coeficiente de concordância “d” de Willmott. O pluviômetro construído mostrou-se altamente eficiente e de perfeita exatidão em relação ao comercial, em que seu custo de aquisição representa em torno de 4 % do custo do instrumento comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ville de Paris, Custo-benefício, Precipitação pluvial, Práticas agrícolas, Monitoramento.

**ABSTRACT:** The present work aimed to build and evaluate a high precision rain gauge using low cost material. The study was carried out at IFAL / Campus Piranhas, at the Irrigation and Drainage Laboratory. For comparative analysis, a commercial Ville de Paris rain gauge and a low cost were fertilized, the latter being developed with the use of easy-to-use materials. To quantify the approximation between the data selected on the constructed rain gauge and the standard instrument, use Pearson's correlation coefficient, the media pairing for Student's test and Willmott's agreement coefficient “d”. The built-in rain gauge proved to be highly efficient and needs exact precision in relation to the commercial one, in which its acquisition cost represents around 4% of the cost of the commercial instrument.

**KEYWORDS:** Ville de Paris, Cost-benefit, Rainfall, Agricultural practices, Monitoring.

## 1. INTRODUÇÃO

A chuva é uma variável climática fundamental no balanço hídrico, sendo a compreensão de sua disponibilidade e intensidade essencial ao diagnóstico das variações sazonais do clima em um dado período de tempo, o que faz do seu monitoramento uma tarefa indispensável. O monitoramento por sua vez é realizado em estações meteorológicas e/ou climatológicas, por meio de pluviômetros ou pluviógrafos (MOL, 2007).

O pluviômetro é um aparelho utilizado para medição da altura precipitada, na qual cada milímetro de chuva coletado corresponde a um litro de água por metro quadrado. O volume da chuva coletado por um dado pluviômetro em um determinado local depende de vários fatores, tais como a altura do pluviômetro acima do solo, a velocidade do vento e a taxa de evaporação (AYOADE, 2007).

A produção agrícola é altamente dependente de recursos naturais como solo, água e condições climáticas favoráveis, por isso a agrometeorologia ou meteorologia agrícola, uma das áreas da ciência, coloca os conhecimentos da meteorologia a serviço da agricultura (RADIN & MATZENAUER, 2016). Essa ciência é voltada para o atendimento das demandas do setor agrícola visando reduzir os riscos climáticos associados ao setor, de forma a elevar a produtividade, reduzir o risco econômico envolvido na atividade, buscando uma agricultura sustentável (GHINI *et al.*, 2011). Tem caráter multidisciplinar, que reúne conhecimentos diversos em várias disciplinas agronômicas e envolve a análise e o entendimento das relações entre o ambiente físico e os processos biológicos relacionados às atividades agrícolas (BAMBINI, 2011; BAMBINI *et al.*, 2014; TEMPLETON *et al.*, 2014).

As condições meteorológicas e climáticas podem afetar práticas agrícolas, tais como preparo do solo, semeadura, irrigação, colheita, bem como a relação entre plantas e microorganismos, insetos, fungos e bactérias, o que pode favorecer ou ocultar a ocorrência de pragas ou doenças, as quais exigem medidas de controle adequadas (GHINI *et al.*, 2011). Assim, considerando a grande importância das condições meteorológicas para a agricultura, o uso de informações meteorológicas e climáticas é fundamental para apoiar os processos de decisão ao nível da propriedade, em que a demanda por informações agrometeorológicas oportunas e eficazes para aplicações por parte dos agricultores é crescente. Diante desse cenário, um dos fatores responsáveis pelo baixo rendimento agrícola é a distribuição irregular da precipitação pluvial (CARVALHO *et al.*, 2013), em que as culturas anuais têm uma

grande dependência na produtividade de acordo com as condições chuvosas de cada região (SILVA *et al.*, 2009).

Dentre os elementos climáticos, a chuva requer uma maior quantidade de unidades de monitoramento, porém, o número de estações meteorológicas públicas para monitoramento da chuva e os altos custos dos pluviômetros padrões de alta precisão disponíveis no mercado fazem com que o pequeno agricultor tenha restrições a estas informações em suas propriedades, sendo necessário que alternativas de baixo custo, mas de boa precisão, sejam desenvolvidas para atender a esta demanda, principalmente nas áreas onde existem cultivos irrigados.

O uso de pluviômetros plásticos para a determinação do total de chuvas é comum, principalmente, entre pequenos produtores rurais, devido ao baixo custo desses equipamentos. Os valores registrados, entretanto, nem sempre são corretos, podendo apresentar erros que comprometem o planejamento de atividades como a irrigação, por exemplo (CONCEIÇÃO & ZANETONI, 2007).

Assim, o uso de informações meteorológicas e climáticas é fundamental para apoiar os processos de decisão ao nível da propriedade, em que a demanda por informações agrometeorológicas oportunas e eficazes para aplicações por parte dos agricultores é crescente. Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo construir e avaliar um pluviômetro de alta precisão a partir da utilização de material de baixo custo.

## **2. METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

O estudo foi desenvolvido no IFAL/Campus Piranhas, no Laboratório de Irrigação e Drenagem. O pluviômetro de baixo custo foi construído com a utilização de cano PVC de 150 mm de diâmetro, dois funis de plástico, mangueira de polietileno de 16 mm, massa de vedação, registro de 16 mm e cola veda calha, em que a área de captação foi de 245 cm<sup>2</sup>. Após a confecção do instrumento, o mesmo foi instalado a 1,5 m da superfície do solo dentro da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, localizada no IFAL/Campus Piranhas, seguindo as determinações da Organização Mundial de Meteorologia-OMM, em que foi feita a calibração em função do instrumento padrão de aquisição automática de dados.

Para análise comparativa de custo-benefício com o pluviômetro construído, foi utilizado um pluviômetro comercial Ville de Paris e, para a análise comparativa dos dados de chuva, utilizou-se o pluviômetro automático da estação do INMET. O período



de avaliação do instrumento foi de agosto de 2018 a junho de 2019, em que os 45 dados das chuvas coletadas foram medidos com proveta graduada em milímetros e anotados diariamente em uma planilha adaptada para tal propósito.

Para quantificar a aproximação entre os dados obtidos no pluviômetro construído e os do instrumento padrão, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), em que r igual a  $\pm 0,9$  indica correlação muito forte;  $\pm 0,7$  a  $0,9$  indica correlação forte;  $\pm 0,5$  a  $0,7$  indica correlação moderada;  $\pm 0,3$  a  $0,5$  indica correlação fraca; e de 0 a  $\pm 0,3$  indica correlação desprezível. Foi feito o pareamento de médias pelo teste t de Student ( $p \leq 0,05$ ), além do ajuste do coeficiente de concordância “d” de Willmott (1981), em que os valores podem variar de zero (nulidade) a 1 (perfeita exatidão). Os gráficos foram gerados no programa SigmaPlot 10.0®.

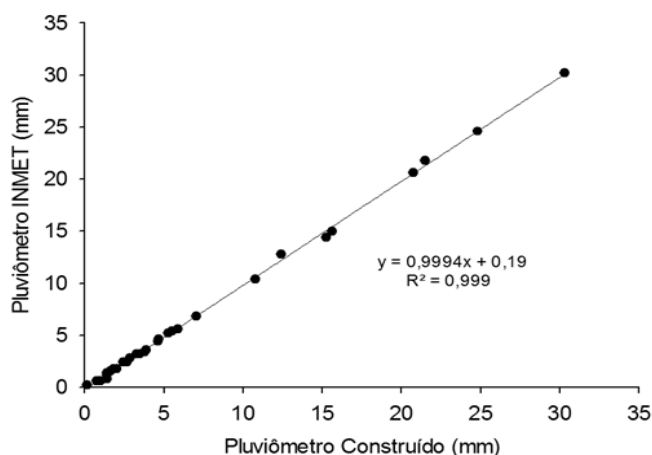
$$d = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N |P'_i| + |O'_i|^2} \right] \quad (01)$$

Em que: d é coeficiente de concordância de Willmott; N é o número de observações;  $P_i$  é o valor de cada observação no pluviômetro construído;  $O_i$  é o valor de cada observação no instrumento padrão;  $P'_i$  é o valor de cada observação no pluviômetro construído subtraído da média do instrumento padrão;  $O'_i$  é o valor de cada observação no instrumento padrão subtraído da sua média.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pluviômetro construído mostrou-se altamente eficiente e de perfeita exatidão em relação ao comercial. Observa-se na Figura 1, que houve valores praticamente iguais para uma mesma chuva coletada nos dois instrumentos, com coeficiente de determinação da equação de estimativa entre ambos de 0,999. Além disso, o coeficiente angular foi de 0,9994, gerando pequena diferença na estimativa para  $x=1$  mm, e o coeficiente linear foi apenas 0,19, indicando o alto grau de precisão dos dados coletados no pluviômetro construído.

Figura 01. Correlação entre valores de chuva coletados no pluviômetro do INMET e no construído no IFAL/Campus Piranhas.



Fonte: Os autores.

A correlação entre os dados obtidos no pluviômetro construído e os do instrumento padrão pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi de 0,999, mostrando alta similaridade entre os dados observados em cada instrumento. O pareamento de médias pelo teste  $t$  de Student ( $p \leq 0,05$ ) apresentou resultado não significativo, indicando valores semelhantes com obtenção de médias aproximadas, em que o coeficiente de concordância “ $d$ ” de Willmott (1981) mostrou-se próximo a 1, o que indica perfeita exatidão entre os dois pluviômetros.

Tabela 01. Avaliação do pluviômetro construído no IFAL, comparando-o com o instrumento padrão do INMET, através de teste de correlação, teste  $t$  de Student e índice ‘ $d$ ’ de Willmott.

| Coeficiente de correlação de Pearson | Teste $t$ de Student ( $p \leq 0,05$ ) | Índice ‘ $d$ ’ de Willmott |
|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| $r = 0,999$                          | INMET: 5,1 a*                          | $d = 0,999$                |
|                                      | IFAL: 5,3 a                            |                            |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo Teste  $t$  de Student, a 5 % de probabilidade.

Fonte: Os autores.

O pluviômetro Ville de Paris é um dos instrumentos mais comercializados e utilizados no Brasil, com um valor estimado entre R\$ 1.419,62 a R\$ 1.761,14 (Mercado Livre, 2019). O valor do pluviômetro construído foi insignificante em relação ao comercial, custando R\$ 63,40, o que equivale a cerca de 4 % do valor do equipamento padrão e, por isso, é um pluviômetro acessível aos pequenos produtores.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O pluviômetro construído no IFAL/Campus Piranhas possui um ótimo custo-benefício, sendo acessível para pequenos produtores, e apresenta resultados semelhantes ao pluviômetro comercial, mostrando-se eficiente e de alta precisão.

## REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 12<sup>a</sup> ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- BAMBINI, M. D. et al. Collaborative Innovation in Agrometeorology: Coordination Strategies to Develop a Monitoring IT System for Brazil. **Journal of technology management & innovation**. v.9, p.119-130, 2014.
- BAMBINI, M. D. **Inovação tecnológica e organizacional em agrometeorologia: estudo da dinâmica da rede mobilizada pelo sistema Agritempo**. MSc Universidade Estadual de Campinas - Unicamp. 217p. 2011.
- CARVALHO, A. L.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; SILVA, E. C. Estação chuvosa e de cultivo para a região de Rio Largo, Alagoas baseada em métodos diretos e sua relação com o El Niño – Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.28, n.2, p.192-198, 2013.
- CONCEIÇÃO, M. A. F., ZANETONI L. P. **Estimativa de chuvas usando pluviômetros plásticos**. Bento Gonçalves, RS. Comunicado Técnico, 75: Embrapa Uva e Vinho, 2007.
- MOL, J. M. D. Estimativa de precipitação por meio de sensoriamento remoto. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília/DF, 2005.
- GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Orgs.) **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 356p. 2011.
- RADIN, B., MATZENAUER, R. Uso das informações meteorológicas na agricultura do Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.24, n.1, p.41-54, 2016.
- SILVA, L. L.; COSTA, R. F.; CAMPOS, J. H. B. C.; DANTAS, R. T. Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.454-461, 2009.
- TEMPLETON, S. R. et al. Usefulness and uses of climate forecasts for agricultural extension in South Carolina, USA. **Regional Environmental Change**, v.14, p.645-655. 2014.
- WILLMOTT, C. J. On the validation of models. **Physical Geography**, v.2, p.184-194, 1981.

# CAPÍTULO 11

OS *FUTURES* DAS MATÉRIAS PRIMAS AGRÍCOLAS, UM SECTOR VULNERAVEL E NÃO REGULAMENTADO NAS MÃOS DOS APOSTADORES DA FINAÇA GLOBAL.

## Chiara Madaro

Formação académica mais alta: Mestre em Políticas da Proteção do Ambiente Global.

Instituição: Università della Tuscia - Viterbo

E-mail: [chiaramadaro.76@gmail.com](mailto:chiaramadaro.76@gmail.com)

**RESUMO:** Imediatamente depois da crise do 2008, os bancos 'too big to fail', estão envolvidos em operações internacionais de derivados de matérias-primas incluindo os produtos da terra. Os riscos em jogo estão catalogados como 'potencialmente catastróficos' pela mesma Federal Reserve. A carência do produto no mercado determina um aumento do valor e dos preços para os consumidores e para os basilares direitos à alimentação e à saúde. Uma técnica brutal batizada pela primeira vez na década dos 30 por Cargill, uma corporation centrada nas matérias primas agrícolas, e que causou a expulsão do CBOT então que o secretariado americano da agricultura acusou a corporation da tentativa de destruir o mercado americano do milho. Sob acusação as relações perigosas entre bancos e comércio e as atividades de monopólio nas atividades financeiras bancárias aviadas na década dos 70, quando alguns bancos começaram a exercer pressões sobre a política com o objetivo de obter a expansão das suas atividades e o desmantelamento de qualquer forma de controle regulador. Um sistema ultrafinanceiro corrupto que está acumulando uma rentabilidade colossal. Elevados os riscos sistêmicos: a passagem do modelo da economia real até a financeira favorece a criação de uma autêntica finança-sombra, um vasto mercado paralelo que gera uma descontrolada quantidade de derivados sempre mais sofisticados e complexos, trocados over the counter. Sistemas iníquos avaliados por atrás dos abusos estatais, onde frequentemente se escondem os interesses das empresas corporativas. Neste quadro especulativo a agricultura oferece vulnerabilidades peculiares tais que os analistas abordam o tema da agricultura com o da guerra de contra-insurgência que tende ao ecocídio em relação ao medio-ambiente bem como ao genocídio em relação aos povos: é a bio-warfare. O caso das oliveiras na Itália.

**PALAVRAS-CHAVE:** Financeirização, matérias primas, agricultura, bancos tbtf – futures.

**ABSTRACT:** Immediately after the 2008 crisis, banks 'too big to fail' are involved in international operations of derivatives of raw materials including products from the land. The risks at stake are cataloged as 'potentially catastrophic' by the same Federal Reserve. The lack of the product in the market determines an increase in value and prices for consumers and for the basic rights to food and health. A brutal technique first baptized in the 1930s by Cargill, a corporation focused on agricultural raw materials, which caused the expulsion of the CBOT when the American agriculture secretariat accused the corporation of trying to destroy the American corn market. Under accusation the dangerous relations between banks and commerce and the monopoly activities in banking activities started in the 70s, when some banks began to exert pressure on the policy with the objective of obtaining the expansion of their activities and the dismantling in any way regulatory control. A corrupt ultra-financial

system that is accumulating colossal profitability. Systemic risks are high: the transition from the real to the financial model favors the creation of an authentic shadow finance, a vast parallel market that generates an uncontrolled amount of increasingly sophisticated and complex derivatives, exchanged over the counter. Wicked systems evaluated behind state abuses, where the interests of corporate companies often hide. In this speculative framework, agriculture offers peculiar vulnerabilities such that analysts approach the theme of agriculture with that of the counterinsurgency war that tends towards ecocide in relation to the environment and genocide in relation to peoples: it is bio-warfare. The case of olive trees in Italy.

**KEY WORDS:** Financialization, raw materials, agriculture, tbtf banks – futures.

## 1. INTRODUÇÃO

Alimentos e agricultura casaram-se com estruturas de poder que geraram excedentes e défice alimentares e reestruturaram a agricultura indígena em todo o mundo amarrando-a a um sistema internacional de comércio baseado no monocultivo orientado à exportação.

Estabeleceu-se, desta forma, um nexo inextricável entre a crise alimentar mundial e a especulação financeira nos produtos agrícolas. A amplitude da rápida variação dos preços sugere que estos movimentos não são resultantes da normal movimentação de oferta e procura. É possível crer que a especulação financeira e as atividades dos investidores nos *futures* das matérias-primas alimentares não regulamentadas, sejam o primeiro factor subjacente ao rápido crescimento dos preços para muitas matérias-primas ao longo dos últimos anos. Para o trigo +95 %, só na segunda metade do 2010.

O que é que aconteceu no sistema produtivo global? Imediatamente depois da crise do 2008, esses bancos *'too big to fail'*, em vez de ser objeto de uma revisão e redimensionamento, começaram a *bypassar* qualquer limitação e control que separava o sistema bancário do comercial, acabando por invadir e se apoderar de amplos sectores da economia real transormando-se em grandes corporation e multinacionais. Os efectos previstos são incalculáveis e disruptivos.

No 2011 Goldman Sachs, Morgan Stanley e JP Morgan acabaram na crônica judiciária para a implicação numa quantidade de atividades de risco no setor das matérias primas nas areas da produção, do transporte, do armazenamento, no processamento, no fornecimento e no negócio de energia, metais e commodity agrícolas. Os riscos em jogo estão catalogados como *'potencialmente catastróficos'* também porque, como afirma a Federal Reserve:

Os recentes desastres relativos às matérias primas demostram que os riscos associados a estas atividades são unicos no género, no fim e no tamanho. Em particular as catástrofes que envolvem as commodities ambientalmente sensíveis podem causar prejuízos economicamente fatais que ultrapassariam de muito o valor do mercado das commodities ou dos capitais investidos ou das políticas de seguro daqueles que participam no mercado.\*

---

\* United States Senate PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS Committee on Homeland Security and Governmental Affairs Carl Levin, Chairman John McCain, Ranking Minority Member WALL STREET BANK INVOLVEMENT WITH PHYSICAL COMMODITIES MAJORITY AND MINORITY STAFF REPORT PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS UNITED STATES SENATE RELEASED IN CONJUNCTION WITH THE PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS NOVEMBER 20 AND 21, 2014 HEARING, pg 4.



O mercado das matérias-primas è uma autêntica máquina de dinheiro num contexto de 'finança creativa'. O envolvimento das matérias primas agrícolas nestes obscuros mecanismos tem a ver com os direitos básicos dos povos. A denuncia da Coca Cola, revelou alguns destes mecanismos: depois da crise económica do 2008, a Goldman Sachs comprou os armazéns da Metro International Trade Services para um valor de 540 milhões de dólares.

A Metro possui mais que 100 armazenamentos e 13 diferentes pontos em todo o mundo para a entrega das mercadorias. Aqui foram armazenadas mais que um milhão de toneladas de alumínio industrial:  $\frac{1}{4}$  da produção mundial. Apenas o armazenamento, gera milhões de dólares de receitas. Mas a Goldman Sachs está também no comércio dos metais e decide a quantidade de metal a ser introduzido no mercado e os tempos. A disponibilização da matéria prima gota a gota, determina de propósito uma carência do produto no mercado determinando um aumento do valor: estima-se que no 2010 o custo do metal aumentou dos +20 aos +40 \$ por tonelada chegando a um custo de 2,800 \$/T, então que, das 364.175 toneladas de alumínio armazenado, só 171.350 T foram distribuídas no mercado. Os tempos de espera para a entrega aos clientes superaram de longe o ano determinando um aumento dos preços para os consumidores.

Uma técnica brutal batizada pela primeira vez mesmo por Cargill uma corporation centrada nas matérias primas agrícolas, em meados da década dos 30. No setembro do 1937, o milho era uma mercadoria limitada na quantidade. A colheita americana do 1936 foi insuficiente e a nova colheita não teria sido colhida até o outubro do novo ano. Neste contexto, a Cargill comprou toda a futura produção de milho disponível gerando estreitas no mercado. Por consequência, a Chicago Board of Trade ordenou à Cargill de vender alguns dos futuros. A Cargill recusou a imposição e foi expulsa do CBOT então que o secretariado americano da agricultura acusou a *corporation* da tentativa de destruir o mercado americano do milho. Em seguida a Cargill inseriu-se no mercado dos resíduos e das matérias primas metálicas.

Hoje, depois de várias décadas, JP Morgan Chase, Morgan Stanley e Goldman Sachs estão agora envolvidas em operações internacionais de derivados de matérias-primas incluindo os produtos da terra.

Robin Bhar, um analista financeiro, afirma que no Credit Agricole de Londres o

conflito de interesses è tão afiado que requiere-se mais peso por os reguladores antitruste estadounidenses e europeus.

Sob acusação as relações perigosas entre bancos e comércio: no passado algumas, fundamentais leis federais nos Estados Unidos promoveram a separação entre estas duas atividades. São dispositivos do passado, elaborados com o objetivo de reduzir e prevenir o risco de monopólio nas atividades financeiras bancárias. O respeito destas leis tornou possível o desenvolvimento do sistema bancário internacional. Mas na década dos 70, alguns bancos começaram a exercer pressões sobre a política com o objetivo de obter a expansão das suas atividades: segurança, seguros e esses complexos sistemas de apostas dos derivativos tornaram-se novos campos de acção. Tem início a erosão das limitações exigidas por o Glass-Steagall Act (1933), a resposta à Grande Depressão, causa do conflito mundial.

No 1999 o Congresso activa o Financial Modernization Act, conhecido como Gramm-Leach-Bliley Act o qual explicitamente autoriza os bancos comerciais a se afiliar com outros tipos de empresas financeiras utilizando estruturas como as *holdings* financeiras. Pouco mais tarde, no 2000 o Congresso activa também o Commodities Futures Modernization Act o qual proíbe mesmo qualquer interferência ou atividade reguladora por parte de autoridades federais em relação aos chamados ‘*swap*’, contratos bilaterais onde as duas partes fazem uma aposta no valor futuro de um instrumento financeiro específico, uma taxa de juro ou uma taxa de câmbio. O desmantelamento de qualquer forma de controle regulador abriu o caminho das actividades bancárias até as *commodities*, ou seja, as matérias primas e até actividades extremamente arriscadas.

Só 10 anos depois a adopção destas leis, os bancos mais importantes existentes no mundo accionaram a crise financeira que devastou a economia dos EUA e, com efeito dominó, a mundial.

A reconstituição histórica e a *intelligence* dos dados relativos aos mercados globais è importante para relevar as ‘impressões digitais’ deixadas em todo o lado nas cenas das apostas financeiras.

Parece urgente a revogação destas leis ultraliberistas e a restauração de mecanismos de contenção e controle nas actividades bancárias, antes que os culpados causam danos irreparáveis así como temido por uma relação minoritária elaborada por o Congresso dos EUA sobre o papel do Wall Street no mercado das matérias primas incluindo as matérias primas agrícolas, base da alimentação para os povos de todo o

mundo. Por isso que è urgente a ativação de dispositivos penais internacionais que sejam de dissuasão para os especuladores globais acusados de genocídio financeiros nos mais altos fóruns e de economia psicopata e militarizada por parte de algumas nações contra outras, escravizadas a fim de não ter concorrentes na acumulação de recursos. O que acontece è que os 5 ou 6 maiores bancos estado-unidenses estão acumulando uma rentabilidade colossal.

Num sistema ultrafinanceiro corrupto e desprovido de controles e normas, esta liquidez, em vez de ser utilizada para o tecido vital e produtivo das pequenas e médias empresas, termina na ávida especulação financeira. Os riscos sistêmicos são elevados: serviços financeiros ilegais, fraudes fiscais, branqueamento de capitais, falta dos basilares direitos dos cidadãos e dos povos.

Conforme descrito em Ilaria á, *Neoliberalismo e manipolazione di massa*, Ed. Youcanprint Self-Publishing, Tricase (LE):

O sistema capitalístico ultra financeiro, movimentou num curto espaço de tempo o asse da economia real até o da financeira reproduzindo-se rapidamente e favorecendo a criação de uma autêntica finança-sombra, um vasto mercado paralelo, legalizado, que abrange as atividades deregulamentadas e liberalizadas. Colossal e descontrolada a quantidade de derivados colocados no mercado. Cada dia nascem novas e sempre mais sofisticadas e complexas tipologias de derivados que podem ser trocados *over the counter*, ou seja, fora das Bolsas. Sendo títulos transitórios, não respondem à obrigação de registo no balanço do banco e escapam das normas do setor. Aproveitando das falências do sistema, os grandes grupos financeiros (holding) criaram uma miríade de sociedades independentes às quais transferem com sistemas extrapatrimoniais consideráveis capitais que, desta forma, tornam-se invisíveis. Finança-sombra, justamente.

Os apostadores da finança global não têm limites morais ou éticos. Um perigo sem precedentes para o mercado não regulamentado das commodities alimentares onde o *insider trading* è quase completamente legal.

Nunca como agora o fundamental direito à alimentação está posto em xeque por questionáveis interesses de elite financeiras acusadas, sem rodeios, de maquiavélica ‘psicopatia financeira’ e que sem alguma decência humana, através atitudes canibais, profanam qualquer noção de direito humano. O Ministro dos Negócios Estrangeiros Venezuelano Jorge Arreaza chegou a falar de genocídio financeiro durante uma conferência de imprensa às Nações Unidas à margem de uma reunião da Comissão Desarmamento no abril 2019.

E prioritário o dever ético dos governadores do mundo a voltar no coração das políticas agrícolas e alimentares. Impor lógicas neoliberalistas na agricultura significa

abandonar os Países a dinâmicas que conduzem diretamente ao ecocídio e ao genocídio.

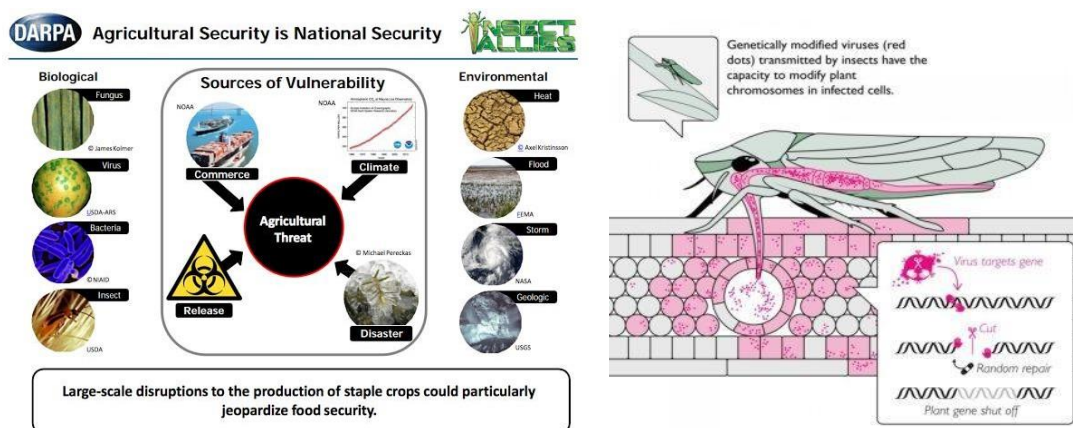
Guillaume Long, ex-Ministro dos Exteriores do Ecuador preside o *Open ended inter- governmental working group on transnational corporations and other business enterprises with respect to human rights*, um painel intergovenamental com a função de negociar uma regulamentação vinculativa para as empresas multinacionais em matéria de direitos humanos, e afirma: “Infelizmente hoje no mundo os seres humanos são um meio para um fim: a acumulação de capital. Por atrás dos abusos estatais, frequentemente se escondem os interesses das empresas corporativas”.

Nefasto em particular o nexu entre o reembolso da dívida soberana e o ajustamento estrutural da agricultura regional imposto por FMI e o BM: para os campesinos se traduz numa espiral crescente de custos num contexto de assimetria de informação. Destrói-se desta forma o mesmo princípio do autosustentamento alimentar. Um sistema acusado por o mesmo Stiglitz enquanto conduz ao fracasso empresas sãs e inteiros sectores industriais.

Neste quadro especulativo a agricultura oferece vulnerabilidades peculiares. Em um contexto de sempre mais evidente guerra combatida no campo da finança e da economia globalizada, sempre mais frequêntemente os analistas abordam o tema da agricultura com o da guerra de contra- insurgência que tende ao ecocídio em relação ao medio-ambiente bem como ao genocídio em relação aos povos: è a biowarfare.

O Max Plank Institut alerta sobre os riscos do *genome editing* em relação às experimentações do DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency, uma agencia militar e de intelligence dos EUA a qual pensou em um projeto conhecido com o tranquilizador nome de ‘Insect Allies’ baseado na transmissão de vírus geneticamente modificados através insectos vectores com a capacidade de modificar o cromosoma das plantas.

Figuras 01 e 02 – Esquemas genéticos.



Fontes das figuras 01 e 02: A autora.

O analista de bio-warfare Casagrande prevê como um objetivo terrorista poderia ser um target agrícola do qual um País tem orgulho particular como as oliveiras na Espanha ou as vinhas francesas.

Para o Casagrande, Estados hostis podem escolher a agricultura como meio para uma guerra assimétrica com o objetivo de paralisar importantes setores produtivos de uma nação rival. Os tempos são fundamentais: se uma doença tarda a manifestar os signos da sua capacidade de destruição, tardam a chegar também as medidas para a combater.

A introdução destes organismos è facil, os custos para a erradicação enormes e as probabilidades de erradicar a patogenicidade com êxito, escassas.

As razões vão além da política ou da religião. O utilizo de armas biológicas contra a agricultura podem ser utilizadas com o fim de manipular futuros mercados com a vantagem de não provocar um pico emocional ou barreiras morais enquanto ninguém é assassinado.

Então: as novas tecnologias no campo da engenharia genética e a finança global, novos, mutuamente funcionais instrumentos do poder nas mãos de um restrito grupo da élite global.

As pandemias agrícolas podem de facto causar perdas e prejuízos económicos de grandes proporções e em prazos bastante longos para determinar graves crises. Sobretudo se são afectadas as plantas perenes. O sequenciamento do genoma de bactérias ou outros organismos, fornece informações importantes e permite modificar os vivos com base nas necessidades. Entre as bactérias *Liberibacter* spp. e *Xylella*

fastidiosa, ambas patogénios para os citrinos, tem características tais a satisfazer os critérios propostos para as armas biológicas.

A observação do fenómeno da dessecação das florestas de oliveiras no Salento, no sul da Itália, oferece, neste quadro, um cenário esemplar. A causa seria mesmo o ataque da *Xylella fastidiosa*, um fenómeno onde o Ministério Público está investigando. Uma questão que gerou um florilégio normativo e legislativo orientado ao corte limpo de milhares de árvores e ao utilizo repetido e obrigatório de pesticidas e erbicidas como neonecotinoides e piretroides proibidos por a Comunidade Europeia.

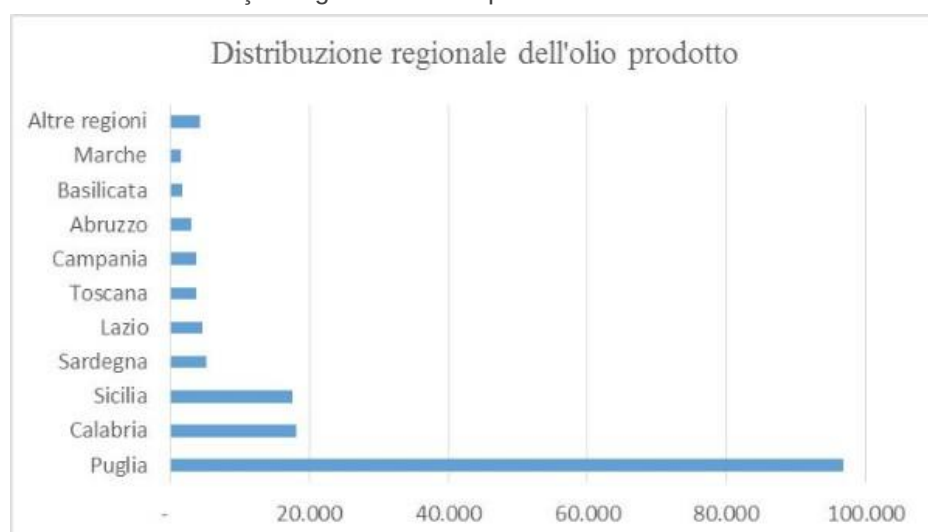
Figura 03: Floresta de Oliveiras



Fonte: A autora.

A região mais afectada é a Apulia com uma floresta de 60 milhões de oliveiras só na região da Apulia, no sul da Itália, 14 vezes mais que a mesma população humana. Entre este número, 500 mil são arvores centenárias.

Tabela 01: Distribuição regional de óleo produzido.



Fonte: A autora.

Um comercio fundamental para a Apulia a qual produz historicamente o 37 % da produção nacional de aceite de oliva e o 12 % da produção mundial. Então é um dos mais importantes recursos economicos não só da região, mas de toda a Itália.

No 2014 a região sofreu uma redução na produção de 1/3 com respeito ao 2013, ano em que foi declarada a infecção da XF. No 2017 a produção teve uma redução adicional do 11 %. No ano passado a produção registou uma redução do - 58 % na Puglia e do 38 % na Itália. O azeite de oliva é um dos produtos mais importantes na Itália, atualmente 2° produtor mundial, 1° importador, 2° exportador mundial de aceite de oliva.

O comercio do 'ouro verde' representa um dos mai importantes setores no campo agroalimentar e da economia italiana com mais que 10mil pessoas ocupadas entre trabalhos diretos e serviços comerciais. Valor de negocios: 2,5 bilhoes de euros. Entre os aceites de qualidade mais reconhecidos na União Europeia, quase o 40 % èstà representado por marcas italianas com 46 produtos. Seguem Grecia e Espanha com 29 cada um. Ma este ano na Apulia muitos campesinos estão abandonando o campo. O comparto agricolo è o mais importante do sul. Se cai o sector económico primario, cai o sul.

A importância das oliveiras è historicamente reconhecida em toda a area do Mediterraneo. Na 'Bota', são protegidas por a Lei Regional n.14 do 4.6.2007 (BUR Puglia n.83 do 7.6.2007) sobre a Tutela e a Preservação da paisagem das Oliveiras centenarias da Puglia e por a Lei n.144 do 14 fevereiro 1951, uma lei elaborada à fim da segunda guerra mundial, quando a Região ( e a Itália inteira) tinha uma economia prevalentemente baseada na agricultura. Esta lei proíbe de cortar ou danificar as oliveiras para o suporte económico que geram, a produtividade, a capacidade de controlar o sistema hidrogeológico e a ecologia dos lugares que estas arvores ocupam, mas também para caraterizar a história, a cultura e a paisagem da região.

Depois de anos e anos de Xf, a Itália, primeira produtora de azeite, já no 2017 cede lugar no pódio à Espanha. Se a campanha olearia do 2016 registrava uma produção de 445mil toneladas de azeite, a ultima campanha senha mais ou menos so 210 mil toneladas. Os danos causados por a X.f. estão a um nível de cerca de 1,2 bilhões, muito mais que os 300mil euros contratados com a UE com o objetivo de reforçar a oleicultura da Apulia.

Um contexto particular onde para o Ceo da Deoleo Pierluigi Tosato, a Itália



perdeu o jogo. Um jogo onde o azeite é uma mercadoria e onde o mercado impõe aos jogadores de ter muito dinheiro para comprar azeite quando o preço desce e ninguém entende vender. Um sistema que requiere que os preços chegam aos consumidores abaixo dos custos de produção: uma verdadeira forma de especulação.

Para o experto: *"This business takes many risks like future selling without guarantees and future buying without closing sales contracts. This, which in this sector seems normal, if we analyze it is a crazy business; moving so much volume with very big risks means not winning at all"*. Os riscos derivam por a quantidade de azeite que a produção garante. Mas a possibilidade de especular sobre esta mercadoria, depende por a produção e a produção depende por as condições meteorológicas. Nestes anos a Espanha conseguiu obter sucesso neste modelo especulativo de business por causa de uma grave seca que manteve níveis produtivos baixos.

Gráfico 01: Preço da produção de óleo extra-virgem (€/kg)



Fonte: A autora.

Mas para o Tosato, é suficiente que se verifique uma temporada mais chuvosa para determinar perdas financeiras importantes. *"It's a suicidal model and I tell the farmers all the time that it is not a viable solution to think about withdrawing oil from the market when one day the price goes down because the competition will not allow it"* acrescenta o manager, para o qual, este modelo necessita de ser reconsiderado pensando no azeite de oliva como a um produto benéfico para a alimentação dos seres humanos mais que como uma simple mercadoria sem valor perguntando-se quanto falta para que as lobbies da California conseguirão nos desbastar até não sobrar nada.

E são mesmo os EUA que chegam a obter um acordo recorde com a Itália com

a compra 'future' de 10 mln de kg de azeite italiano. Um acorde que com a sempre mais baixa produção interna, levará à compra de azeite norte africano, de baixa qualidade e rastreabilidade então que previsivelmente o preço de um recurso de qualidade mas escasso, pouco disponibilizado no mercado, va crescer verticalmente em benefício dos novos utilizadores que estão assistindo a uma procura internacional crescente do produto.

Hoje a produção é -60 % e o preço do azeite italiano aumentou: +65 % em comparação ao Espanhol. Uma enormidade que pode resultar em enormes, desproporcionados, bilionários ganhos para quem especulou em derivados. A maioria destes contratos são '*over the counter*', ou seja, fora dos mercados regulamentados, portanto os dados não são publicados.

Nesta falha legal, judicial, política, os malvados estão a ganhar, nota o Ceo de uma das maiores empresas produtoras de azeite na Chicago Board of Trade, sede mundial para a negociação dos *futures*, durante uma reunião da North American Olive Oil Association.

Para o Tosato, o preço do azeite está sendo baixado artificialmente para valores inferiores ao preço de produção. No mesmo tempo tem uma venda sem precedentes de azeite (com preços baixos). No junho do 2018 Coldiretti, Unaprol, Federolio e FAI (associações de categoria) fecham um negócio histórico no sector da produção oleícola: 10 milhões de kilos para um valor de 50 milhões de euros com o objetivo de estabilizar as condições económicas da venda e segurar a difusão do azeite 100 % italiano.

Para o filósofo Peter Sloterdijk, o século XX vai ser lembrado como o período em que a ideia decisiva não está substantiada numa visão onde o target é o individuo mais o ambiente dele. O que hoje estamos experimentando é o que ele define de 'atmoterrorismo'.

Nesta visão, o ser humano utiliza o medio ambiente como arma contra outros seres vivos da mesma espécie, em função da observação de que não podemos evitar a respiração.

Tema investigado por o filósofo Foucault na teorização da Biopolítica. O domínio descendente por um Estado ou uma corporação transnacional rende as nações dependentes por tecnologias privadas ou maior presença no mercado. E' tempo para a política começar a escutar quem adverte dos perigos para o bem comum indicando alternativas mais que os financeiros interessados ao bem dos poucos.

## REFERÊNCIAS

Colin Todhunter, [https://www.globalresearch.ca/approaching-development-gmo-propaganda-neoliberalism-localisation-agroecology/5660332?utm\\_campaign=magnet&utm\\_source=article\\_page&utm\\_medium=related\\_articles](https://www.globalresearch.ca/approaching-development-gmo-propaganda-neoliberalism-localisation-agroecology/5660332?utm_campaign=magnet&utm_source=article_page&utm_medium=related_articles).

Jayati Ghosh, "Implicazioni della regolazione dei mercati dei derivati sulle materie prime negli USA e nell'Unione Europea", in: *Moneta e Credito*, vol. 64 n.256 (2011), 297-318.

O trigo já nos 70 estava nas mãos das seis multinacionais norte americanas: Cargill Grain Company, Continental Grain Company, Cook Industries Inc., Dreyfus, Bunge Company e Archer-Daniels Midland.

Jayati Ghosh, "Implicazioni della regolazione dei mercati dei derivati sulle materie prime negli USA e nell'Unione Europea", in: *Moneta e Credito*, vol. 64 n.256 (2011), 297-318.

<https://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2011/07/11/goldman-sachs-jp-morgan-glencore-il-business.html>.

United States Senate PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS Committee on Homeland Security and Governmental Affairs Carl Levin, Chairman John McCain, Ranking Minority Member WALL STREET BANK INVOLVEMENT WITH PHYSICAL COMMODITIES MAJORITY AND MINORITY STAFF REPORT PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS UNITED STATES SENATE RELEASED IN CONJUNCTION WITH THE PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS NOVEMBER 20 AND 21, 2014 HEARING, pg 4.

<https://www.reuters.com/article/us-lme-warehousing/goldmans-new-money-machine-warehouses-idUSTRE76R3YZ20110729>.

Richard Freeman, "Control by the Food Cartel Companies: Profiles and Histories", *Executive Intelligence Review*, 8 dicembre 1995, in [https://larouchpub.com/other/1995/2249\\_cartel\\_companies.html](https://larouchpub.com/other/1995/2249_cartel_companies.html).

<https://www.reuters.com/article/us-lme-warehousing/goldmans-new-money-machine-warehouses-idUSTRE76R3YZ20110729>.

<https://www.globalresearch.ca/us-economic-terrorism-genocide-people-venezuela/5676366?fbclid=IwAR3xMHXqBmNPZMX1Be9uxchURCRVqx10yOYQ1c3fAY1SXAO8TlySvnCoihM>

John Perkins, 'Confessioni di un sicario dell'economia', Ed. Minimum Fax 2004. Si veda anche l'articolo su: <https://www.ilfattoquotidiano.it/2011/04/10/uneconomia-militarizzata-non-fa-quadrare-i-bilanci/103542/>

Lettieri M., Raimondi P., 'Il casinò globale della finanza', pg.38, EditricErmes, Potenza 2015

Ilaria á, Neoliberismo e manipolazione di massa, Ed. Youcanprint Self-Publishing, Tricase (LE)

Andrew Verstein, Wake Forest University School of Law "Insider Trading in Commodity Markets", *Virginia Law Review*, Vol. 102, 2016; Wake Forest Univ. Legal Studies Paper No. 2568140

<https://www.globalresearch.ca/us-economic-terrorism-genocide-people-venezuela/5676366?fbclid=IwAR3xMHXqBMnPZMX1Be9uxchURCRVqx10yOYQ1c3fY1SXA08TlySvnCoihM>.

<https://www.freedompress.it/attacco-vandana-shiva-european-consumers-solidarieta-la-scientziata-svela-le-trappole- della-royalty-semi-monsanto/>

<https://www.business-humanrights.org/en/binding-treaty/intergovernmental-working-group-sessions>.

Richard A. Falk, "Environmental Warfare and ecocide facts, appraisal and proposals", Princeton University, First Published March 1, 1973

Max Plank Institute for Evolutionary Biology, "A step towards biological warfare with insect? A project by research agency of the US Department of Defense could easily be misused for developing biological weapons", 4 ottobre 2018, in: <https://www.mpg.de/1231880/darpa-insect-ally>.

<https://www.darpa.mil/program/insect-allies>

Casagrande, R. 2000. Biological terrorism targeted at agriculture: the threat to U.S. national security. *Nonproliferation Rev.* 73:92-105.

Idem Para o Dr.Hom do Agricultural Research Service, as

Giuseppe Altieri (Docente di Agroecologia, Fitopatologia ed Entomologia, Istituto Agrario Todi) Pietro Massimiliano Bianco (Servizio Carta della Natura, ISPRA) Valter Bellucci (Servizio Uso sostenibile delle Risorse Naturali, ISPRA) Francesca Floccia (Servizio Tutela della Biodiversità, ISPRA) Carlo Jacomini (Servizio Tutela della Biodiversità, ISPRA) Pietro Perrino (già Dirigente di Ricerca del Consiglio Nazionale delle Ricerche) Rosalba Tamburro (Dip. di Biologia Ambientale, "Sapienza" Università degli Studi di Roma) Franco Trinca (Presidente dell'Associazione NOGM), "Xylella fastidiosa e olivo", maggio 2016, su <https://www.researchgate.net/publication/303408704>

<https://www.giornaledipuglia.com/2018/11/olivicoltura-in-puglia-cia-siamo.html>

<https://www.borderline24.com/2018/10/07/puglia-drastico-calo-della-produzione-olio-58-un-anno/>

<https://www.teatronaturale.it/tracce/economia/22620-produzione-di-olio-d-oliva-oltre-le-400-mila-tonnellate- secondo-ismea.htm>

<https://itrecampanili.com/campagna-olearia-2019-i-dati-dellultima-raccolta-e-le-stime-per-il-nuovo-anno/>

<https://www.lagazzettadelmezzogiorno.it/news/home/1170317/xylella-la-condanna-ue-non-attuate-le-misure-contro- il-batterio-danni-per-1-2-miliardi.html>

<https://en.mercacei.com/noticia/1603/news/pierluigi-tosato-deoleo:-olive-oil-is-a-crazy-business-and-a-suicide- model.html>

[http://www.askanews.it/economia/2018/06/28/olio-doliva-accordo-record-per-10-mln-kg-prodotto-made-in- italy-pn\\_20180628\\_00111/](http://www.askanews.it/economia/2018/06/28/olio-doliva-accordo-record-per-10-mln-kg-prodotto-made-in- italy-pn_20180628_00111/)

<https://www.campagnamica.it/2018/11/24/olio-extravergine-america-farmaco/>

<https://finanza.economia-italia.com/prezzo-olio-extra-vergine-oliva-italiano.html>

<https://www.oliveoiltimes.com/it/olive-oil-business/ceo-of-largest-olive-oil-company-calls-the-sectors-business-model-broken/63661>

<https://www.oliveoiltimes.com/it/olive-oil-business/ceo-of-largest-olive-oil-company-calls-the-sectors-business-model-broken/63661>

[http://www.askanews.it/economia/2018/06/28/olio-doliva-accordo-record-per-10-mln-kg-prodotto-made-in-italy-pn\\_20180628\\_00111/](http://www.askanews.it/economia/2018/06/28/olio-doliva-accordo-record-per-10-mln-kg-prodotto-made-in-italy-pn_20180628_00111/)

P. Sloterdijk, 'Airquakes', Environment and Planning D: Society and Space, 2009 in:  
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1068/dst1>

# CAPÍTULO 12

## ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR DA REGIÃO CENTRAL DE UBERLÂNDIA: PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP<sub>10</sub>).

### **Isaac Francisco da Silva**

Mestre Profissional em Engenharia Química (UNIUBE).

Instituição: Universidade de Uberaba.

Endereço: Av. Nenê Sabino, 1801, Universitário, Uberaba-MG, Brasil.

E-mail: isaacnp10@gmail.com

### **Euclides Antônio Pereira de Lima**

Doutor em Engenharia Química (UFU).

Instituição: Universidade de Uberaba.

Endereço: Av. Nenê Sabino, 1801, Universitário, Uberaba-MG, Brasil.

E-mail: euclidesapl@yahoo.com.br

### **João Victor Delfino Silva**

Graduando em Engenharia Ambiental (UFU).

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia.

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Monica, Uberlândia-MG, Brasil.

E-mail: Joaovictornp10@hotmail.com

### **Leonardo B. Rodrigues**

Graduando em Engenharia Ambiental (UFU).

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia.

Endereço: Av. João Naves de Ávila, 2121, Santa Monica, Uberlândia-MG, Brasil.

E-mail: leonardo-rodrigues@hotmail.com

**RESUMO:** A poluição provocada por material particulado é um problema comprovado nos grandes centros urbanos e cada vez mais se estende para regiões em expansão populacional e industrial. O crescimento populacional da cidade de Uberlândia, segue um ritmo acelerado. Neste mesmo ritmo ocorre o aumento da frota de veículos. Estudos sobre a qualidade do ar de Uberlândia vêm sendo realizados pelo grupo de pesquisa em sistemas particulados da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia desde 2003. São analisados dados da qualidade do ar, obtidos com equipamentos específicos. O objetivo principal é apresentar os níveis de concentração de partículas inaláveis obtidos entre os anos de 2012 a 2016, utilizando o AGV MP<sub>10</sub>, levando em consideração os dados climatológicos obtidos pelo INMET.

**PALAVRAS-CHAVE:** Monitoramento; Poluição; Concentração de partículas.

**ABSTRACT:** Pollution caused by particulate matter is a proven problem in large urban centers and increasingly extends to regions in population and industrial expansion. The population growth of the city of Uberlândia, follows a fast pace. At this same pace, the vehicle fleet increases. Studies on air quality in Uberlândia have been carried out by the research group on particulate systems at the Faculty of Chemical Engineering at the Federal University of Uberlândia since 2003. Air quality data, obtained with specific equipment, are analyzed. The main objective is to present the concentration levels of inhalable particles obtained between the years 2012 to 2016, using AGV MP<sub>10</sub>, taking into account the climatological data obtained by INMET.

**KEYWORDS:** Monitoring; Pollution; Particle Concentration.



## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico de Uberlândia segue um ritmo acelerado de 3,5% ao ano, enquanto que a média nacional é de 1,4 % ao ano. Sua população conta com aproximadamente 700 mil habitantes, sendo a segunda maior cidade de Minas Gerais em termos populacionais e a trigésima em âmbitos nacionais segundo (IBGE, 2016).

Com tamanho crescimento, isso traz a essa cidade, alguns problemas como a poluição provocada pelos numerosos índices da frota de automóveis local com 417.089 mil veículos de acordo com pesquisa ministério das cidades, departamento nacional de trânsito, (DENATRAM, 2016).

A qualidade do ar é determinada pela interação entre fontes de poluição e a atmosfera e pelas condições meteorológicas locais, que influem na dispersão dos poluentes presentes. As variáveis meteorológicas que interagem com a concentração do material particulado da atmosfera são: temperatura, ventos, precipitação, umidade relativa do ar e radiação. (LIMA E.AP. D, 2007)

Nesses estudos, a poluição por material particulado tem sido associada à piora da função pulmonar, ao aumento nos sintomas respiratórios e ao incremento das internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares (LIMA E.P, 2007).

O diâmetro aerodinâmico das partículas varia de 0 a 100  $\mu\text{m}$ , sendo as partículas de tamanho inferior a 10  $\mu\text{m}$  chamadas de  $\text{MP}_{10}$ . As partículas de até 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro são as que mais causam problemas à saúde, sendo estas respiráveis. Sabe-se que partículas com diâmetro aerodinâmico maiores que 10  $\mu\text{m}$  ficam presas no sistema respiratório superior (nariz, faringe, laringe e traqueia) e que partículas menores podem alcançar os pulmões e sedimentar nos alvéolos e na região traque bronquial. Partículas menores que 5  $\mu\text{m}$  e maiores que 0,5  $\mu\text{m}$  podem se depositar no saco alveolar e provocar fibrose (Hinds, 1982).

## 2. MATERIAL PARTICULADO

Entende-se por material particulado o conjunto de poluentes no estado sólido ou líquido, finamente dividido e apresentando composição química variada que se mantém suspenso na atmosfera.

As partículas inaláveis podem ser classificadas em  $\text{MP}_{2,5}$  e  $\text{MP}_{10}$ . A primeira, refere-se àquelas com diâmetro aerodinâmico menor que 2,5  $\mu\text{m}$ . A segunda abrange as partículas com diâmetro menores que 10  $\mu\text{m}$ .

## 2.1 EMISSÕES VEICULARES

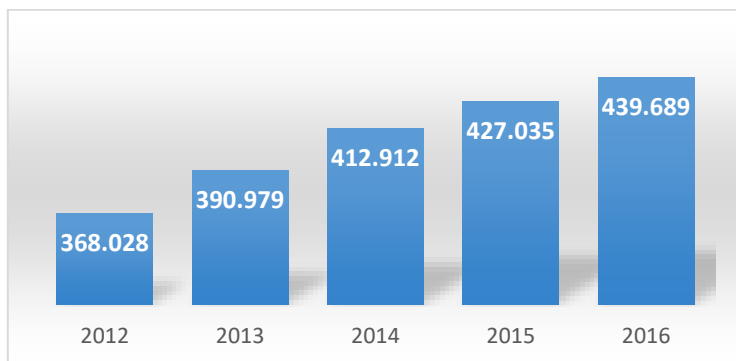
Os veículos componentes das frotas das grandes cidades que utilizam motores a combustão interna podem ser divididos em duas categorias principais, de acordo com o ciclo termodinâmico dos motores: ciclo Otto e ciclo Diesel, cujas diferenças se concentram essencialmente na taxa de compressão, na forma de injeção do combustível e na ignição (LIMA, E. P., 2007).

Atualmente a gasolina comercializada no Brasil é obrigatoriamente acrescida de 27 % de etanol, com a finalidade de reduzir o nível de emissão de poluentes e melhorar a limpeza do motor. O óleo utilizado como combustível nos motores do ciclo diesel também tem sofrido modificações em sua composição no sentido de reduzir as emissões veiculares, principalmente com relação ao seu teor de enxofre, responsável pelas altas taxas de emissão de SO<sub>2</sub> (ANP, 2016).

O material particulado (MP) é emitido principalmente pelo tubo de escapamento do veículo a partir da queima do combustível e seus aditivos, porém pode ser originado do desgaste de outros componentes como pneus e freios. A emissão de partículas pelos veículos movidos a álcool é praticamente nula, visto que a queima de etanol não tende a formação de fuligem ou outro tipo de partícula.

Nos últimos cinco anos, a frota de Uberlândia vem crescendo de forma considerável, conforme mostra a Figura 01. Entre o período de 2012 a 2016 foi registrado pelo departamento nacional de trânsito, um aumento de 16 % na frota, em dezembro de 2016 foram contabilizados 439.689 unidades veicular como mostra a Figura 01 (Denatran, 2017).

Figura 01 – Crescimento da frota veicular Uberlândia 2012 a 2016 DENATRAN 2017.



Fonte: Os autores.

### 3. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR E OS PROGRAMAS DE CONTROLE

Motivado pelo forte crescimento econômico e industrial nas décadas de 1970 e 1980 e nos constantes debates envolvendo questões ambientais de ordem global, como a Conferências de Estocolmo (1972), desenvolveu-se no Brasil o interesse pela proteção dos recursos naturais, sobretudo nos grandes centros urbanos, o que culminou na criação do Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – PRONAR - em 1989.

Em 28 de junho de 1990, foi publicado a Resolução CONAMA 03, em seu artigo primeiro, definiu que os padrões de qualidade do ar, as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Em seu artigo segundo, foram estabelecidos os seguintes conceitos: I - Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população; II - Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

A Tabela 01 mostra a fixação dos padrões nacionais de qualidade do ar.

Tabela 01 – Padrões nacionais de qualidade do ar fixados pela Resolução CONAMA 03/1990.

| Parâmetro                                 | Amostragem                                | Padrão primário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Padrão secundário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Partículas inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ ) | 24 horas <sup>1</sup><br>MAA <sup>3</sup> | 150<br>50                                    | 150<br>50                                      |

<sup>1</sup>Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano; <sup>2</sup>Média geométrica anual; <sup>3</sup>Média aritmética anual.  
Fonte: Os autores.

Para cada poluente medido é calculado um índice, que é um valor adimensional obtido pela razão entre a concentração de um determinado poluente e seu padrão primário multiplicado por 100 (valor percentual). Dependendo do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma nota para a qualidade do ar, além de uma cor, conforme mostra a Tabela 02 (CETESB, 2013).

Tabela 02 – Índices de qualidade do ar para MP10.

| Qualidade  | Índice  | MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) |
|------------|---------|---------------------------------------|
| Boa        | 0-40    | 0-50                                  |
| Moderada   | 41-80   | 50-100                                |
| Ruim       | 81-120  | 100-150                               |
| Muito ruim | 121-200 | 150-250                               |
| Péssima    | >200    | >250                                  |

Fonte: Os autores.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Na execução deste trabalho foram abordados os aspectos experimentais da avaliação da qualidade do ar nas proximidades da interseção entre as avenidas João Pinheiro e João Naves de Ávila, no centro de Uberlândia - MG, considerando o mesmo amostrador de ar utilizado por (LIMA. E.A.P.D, 2007).

A estação empregada nesta pesquisa abrange o monitoramento de dois importantes parâmetros de qualidade regulamentados pelos principais órgãos ambientais e de saúde do mundo, MP<sub>10</sub>, cujas amostragens são feitas a cada 3 dias, durante 24 horas, segundo recomendações da EPA e ABNT (NBR 13412, 1995).

A Figura 02 ilustra a interseção entre as avenidas João Pinheiro e João Naves de Ávila e o ponto de amostragem, no terminal central de Uberlândia.

Figura 02 – Imagem cruzamento estudado.



Fonte: Google maps, 2017.

As partículas foram qualificadas e quantificadas, utilizando o amostrador de grande volume - AGV MP<sup>10</sup>, que captavam o ar atmosférico e retinham os contaminantes particulados em um filtro de fibra de vidro.

A Figura 03 ilustra o equipamento AVG – MP<sub>10</sub> instalado no ponto de amostragem.

Figura 03 – AVG-MP<sub>10</sub>. No local instalado.



Fonte: Silva, 2017.

O amostrador MP10 é constituído de um moto aspirador que succiona o ar e o passa através de um filtro de fibra de vidro onde as partículas ficam retidas, enquanto uma carta gráfica registra a vazão de ar medida.

A concentração de partículas foi então calculada através da seguinte expressão:

$$C = \frac{M_f - M_i}{V} * 10^6 \quad (1)$$

Onde:

C = concentração de material particulado suspenso no ar em µg/m<sup>3</sup>;

M<sub>f</sub> = massa final do filtro sujo (após a coleta) em g;

M<sub>i</sub> = massa inicial do filtro limpo (antes da coleta) em g;

V = volume de ar aspirado pelo amostrador (m<sup>3</sup>)

10<sup>6</sup> = fator de conversão de g para µg.

### 3.1 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

No presente estudo, a construção dos gráficos relacionando as variáveis meteorológicas e a concentração de poluentes foi possível devido à existência de uma estação automática de monitoramento, análise e previsão de tempo e clima instalada no *campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia e coordenada pelo Instituto de Geografia (IG-UFU), cujos resultados compõem a base de dados do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

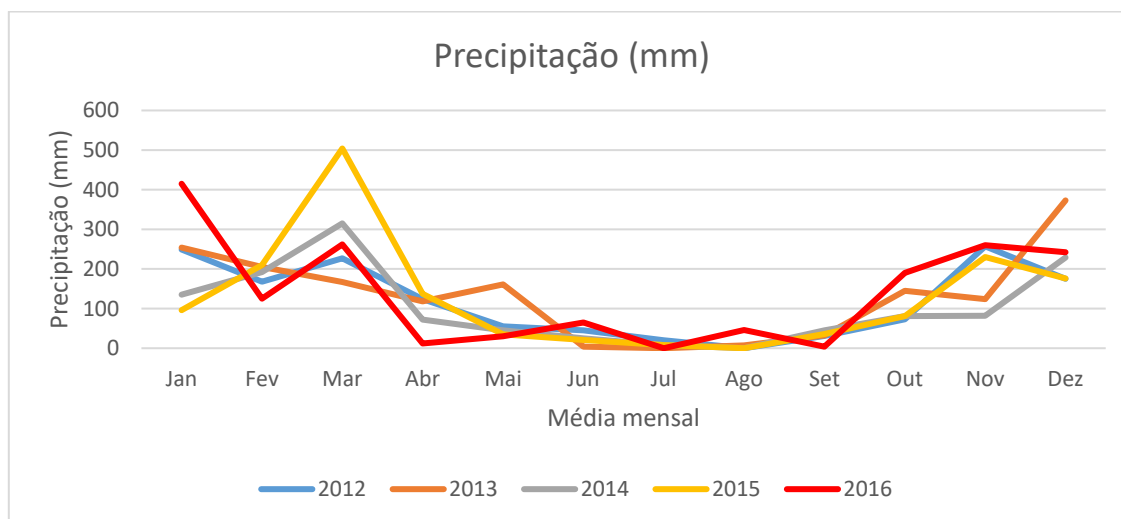
A análise da qualidade do ar só é possível por meio da interação entre os fatores climáticos e os níveis de concentração das partículas.

A caracterização climática, foi realizada através da organização das variações dos índices de precipitação pluviométrico, umidade relativa e temperatura na cidade de Uberlândia-MG, no período de 2012 a 2016.

O índice pluviométrico, influencia qualitativamente os níveis de concentração do material particulado.

A figura 04 mostra a precipitação em (mm) no período de 2012 a 2016.

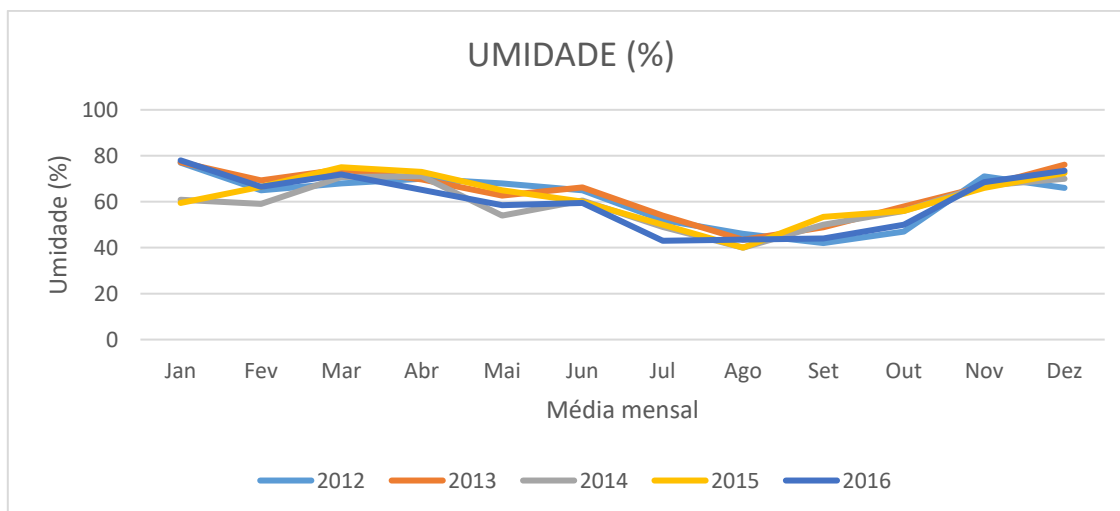
Figura 04: Precipitação (mm) de 2012 a 2016.



Fonte: INMET, 2017

A umidade relativa, tem efeito semelhante, quando maior a umidade relativa, mais as partículas se aglomeram e sedimentam mais facilmente, sendo removidas por deposição. A figura 05 mostra a média da umidade relativa em (%) no período de 2012 a 2016.

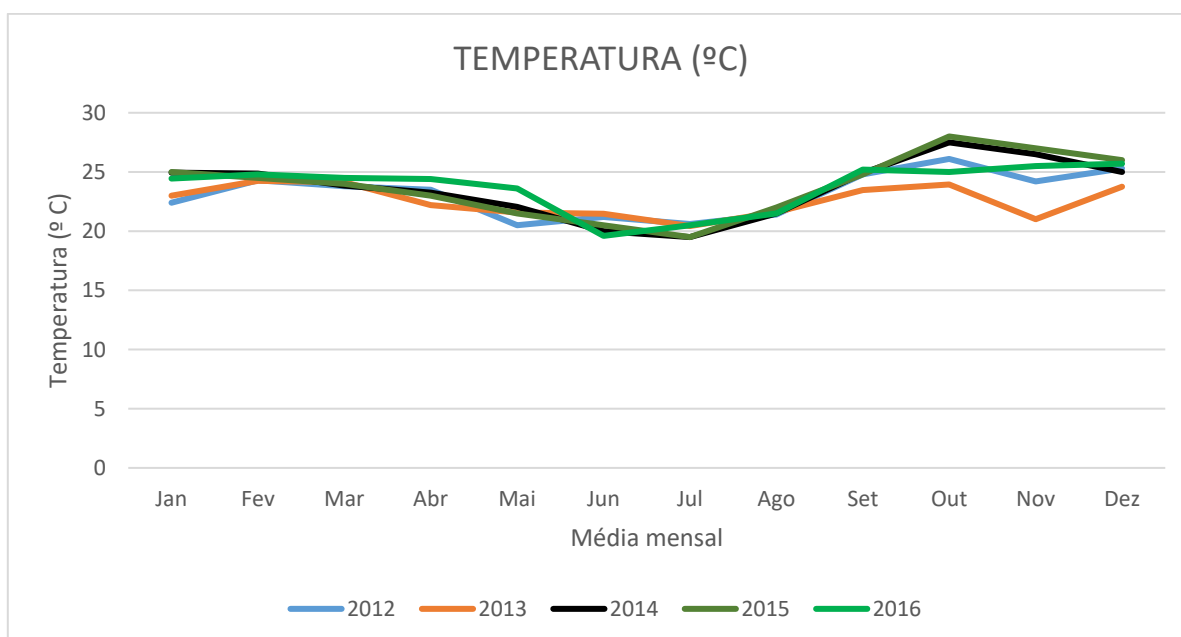
Figura 05: Média umidade relativa (%) de 2012 a 2016.



Fonte: INMET, 2017.

Do ponto de vista da estabilidade atmosférica, o perfil de temperatura, exerce importante influência sobre a condição de diluição dos particulados, visto que, na camada inferior da atmosfera, as temperaturas mais altas conduzem a formação de movimentos verticais ascendentes que arrastam os particulados para os níveis mais elevados da atmosfera, promovendo a sua diluição. A figura 06 mostra a média da temperatura em (°C) no período de 2012 a 2016.

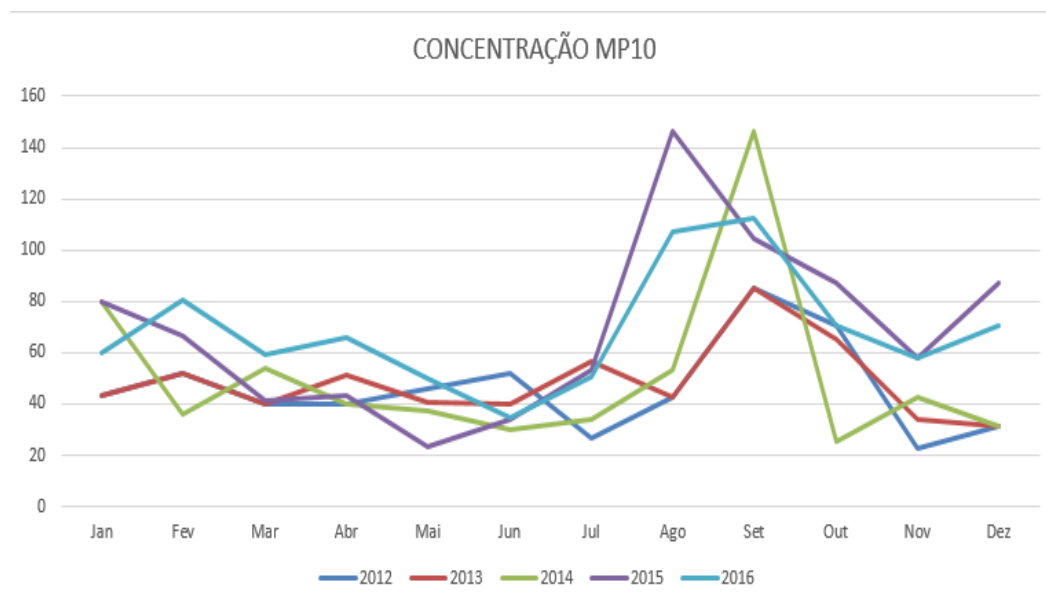
Figura 06: Média temperatura (°C) de 2013 a 2016.



Fonte: INMET, 2017.

A Figura 07 mostra a média da concentração  $MP_{10}$  obtidos no monitoramento de 2012 a 2016 realizado no terminal central da cidade de Uberlândia-MG, considerando.

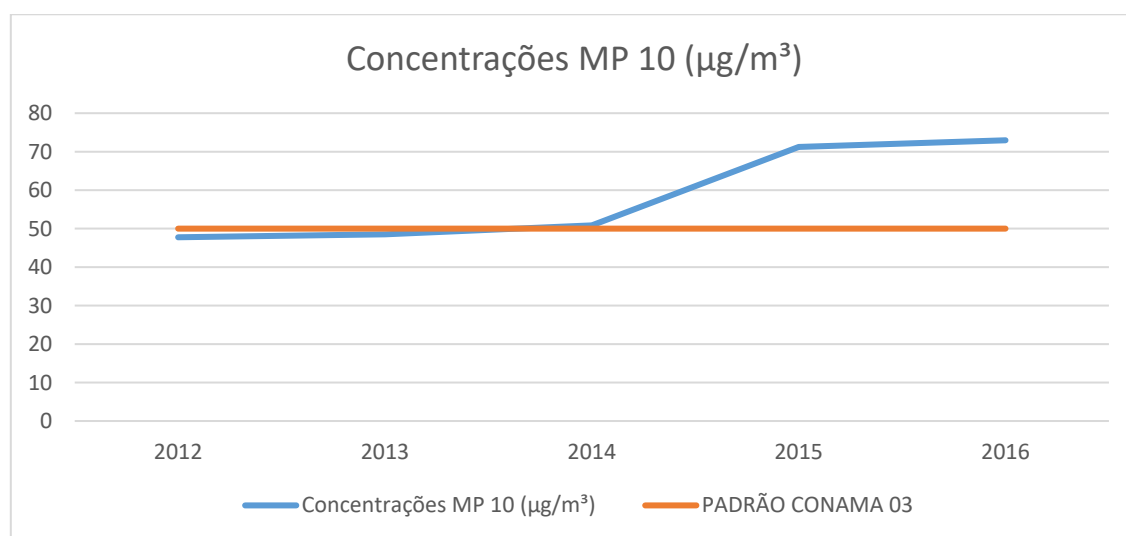
Figura 07: Média Concentração  $MP_{10}$  2012 a 2016.



Fonte: Autor, 2017.

A figura 08 mostra a média aritmética anual de concentração de  $MP_{10}$  no período de 2012 a 2016 em comparação ao padrão nacional de qualidade do ar de média aritmética anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figura 08: Média aritmética anual  $MP_{10}$  2012 a 2016.



Fonte: Autor, 2017.



## 5. CONCLUSÃO

A baixa precipitação e umidade do ar são condições climáticas desfavoráveis à remoção de poluentes, sendo observados nestes intervalos as maiores concentrações de partículas de MP<sub>10</sub> no ano, no período de julho a setembro.

Durante os anos de 2012, 2013 e 2014, o valor definido pela CONAMA 03/90 para partículas MP<sub>10</sub> de 50 µg/m<sup>3</sup> e a média global ficou no limite, o que praticamente não há riscos à saúde da população nesta área da cidade.

Durante os anos de 2015 e 2016, o valor definido pela CONAMA 03/90 para partículas MP<sub>10</sub> de 50 µg/m<sup>3</sup> e a média global ficou acima do limite, o que pode desenvolver sintomas como tosse seca e cansaço para os grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).

No ano de 2018, a resolução Conama 491/18 revogou a resolução Conama 03/90, sendo definido em seu anexo I, os novos padrões de qualidade do ar com poluente atmosférico, a média aritmética anual para particulado MP<sub>10</sub>, foi reduzido, sendo o valor inicial temporário a ser cumprido em etapas intermediárias PI-1 40 µg/m<sup>3</sup>. Com referência a atual legislação, a média global de todo período estudado ficou acima do limite.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFU (Universidade Federal de Uberlândia), UNIUBE (Universidade de Uberaba) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio disponibilizado para o desenvolvimento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis - Ibama. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. *Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012.*, Brasília-DF, 2012a. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/> >. Acesso em: 14/04/2017.

ABNT. *NBR 13412(1995) Material suspenso na atmosfera – Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas.* Rio de Janeiro.

CETESB (São Paulo). *Qualidade do ar no estado de São Paulo 2012, São Paulo: CETESB, 2013. 123 p.*

CONAMA. *Resolução CONAMA nº 03 28/06/90, 1990.* Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/> >. Acesso em: 24/07/2017.

CONAMA. *Resolução CONAMA nº 491 19/11/18, 2018.* Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/> >. Acesso em: 10/03/2020.

DENATRAN. *Ministério das cidades Departamento Nacional de Trânsito. Site denatran, 2017.* Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2017> >. Acesso em: 20/06/2017

DIAS, J. W. C. *Manual de Operação.* Energética Rio de Janeiro: 2016 2016.

HINDS, W. C. (1982) *Technology.* New York, John Wiley & Sons

IBGE. *Estimativa da população residente em Uberlândia.* 2016. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=317020> >. Acesso em: 24/07/2017.

INMET, *Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Uberlândia –A507, código OMM:86776, Registro 18UTC, dados 2016.*

LIMA, E. A. P. D. *Um estudo sobre a qualidade do ar de Uberlândia: material particulado em suspensão.* 2007. 148f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

LIMA, E. P. *Análise da emissão de poluentes automotivos na cidade de Maringá.* 2007, 124p. Tese (Doutorado) - Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

# CAPÍTULO 13

## A INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NA TOMADA DE DECISÃO DOS PRODUTORES RURAIS DO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA.

### Jarbas Bradley Lima

Administrador Graduado pela Universidade Federal Rural da Amazônia.

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

Endereço: PA 451, km 03, Açaizal, CEP: 68680-000, Tomé-Açu/PA.

E-mail: bradleylima1@gmail.com

### Wilnalia Souza Garcia

Engenheira Agrônoma, Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia.

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

Endereço: PA 451, km 03, Açaizal, CEP: 68680-000. Tomé-Açu/PA.

E-mail: wilnalia.garcia@ufra.edu.br

**RESUMO:** o trabalho propõe-se analisar o planejamento realizado pelo produtor rural em relação à tomada de decisão sobre a agricultura do município de Tomé-Açu, tendo em vista a grande influência do município no agronegócio do Estado do Pará. Trata-se de uma pesquisa de campo com abordagem quantitativa e qualitativa, sendo caracterizada como pesquisa descritiva, utilizando-se a técnica de observação direta, a coleta dos dados primários foi obtida pela interrogação do produtor, empregando um formulário contendo 54 perguntas dividido em 09 dimensões. Identificou-se o baixo grau de formação dos agricultores e a ausência de tecnologias da informação e de ferramentas de gestão e controle do estabelecimento rural. Sugerindo que haja a profissionalização da gestão dos imóveis rurais a fim de contribuir com a tomada de decisão voltada para o agronegócio, e a composição de associações de agricultores na qual possam instigar os produtores quanto a capacitação e uso de novas tecnologias, assim como a constituição de uma cooperativa para a comercialização dos produtos no mercado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de imóveis rurais; Tecnologias da informação, Agronegócio.

**ABSTRACT:** the work aims at the planning done by the rural producer in relation to the decision making on an agriculture of the municipality of Tomé-Açu, considering a great influence of the municipality in the agribusiness of the State of Pará. This is a field research with quantitative and qualitative approach, being characterized as descriptive research, use the direct observation technique, for a collection of primary data, obtained by producer question, employed a form containing 54 questions and divided into 09 dimensions. Information and tools of management and control of the rural establishment. From this perspective, it is suggested a professionalization of real estate management and a collaboration with the decision-making focused on agribusiness, as a composition of farmers' associations as products of measurement of media, as well as a constitution of a cooperative for the commercialization of the products in the market.

**KEYWORDS:** Rural property management, Information technology, Agribusiness.

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à abertura das fronteiras comerciais e a crescente demanda pelo e-commerce<sup>1</sup>, o mundo vem se tornando cada vez mais competitivo e complexo. Neste contexto, o planejamento estratégico tem assumido papel fundamental para a resiliência e crescimento das organizações sejam elas de pequeno, médio e grande porte (KNICKEL et al, 2018).

No seguimento do planejamento estratégico, torna-se necessária a compreensão do macroambiente e microambiente rural para a tomada de decisão, levando em consideração os aspectos econômico-financeiros e os interesses dos agentes envolvidos, pois segundo a análise de Homma (2017), os ciclos econômicos na Amazônia possuem três particularidades, sendo a expansão, o ápice e a recessão, perdurando os problemas deste último para os próximos ciclos, sem manter a efetividade necessária para assegurar estabilidade econômica.

Dentre esta estabilidade econômica, o agronegócio tem participação entre 23 % a 24 % do Produto Interno Bruto – PIB brasileiro (MAPA, 2017), o que representa sua grande importância para a economia brasileira, tendo em vista que o agronegócio é caracterizado por seguimentos que vão além da propriedade rural, perpassando desde a distribuição dos insumos, a armazenagem, o processamento, até a venda dos produtos agrícolas (MENDES e PADILHA JUNIOR, 2007). A concepção do agronegócio está na relação intrínseca das cadeias produtivas contidas em todos os processos produtivos envolvendo todas as operações que vão desde os suprimentos necessários ao pleno desenvolvimento da produção agrícola.

No campo da estratégia competitiva, o gestor precisa visualizar além das fronteiras que estão no mesmo ramo de negócio, necessita de uma visão sistêmica dos *stakeholders*, na qual são os indivíduos ou alianças coletivas que exercem direta ou indiretamente participação no que diz respeito às estratégias adotadas pela organização podendo esses mesmos atores obter consequências positivas ou negativas (HITT, IRELAND, HOSKISSON, 2011).

Devido a abertura das fronteiras comerciais por conta da globalização, o gestor rural precisa ter competência técnica para realizar o diagnóstico do imóvel rural e tomar decisões voltadas ao mercado. É o que demonstra Porter (2009) quando discorre sobre as 5 forças competitivas, que o gestor deve ter competência para

---

<sup>1</sup> E-commerce são as transações feitas pela internet com a intenção de adquirir bens ou prestar de serviços. F. C. Velloso. **Informática: conceitos básicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

analisar ao realizar o diagnóstico da organização em que atua: concorrentes, clientes, fornecedores, novos entrantes potenciais e produtos substitutos.

Na estratégia integrada, o produtor passa a exercer a função de produzir seus insumos ou processar a produção, tornando-se fornecedor de matéria prima ou produtos acabados, ou seja, vai além da propriedade rural, podendo ser a montante ou a jusante.

O objetivo do trabalho foi elucidar a influência do planejamento estratégico na tomada de decisão dos produtores rurais sobre a economia da agricultura no município de Tomé-Açu e como as ferramentas administrativas e as tecnologias da informação podem auxiliar na tomada de decisão e na gestão de suas organizações a fim de torna-las mais competitivas.

Neste contexto, a pesquisa subsidiará os produtores rurais quanto aos benefícios da profissionalização da gestão de suas empresas a fim de torna-las mais competitivas, robustas e preparadas para o mercado hipercompetitivo que o mundo globalizado apresenta.

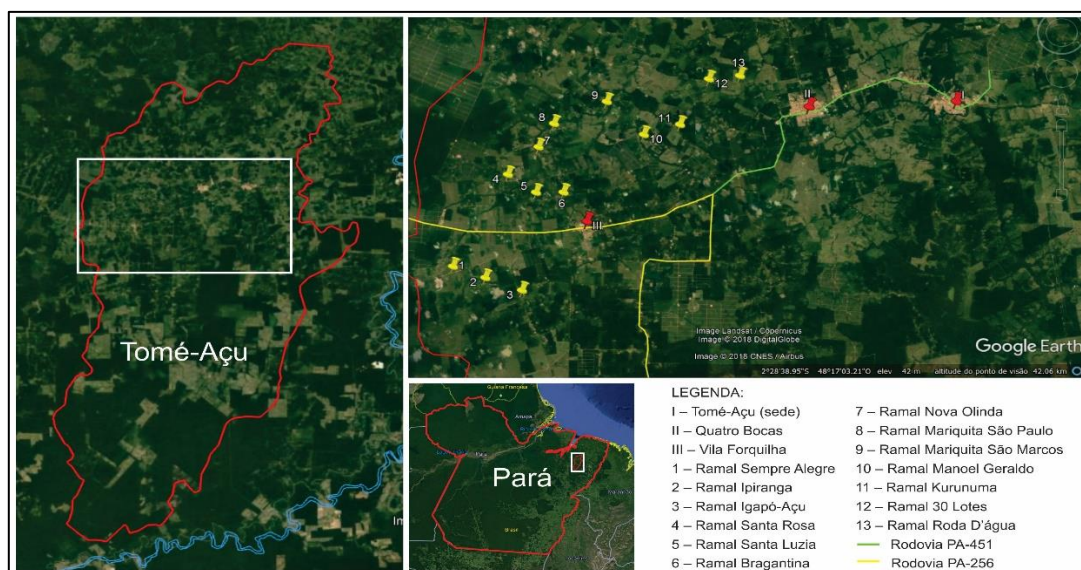
## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA PESQUISADA**

A pesquisa foi desenvolvida no município de Tomé-Açu, nordeste do Estado do Pará, como mostra a Figura 02, e é caracterizada como pesquisa de campo, pois de acordo com Prodanov e Freitas (2013) tem a finalidade de coletar elementos que contribuam com o diagnóstico de determinado problema a fim de identificar determinadas características ou ainda correlacionar acontecimentos, sejam eles conhecidos ou desconhecidos.

Corroborando essa afirmativa, Gil (2008) diz que as particularidades da pesquisa são levantadas a partir da interação do pesquisador com o entrevistado, para conhecimento da realidade do público-alvo, desde que essa amostra tenha relevância estatística, sendo, posteriormente, mensurado os fenômenos encontrados e assim realizada a análise quantitativa e em sequência apresentadas as arguições cabíveis sobre os dados.

Figura 02 – Localização do Município de Tomé-Açu e os ramais pesquisados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

## 2.2 TÉCNICA UTILIZADA NA PESQUISA

Para que a pesquisa obtivesse maior clareza na coleta de dados primários sobre a temática, foi utilizado o método de pesquisa descritiva, pois segundo Gil (2008) tem o intuito de levantar as propriedades inerentes a determinada população, buscando semelhanças ou distinções entre si e utilizando a técnica de observação direta extensiva através do formulário aplicado diretamente aos produtores rurais, pois, de acordo com Lakatos e Marconi (2017) o formulário é um apresenta a descrição do que o entrevistado respondeu a partir das indagações elencadas pelo pesquisador seguindo uma ordem coerente de perguntas.

O formulário foi dividido em 09 dimensões, de modo a facilitar a coleta dos dados assim como a tabulação dos mesmos e estão distribuídos da seguinte forma:

Produtor rural: Dimensão 01: identificação do produtor; Dimensão 02: dados do imóvel; Dimensão 03: tecnologias da informação; Dimensão 04: Planejamento de implantação; Dimensão 05: Culturas e tratamentos culturais; Dimensão 06: Produção; Dimensão 07: Utilização de recursos; Dimensão 08: Sindicato, Associação e Cooperativa; e Dimensão 09: Mercado local. Dentre as dimensões citadas foram contempladas 54 perguntas.

A abordagem da análise dos dados do problema será de cunho quantitativo e qualitativo, uma vez que, Prodanov e Freitas (2013) dizem que na pesquisa quantitativa os acontecimentos podem ser mensurados, ou seja, todos os conceitos podem ser transformados em números, sendo estes números transportados a



interpretações e complementam proferindo que o pesquisador interage de maneira intensiva com o ambiente de estudo sendo necessária maior sensibilidade no tratamento das informações coletadas. Gil (2008) corrobora sobre a definição da pesquisa qualitativa narrando que as explanações exigidas neste tipo de pesquisa são bastante relativas à percepção do pesquisador quanto ao ambiente de estudo.

### 2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA UTILIZADA

De acordo com Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2006, o município de Tomé-Açu possui 1.983 estabelecimentos rurais. Cabe ressaltar que não foi realizado outro censo agropecuário após o ano de 2006.

Foram aplicados 131 formulários para os produtores rurais por meio de visita *in loco*, sendo considerados válido somente 120 formulários. O descarte das informações de alguns formulários foi necessário devido conter informações consideradas insuficientes pelo pesquisador no que tange à ausência de qualidade nas respostas dos entrevistados.

Na mensuração do universo da amostra, para que a pesquisa atendesse estatisticamente o nível de confiança necessário e assegurar a veracidade dos dados primários obtidos, utilizou-se a fórmula de Nicholson, (2018):

$$n = \frac{(N \cdot P \cdot Q \cdot Z^2)}{[(N - 1)e^2 + P \cdot Q \cdot Z^2]}$$

Em que:

n = É o tamanho da amostra;

N = É o tamanho da população;

P = É a porcentagem com que o fenômeno ocorre, considerando-se, modo geral, igual a 0,5; quando a proporção não é conhecida;

Q = É a porcentagem complementar, ou seja, Q = 1 - P, igual a 0,5;

Z = É o nível de confiança, que para a pesquisa será adotado 90 %, igual a 1,65;

e = É o erro aceitável máximo, no caso 7,5 %.

O nível de confiança e o erro aceitável foram estabelecidos 90 % e 7,5 %, respectivamente, pois foram consideradas as características da produção local semelhantes entre si.

## 2.4 SOFTWARE ESTATÍSTICO EMPREGADO

Devido à complexidade no cruzamento das informações obtidas durante a pesquisa bem como garantir maior precisão estatística na extração dos elementos levantados, os dados foram tabulados através do software estatístico *IBM SPSS Statistics version 20*, bem como a utilização do Microsoft Excel 2010 para refinamento dos gráficos.

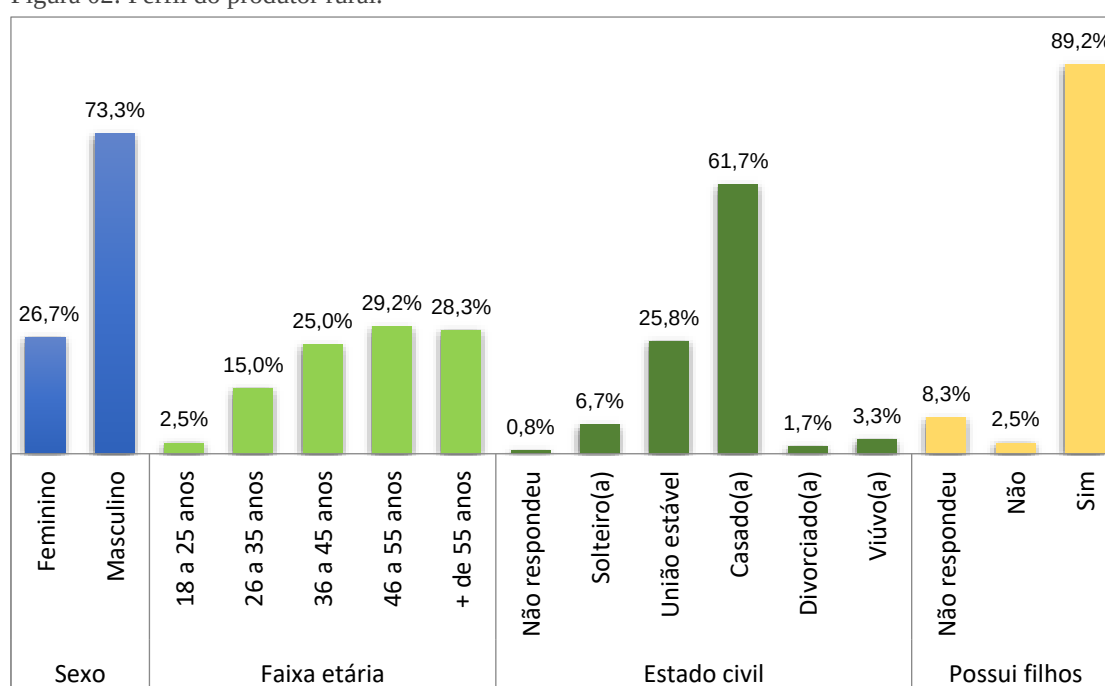
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 PERFIL DO PRODUTOR RURAL

Conforme tratamento dos dados primários, a pesquisa levantou o perfil do produtor rural, conforme a

Figura 02 02, sendo possível identificar que o sexo masculino corresponde a 73,3 % dos responsáveis pelos estabelecimentos rurais do município de Tomé-Açu, enquanto que o sexo feminino apresentou 26,7 % do total, contudo, a participação feminina nas decisões da propriedade ficou com percentual abaixo, em comparação com a pesquisa de hábitos do produtor rural realizada pela ABMRA (2017), a participação da mulher apresentou índices de 31,0 % nas decisões da propriedade rural e o homem 69,0 %.

Figura 02: Perfil do produtor rural.



Fonte: Dados da pesquisa.



Dentre a amostra pesquisada, 87,5 % possuem união estável ou são casados e 89,2 % da população analisada possuem filhos. Em relação à faixa etária, os produtores rurais Tomé-Açuenses, com idade igual ou superior a 36 anos correspondeu a 82,5 %, sendo este quantitativo considerado superior as informações de faixa etária apresentadas pela ABMRA (2017), que foi de 72,6 %.

Este dado indica que a faixa etária que trabalha na produção rural é considerada adulta. Em contrapartida, o Governo Federal, promoveu políticas públicas que visam a permanência dos jovens nas propriedades rurais, sendo considerados jovens a população com idade entre 15 anos e 29 anos. Algumas dessas políticas públicas surgiram com a criação da Lei n.º 11.326, de 24 de julho de 2006, que institui a política nacional da agricultura familiar e empreendimentos rurais, em conjunto com a Lei n.º 12.852, de 5 de agosto de 2013, que prevê o estatuto da juventude, e ainda por meio do decreto n.º 8.736, de 3 de maio de 2016, que estabelece o plano nacional de juventude e sucessão rural.

Quanto ao grau de formação, os entrevistados que possuem até o ensino fundamental completo somam 78,3 %, caracterizando baixo nível de escolaridade. Este dado é alarmante no que tange o comprometimento da qualidade na tomada de decisão do produtor e na utilização de ferramentas de gestão adequadas ao desenvolvimento da propriedade, pois em uma gestão eficiente as decisões são tomadas com base em dados, necessários a compreensão do macroambiente e microambiente econômico.

### 3.2 PERFIL DOS ESTABELECIMENTOS RURAIS

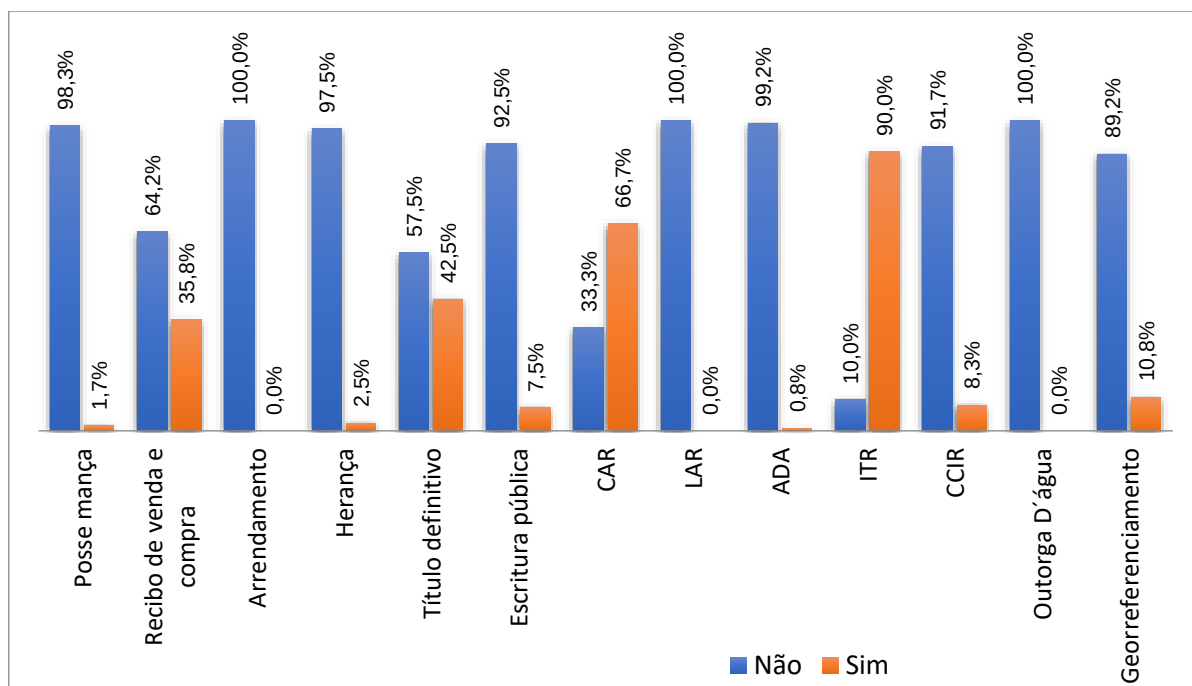
Em relação ao tamanho dos estabelecimentos rurais do município de Tomé-Açu, levando em consideração o enquadramento nos índices básicos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária no ano de 2013, a pesquisa aponta que 93,3 % das propriedades pesquisadas são áreas pequenas, compreendidas por até 1 módulo fiscal, ou seja, 50 hectares de terras contínuas, sendo portanto enquadradas como pequena gleba rural devido o Estado do Pará pertencer a Amazônia Oriental, conforme institui o art. 2º, parágrafo único, inciso II, da Lei n.º 9.393, de 19 de dezembro de 1996, vale salientar que essas propriedades se enquadram no perfil de isenção do Imposto sobre a propriedade Territorial Rural – ITR pelo tamanho da área do imóvel rural, desde que o titular não tenha outro imóvel em seu nome.

No que diz respeito a regularização perante as autoridades competentes no que tange a documentação legal dos estabelecimentos rurais, Figura 03, que compõem o *rol* de obrigаторiedades instituídas em lei, os produtores rurais estão parcialmente regularizados. Este fato pode ser reflexo da ausência de informação no campo ou ainda pela deficiência de programas de conscientização em todas esferas do governo municipal, estadual e federal em relação ao município de Tomé-Açu.

A pesquisa identificou que 90,0 % dos entrevistados possuem o ITR, sendo obrigatória a inscrição de todas as propriedades rurais, conforme disposto na Lei n.º 9.393, de 19 de dezembro de 1996, entretanto, 99,2 % dos proprietários não realizam o Ato Declaratório Ambiental – ADA, que foi instituído pela Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, na qual estabelece entre outros benefícios, a redução do imposto calculado na entrega da declaração de ITR.

Os produtores rurais devem também atentar para os prazos estabelecidos quanto ao georreferenciamento e o Certificado de Cadastro de Imóvel Rural – CCIR de imóveis rurais, pois conforme os dados, mais de 88 % não possuem estes documentos. Cabe ressaltar que a Lei n.º 10.267/2001 ampara os detentores de propriedades rurais na forma de isenção dos custos de emissão de CCIR e georreferenciamento, desde que o imóvel não exceda quatro módulos fiscais.

Figura 03: Documentos existentes nos estabelecimentos rurais.



Fonte: Dados da pesquisa.

Assim sendo, a pesquisa demonstra que os produtores rurais deixam diversas lacunas quanto à legalização da propriedade, principalmente no aproveitamento da lei para este fim, evidenciando a necessidade na profissionalização da gestão no campo.

### 3.3 GESTÃO E CONTROLE DA PROPRIEDADE RURAL

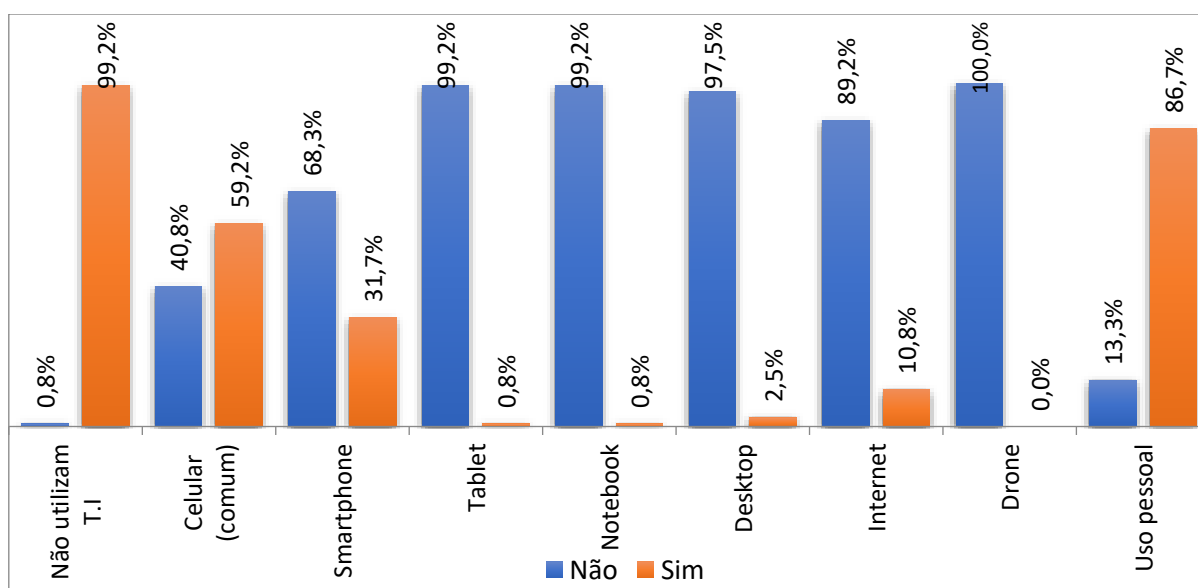
#### 3.3.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Em virtude do número elevado de estabelecimentos rurais identificados na pesquisa 99,2 %, que não utilizam tecnologia da informação voltada para a gestão e controle dos elementos necessários para tomada de decisão mais assertiva,

Figura , conforme a demanda do mercado, o pequeno produtor rural de Tomé-Açu consiste em quase sua totalidade baseados em empreendimentos rurais tradicionais, que resistem a adoção de tecnologias, seja pela ausência de conhecimento, por falta de capacidade técnica ou por questões econômicas (BATALHA, 2001).

Os dados da pesquisa corroboram quanto a reengenharia que as propriedades rurais Tomé-Açuenses estão carentes de informação e capacitação sobre controle e gestão. Neste contexto, a informática tornou-se a principal ferramenta de auxílio aos administradores rurais para manter o banco de dados sobre a propriedade rural atualizado e que contribua com a gestão por meio de relatórios que possibilitam ganhos tanto de tempo quanto de dinheiro pela agilidade no processamento das informações (SANTOS, MARION e SEGATTI, 2009).

Figura 04: Quais T.I. são utilizadas no estabelecimento rural.



Fonte: Dados da pesquisa.

A pesquisa identificou que devido à ausência de tecnologia da informação no controle e gestão da propriedade rural, o agricultor apresenta dificuldades em tomar decisões que venham a garantir melhores condições financeiras, portanto, segundo Araújo (2013), com a utilização de novas tecnologias e a profissionalização da gestão, o produtor rural poderá vislumbrar melhores horizontes sobre seus rendimentos. A propriedade rural informatizada, ou seja, que adota equipamentos como computadores, notebooks, internet, softwares, entre outros, a possibilidade de exploração no que tange a coleta de informações da propriedade e da cadeia produtiva, a montante, dentro da porteira e a jusante, são potencializadas significativamente e isso influenciará na tomada de decisão dos produtores rurais (PORTER, 2009).

### 3.4 CONTROLE FINANCEIRO E CONTROLE DE ESTOQUE DOS INSUMOS

Quando elencados sobre o controle financeiro utilizado na propriedade rural, os dados mostram que os produtores rurais que não realizam quaisquer registros chegam a 74,2 %, ou o fazem pela experiência empírica 2,4 %, neste caso, trata-se de memorização do destino do recurso financeiro resultante da venda dos produtos agrícolas. A pesquisa aponta que 22,6 % dos produtores rurais realizam o controle financeiro da propriedade por meio de anotações manuais, contudo, de forma parcial. Os que não responderam sobre a forma que lidam com o controle financeiro foram 0,8 %.

No entanto, questionados sobre o controle de estoque dos insumos, 82,4 % dos produtores rurais disseram não fazer uso de registros dessa natureza, 4,2 % empregam o controle pela experiência empírica. Os produtores que não responderam somam 0,8 % e os que realizam alguma anotação, mesmo que superficial, correspondem a 4,2 %.

Neste sentido, os dados mostram ineficiência, pois os insumos a serem estocados necessitam ser dimensionados obedecendo ao ciclo operacional e a rotatividade de culturas para minimizar perdas recorrentes de recurso financeiro imobilizado na aquisição de estoque, por conta da antecipação na compra ou pela elevação de preços dos insumos até sua devida aplicação no campo (SANTOS, MARION e SEGATTI, 2009).

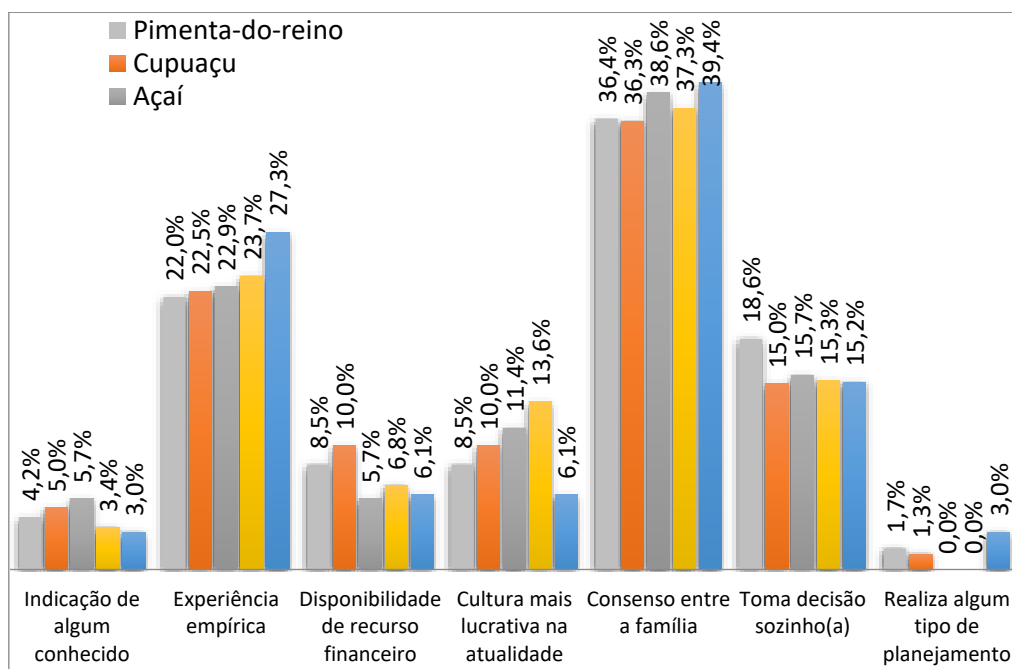
Observa-se na pesquisa que o produtor rural por apresentar baixo grau de escolaridade, possui dificuldades em estabelecer critérios de controle, financeiro e de estoque, no empreendimento rural. Entretanto, Silva (2013) enfatiza a importância dos

registros na propriedade, pois possibilitam eficiência na tomada de decisão devido a análise temporal do empreendimento rural.

### 3.5 TOMADA DE DECISÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE CULTURA

O cenário identificado na pesquisa demonstra que o produtor rural não está preparado para tomar decisões que alavanquem a produção e o capital investido na propriedade rural devido à ausência de aptidão técnica para análise do microambiente e macroambiente relativos a propriedade. As decisões tomadas nos estabelecimentos rurais do município de Tomé-Açu sobre a implantação de cultivares, como mostra a Figura 05, são baseadas fortemente no consenso entre os familiares 36,3 % a 39,4 %, caracterizando a presença da agricultura familiar no município de Tomé-açu; a tomada de decisão através da experiência empírica correspondeu 22,0 % a 27,3 %, seguida por decisão unilateral 15,0 % a 18,6 %, ou seja, a decisão baseada apenas em um dos membros da propriedade.

Figura 05: Como é tomada a decisão para implantação de cultura.



Fonte: Dados da pesquisa.

Portanto, os dados primários da pesquisa indicam que o produtor não toma decisão visualizando o imóvel rural como uma empresa ou um negócio voltado para o mercado, comprometendo a permanência do empreendimento rural por conta da competitividade estabelecida pela globalização e pela abertura das

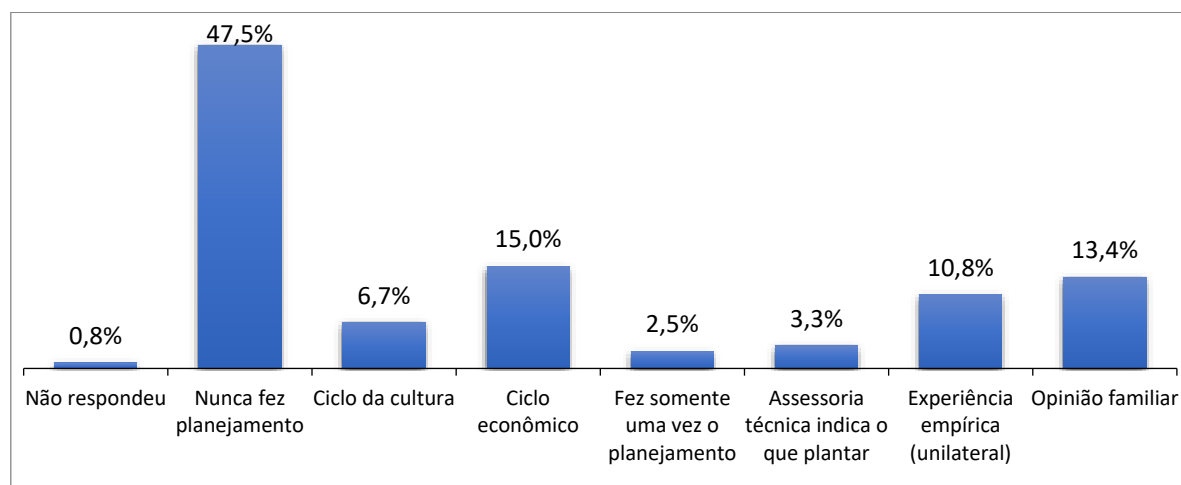
fronteiras comerciais. A pesquisa identificou ainda que os produtores que realizam o plantio quando os preços de mercado da cultura estão elevados 6,1 % a 13,6 %, tomam essa decisão embasada no “achismo”, possivelmente por falta de aparatos metodológicos sobre o imóvel rural ou pelo baixo grau de escolaridade, mas o gestor rural eficaz compreende o ambiente onde está inserido, ou seja, o agronegócio, identificando as oportunidades e ameaças que podem influenciar no futuro do empreendimento rural de modo a obter o melhor *trade-off*<sup>2</sup> em relação as culturas que serão implementadas na propriedade.

### 3.6 PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE CULTURA

Na abordagem feita ao produtor sobre o planejamento realizado no estabelecimento rural quanto a implantação de cultura, indicado na Figura 6, os dados mostram que 47,5 % deles nunca realizou planejamento, seguido por 13,4 % que planejam com base na opinião dos membros da família e 10,8 % usam a experiência empírica como fator de planejamento.

Com a pesquisa, identificou-se que os estabelecimentos rurais que levam em consideração o ciclo da cultura e o ciclo econômico apresentaram índices baixos 6,7 % e 15,0 % respectivamente. Estas variáveis elucidam a necessidade de realizarem planejamento por meio de assessoria técnica adequada e a profissionalização da gestão do imóvel rural para que consigam suprir a necessidade do mercado no que tange a demanda de produtos agrícolas mantendo o equilíbrio financeiro-econômico da propriedade.

Figura 06: É realizado algum planejamento para implantação de cultura.



Fonte: Dados da pesquisa.

<sup>2</sup> *Trade-off* é a escolha da melhor alternativa. N. G. Mankiw. **Introdução à economia**: princípios de micro e macroeconomia. Rio de Janeiro: Alsevier. 2001. 23ª reimpressão.

Enquanto os produtores deixarem de realizar o devido planejamento para manter a longevidade do negócio rural e ainda conservarem o estabelecimento rural como um ambiente familiar, estarão fadados a continuar com dificuldades no escoamento da produção, em obter rendimentos menores e acima de tudo permanecerem como provedores de produtos com baixo valor agregado.

### 3.7 CULTURAS MAIS DIFUNDIDAS

A pesquisa levou em consideração as cinco culturas mais difundidas entre os produtores e que estão presentes em pelo menos  $\frac{1}{4}$  dos estabelecimentos rurais do município de Tomé-Açu. Nesta abordagem, a cultura da pimenta do reino foi a que obteve maior relevância nos estabelecimentos rurais, correspondendo a 98,3 % da preferência dos produtores. A cultura do cupuaçu abrangeu a proporção de 66,7 % seguida da cultura do açaí que apresentou 58,3 %. Na sequência, a cultura do cacau 49,2 % e a cultura da mandioca 27,5 %. De acordo com a IBGE (2016), o Estado do Pará é o maior produtor nacional de mandioca 20,2 % e pimenta-do-reino 65,9 % e o 2º na produção de amêndoas de cacau 40,1 %.

Em relação ao estado do Pará, o município de Tomé-Açu desponta com o índice mais elevado na cultura do cupuaçu (SEDAP, 2012) e se destaca como a principal fonte na produção da cultura da pimenta-do-reino 11,2 %, em contrapartida, o município aparece em 12º no *ranking* dos maiores produtores de amêndoas de cacau (IBGE, 2016).

O município de Tomé-Açu apresenta elevado potencial agrícola tendo em vista que as principais culturas difundidas entre os produtores são as mais influentes na economia agrícola estadual (IBGE, 2016). Cabe ressaltar que diante deste cenário, os produtores podem maximizar ainda mais a produção dos imóveis rurais no que tange principalmente a busca de informações sobre o mercado, inclusive com a profissionalização da gestão com base na assessoria especializada de técnicos agrícolas e engenheiros agrônomos na identificação da possibilidade de produção dos estabelecimentos rurais.

As essências florestais que obtiveram maiores significância na pesquisa, entende-se que seja, por consequência da tradição do município no Sistema Agroflorestal de Tomé-Açu – SAFTA<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> SAFTA foi implantado no município de Tomé-Açu a cerca de 45 anos pelos imigrantes japoneses como mecanismo para recuperação de área degradada assim como para obtenção de renda pela extração de essências florestais, em consequência da dizimação dos pimentais por conta da *Fusarium*.

O baixo índice de estabelecimentos rurais com plantio de essências florestais pode estar atrelado ao número de produtores que não são cooperados da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu – C.A.M.T.A., sendo esta a principal fomentadora do SAFTA na região, pois possibilita melhores desempenhos ao processo produtivo pela diversificação de culturas em uma mesma área.

### 3.8 MAPEAMENTO DO DESTINO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A produção agrícola dos imóveis rurais do município de Tomé-Açu destina-se em quase sua totalidade para os atravessadores 99,2 %. Quando elencados sobre a venda de pimenta-do-reino, a pesquisa identificou que 56,7 % dos produtores realizam o método de comercialização verbalmente conhecida como “pimenta na folha” – trata-se do adiantamento pecuniário em torno de 50 % menor em relação ao quilograma normalmente pago no mercado, sem a possibilidade de negociar com outro cliente quando chegar a época da safra. Outros fatores abordados na pesquisa foram quanto a comercialização na feira do produtor rural e junto a C.A.M.T.A., ambas apresentam percentual de 4,2 %.

Conforme Santos, MARION e SEGATTI, (2009) sobre o produtor rural recai o condicionamento da comercialização de seus produtos perante os atravessadores que ditam a precificação e o escoamento da produção ainda dentro da porteira, ou seja, no próprio estabelecimento rural. Ainda para os autores, é muito comum a venda da produção agrícola no mercado informal devido a dificuldade do pequeno produtor conseguir o financiamento junto as instituições de crédito.

Entretanto, quando interrogados sobre a forma de como que o produtor escoava sua produção, o atravessador auferiu percentual de 92,5 % pois este vai até a propriedade fazer a coleta dos produtos. Os produtores que realizam o transporte de seus produtos por meio de veículos próprios alcançaram percentual de 17,5 %.

Por meio dos dados, percebe-se que os produtores do Município de Tomé-Açu deixam de obter rendimentos mais expressivos por conta da ausência de incentivos na formação de associações ou a constituição de cooperativas que visem a garantia da destinação da produção tendo em vista que os atravessadores são os maiores beneficiados na atual comercialização dos produtos agrícolas.



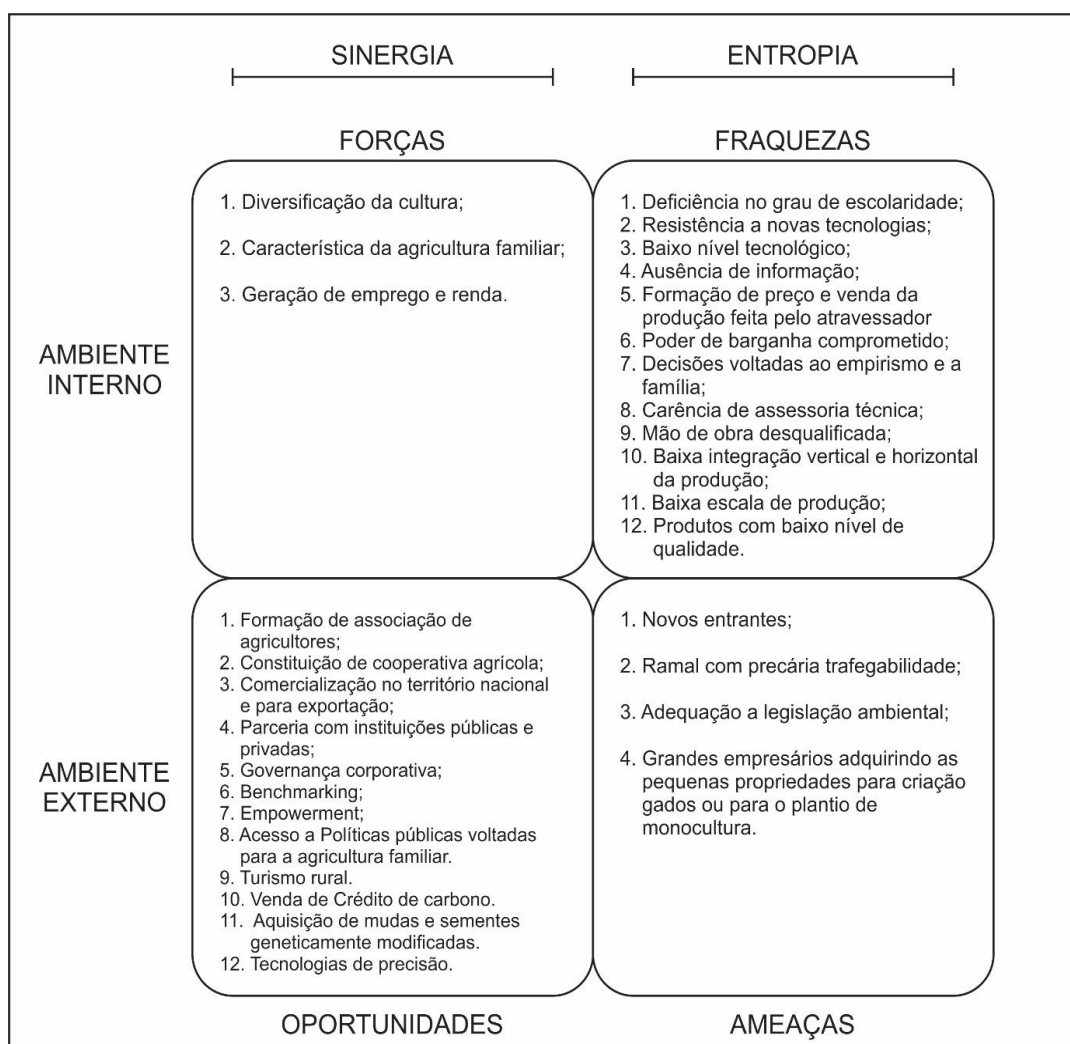
Desta forma, entende-se que o sistema produtivo Tomé-açuense poderia galgar destaques ainda maiores no cenário da agricultura nacional, em virtude do cultivo de produtos com valor agregado pela implantação de agroindústrias que viabilizassem o beneficiamento e a comercialização em mercados mais promissores por meio da exportação.

Observa-se que os agricultores possuem elevada dependência dos atravessadores quanto ao escoamento e comercialização dos produtos cultivados nos estabelecimentos rurais. Entende-se que essa configuração pode ser revertida em *prol* dos agricultores, conforme Ramos et al, (2019) por meio da tomada de decisões que motivem esses produtores a respeito dos benefícios que há em se tratando de mobilização em organizações, como as cooperativas, com e sem fins lucrativos, que visem ao engajamento da melhoria contínua dos processos produtivos e da excelência em qualidade necessária para atender aos anseios dos consumidores mais exigentes.

### 3.9 MATRIZ SOWT DOS IMÓVEIS RURAIS

Durante a pesquisa foi possível construir a Matriz *SWOT* dos estabelecimentos rurais do Município de Tomé-Açu, **Erro! Fonte de referência não encontrada.**<sup>07</sup>. Cabe ressaltar que as informações contidas nesta matriz correspondem aos assuntos diretamente abordados no decorrer da pesquisa e outras informações foram coletadas enquanto as entrevistas eram feitas com os produtores.

Figura 07: Matriz SOWT dos imóveis rurais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ramos et al, (2019) ressalta as perspectivas dos processos internos, cujo objetivo visa melhorar a eficiência produtiva e amplificar a eficácia nos processos gerenciais dos produtores. Esse alinhamento das metas gerenciais e produtivas vislumbra a identificação dos gargalos da produção. Para os processos externos os objetivos estratégicos têm a finalidade de ampliar as parcerias com os cooperados e clientes de forma a expandir o canal de distribuição da produção nos mais diversos níveis.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Tomé-Açu possui elevado potencial agrícola tendo em vista a grande contribuição para o fortalecimento da agricultura e da economia local e estadual. Entretanto, nota-se que há resistência na adoção de assessoria técnica

especializada para auxiliar no momento da implantação ou na manutenção das culturas existentes no imóvel rural, principalmente de técnicos agrícolas e engenheiros agrônomos, fundamentais para o desenvolvimento do empreendimento rural.

Devido a baixa escolaridade, os gestores dos estabelecimentos rurais falham, no que tange ao controle financeiro e de estoque, dificultando a tomada de decisão com base nos registros econômico-financeiros da propriedade pela ausência de tecnologias da informação.

Os maiores índices quanto a tomada de decisão para implantação de cultura provém do consenso entre os membros da família ou por meio da experiência empírica, sendo essas as características da agricultura familiar que compõem o município. Nessa mesma vertente, os gestores que não fazem o planejamento do imóvel ou utilizam o conhecimento empírico como fator de planejamento assim como a opinião da família, comprometendo a qualidade das decisões futuras e a permanência do agricultor no campo.

Ao mapear o destino da produção agrícola do município de Tomé-Açu, foi identificado a dependência do agricultor junto ao atravessador, para o escoamento e comercialização da produção, evidenciando a ausência de organização produtores rurais quanto a criação de associação ou cooperativa.

Diante do cenário visualizado na pesquisa, sugere-se que os produtores comecem a tratar o estabelecimento rural como um negócio ou empresa rural de modo a inserir mecanismos que venham alavancar a produção, tanto no sentido de quantidade produzida quanto de valor da produção por hectare, por meio do emprego de assessoria técnica especializada no intuito de contribuir com a melhor escolha da eficiência alocativa para o imóvel rural.

Nota-se, portanto, que o planejamento estratégico assume papel essencial na tomada de decisão dos produtores rurais, tendo em vista a prosperidade dos estabelecimentos rurais principalmente voltada para a maximização dos recursos disponíveis adotando práticas que alavanquem a produção.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MARKETING RURAL E AGRONEGÓCIO ABMRA. **7ª pesquisa hábitos do produtor rural**. São Paulo: ABMRA, 2016. Disponível em: <[www.abmra.org.br](http://www.abmra.org.br)>. Acesso em: 03 fev. 2018.

Araújo, L. A. **Planejamento de propriedades rurais**. Livro didático. Palhoça: UnisulVirtual, 2013.

Araújo, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

Batalha, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. GEPAL: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. Decreto nº 8.736, de 3 de maio de 2016. Plano Nacional de Juventude e Sucessão Rural. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/decreto/D8736.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8736.htm)>. Acesso em: 04 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 9.393, de 19 de dezembro de 1996. Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9393.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9393.htm)>. Acesso em: 04 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 10.267, de 28 de agosto de 2001. Alteração da Lei n.º 4.947/66, Lei n.º 5.868/72, Lei n.º 6.015/73, Lei n.º 6.739/79, Lei n.º 9.393/96. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm)>. Acesso em: 04 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.852, de 5 de agosto de 2013. Estatuto da Juventude. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm#art2](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm#art2)>. Acesso em: 04 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Agropecuária puxa o PIB de 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

Chiavenato, I. **Introdução a Teoria Geral da Administração**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2014.

Cruz, T. **Sistemas, organização e métodos: estudo integrado orientado a processos de negócio...** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

Gil, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Hitt, M. A.; Ireland, R. D.; Hoskisson, R. E. **Administração estratégica: competitividade e globalização**. Tradução All Tasks. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Homma, A. K. O. **Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso da colônia agrícola de Tomé-Açu, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82552/1/08O395.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Censo agropecuário 2006. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 04 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Produção agrícola municipal do ano de 2016. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 04 fev. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. Índices básicos de 2013 por município. Brasília: INCRA, 2013. Disponível em: <[www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br)>. Acesso em: 04 fev. 2018.

KNICKEL, K. et al. Between aspirations and reality: Making farming, food systems and rural areas more resilient, sustainable and equitable. **Journal of Rural Studies**, v. 59, p. 197-210, 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. Fundamentos de Metodologia Científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Lopes, F. F. (Org.). **Agroperformance**: um método de planejamento e gestão estratégica... São Paulo: Atlas, 2012.

Mendes, J. T. G.; Padilha Júnior, J. B. **Agronegócio**: uma abordagem econômica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

Nicholson, W. **Teoria microeconômica**: princípios básicos e aplicações. Tradução 12º ed. Americana. Cengage, 2018, p. 432.

PARÁ (Estado). Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. **Dados agropecuários**. Pará, [2013?]. Disponível em: <<http://www.sedap.pa.gov.br>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

Porter, M. E. **Competição**. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMOS, J. E. S. et al. Gestão organizacional em apoio à tomada de decisão: uma análise através das perspectivas estratégicas na ambiência cooperativista. **Rev. Agro. Amb.**, Maringá. v. 12, n.3, p. 875-899, jul./set. 2019.

Santos, G. J.; Marion, J. C.; Segatti, S. **Administração de custos na agropecuária**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Silva, R. A. G. **Administração rural**: teoria e prática. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2013.

# CAPÍTULO 14

ESTABELECIMENTO IN VITRO DE BANANEIRAS EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA SUBMETIDAS A AGENTES ANTIOXIDANTES.

## **Wellington José Pereira**

Estudante de Iniciação Científica (PIVIC)  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – GO  
E-mail: wellingtonjpereira74@gmail.com

## **Carla Geovanna Caixeta Issa**

Estudante de Iniciação Científica (PIVIC)  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – GO  
E-mail: carlaissa@gmail.com

## **Ana Flávia de Pinto**

Mestranda em Recurso Naturais do Cerrado  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – GO  
E-mail: anaflaviah15@gmail.com

## **Dalilla Cristina Socorro Lemos**

Estudante de Licenciatura em Ciências Biológicas  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – GO  
E-mail: dalillaserviam@gmail.com

## **Adriano Martins Barbosa**

Téc. Ad. Msc.  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – GO  
E-mail: adrianobarbosa1984@hotmail.com

## **Kerly Cristina Pereira**

Prof. Dra.  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – GO  
E-mail: kerlycp2000@yahoo.com.br

## **Mariana Silva Pereira de Paula**

Engenheira Agrônoma  
E-mail: maryspp@hotmail.com

## **Muza do Carmo Vieira**

Pós Doutorado EA/UFG. Téc. Ad.  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí – GO  
E-mail: mcvmuza@gmail.com

**RESUMO:** O Brasil é um país de destaque para a produção da banana (*Musa* sp.) graças as tecnologias aplicadas a cultura, como os meios de propagação. O objetivo foi avaliar o estabelecimento in vitro de explantes de bananeira cv. BRS Platina em

diferentes meios de cultura submetidos a agentes desinfetantes, antioxidantes e dispostos em posições distintas. Em ambos os experimentos, as mudas foram selecionadas do pomar do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Estas foram reduzidas ao tamanho de aproximadamente 10 cm e submetidas lavagem em água corrente e detergente para retirada superficial de resíduos. A desinfestação dos explantes foi realizada em câmara de fluxo laminar com álcool 70 % por 5 minutos, seguido de 30 minutos em hipoclorito de sódio (2,5 % de cloro ativo) em constante agitação. Após a desinfestação dos explantes estes passaram por lavagem em água destilada por 4 vezes. Os explantes do primeiro experimento foram inoculados em meio MS (Murashige & Skoog, 1962) com 100 % da concentração dos sais, acrescido de piridoxina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, ácido nicotínico 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, glicina 2,0 mg.L<sup>-1</sup>, tiamina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>; carvão ativado 1,0 g.L<sup>-1</sup>, sacarose 30,0 g.L<sup>-1</sup> e ágar a 4,0 g.L<sup>-1</sup> e com pH a 5,8. Após a retirada dos frascos do escuro, os explantes foram avaliados quanto a oxidação do ápice e da base atribuindo notas para cada explante (0: sem oxidação; 1: oxidação inicial; 2: oxidação baixa; 3: oxidação intermediária; e 4: oxidação elevada). Os frascos inoculados foram deixados no escuro por 14 dias em temperatura de 27±2 °C, para diminuir o fenômeno da oxidação e depois sob luz branca fria (40 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em fotoperíodo de 12 horas, após a retirada do escuro foram avaliados ainda, contaminação, sobrevivência e esverdecimento dos explantes e oxidação. No segundo experimento, novas mudas foram selecionadas, e submetidas ao processo asséptico, onde os explantes foram inoculados, com a base voltada para o meio e com o ápice voltado para o meio, onde meio MS com 100 % da concentração dos sais, acrescido de piridoxina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, ácido nicotínico 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, glicina 2,0 mg.L<sup>-1</sup>, tiamina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>; carvão ativado 1,0 g.L<sup>-1</sup>, e ágar a 4,0 g.L<sup>-1</sup> e com pH a 5,8 tinha diferentes concentrações de sacarose: 10,0 g.L<sup>-1</sup> e 20,0 g.L<sup>-1</sup>. Os frascos inoculados foram deixados no escuro por 14 dias em temperatura de 27±2 °C, para diminuir o fenômeno da oxidação e depois sob luz branca fria (40 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em fotoperíodo de 12 horas. Após a retirada do escuro os explantes foram avaliados semanalmente quanto a oxidação basal, oxidação apical, contaminação, esverdecimento e senescência. Os dados foram avaliados no software R versão 3.4.1 (R Core Team, 2018). Os tratamentos não diferenciaram estatisticamente entre si em nenhuma das variáveis analisadas. Os tratamentos já apresentaram oxidação basal e apical na primeira avaliação, esverdecimento a partir da segunda avaliação e senescência a partir da terceira avaliação. Os tratamentos sofreram com contaminações, todos apresentaram contaminações fúngicas e bacterianas. Conclui-se que as concentrações de sacarose testadas não influenciaram nas variáveis avaliadas e que a oxidação do explante está diretamente ligada ao contato entre explante e meio de cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Musa sp; Oxidação; Contaminação.

**ABSTRACT:** Brazil is a prominent country for the production of banana (Musa sp.) Thanks to technologies applied to culture, as means of propagation. The objective was to evaluate the in vitro establishment of explants of banana cv. BRS Platina in different culture media submitted to disinfectant agents, antioxidants and arranged in different positions. In both experiments, the seedlings were selected from the orchard of the Institute Federal Goiano - Campus Urutaí. These were reduced to the size of approximately 10 cm and subjected to washing in running water and detergent for the

superficial removal of residues. Disinfestation of the explants was carried out in 70 % alcohol laminar flow chamber for 5 minutes, followed by 30 minutes in sodium hypochlorite (2.5 % active chlorine) under constant stirring. After disinfestation the explants were washed in distilled water 4 times. The explants from the first experiment were inoculated in MS medium (Murashige & Skoog, 1962) with 100 % salt concentration, plus pyridoxine 0.5 mg.L<sup>-1</sup>, nicotinic acid 0.5 mg.L<sup>-1</sup>, glycine 2, 0 mg.L<sup>-1</sup>, thiamine 0.5 mg.L<sup>-1</sup>; activated charcoal 1.0 g.L<sup>-1</sup>, sucrose 30.0 g.L<sup>-1</sup> and agar at 4.0 g.L<sup>-1</sup> and with pH at 5.8. After removing the bottles from the dark, the explants were evaluated for the oxidation of the apex and base by assigning notes for each explant (0: no oxidation, 1: initial oxidation, 2: low oxidation, 3: intermediate oxidation, and 4: oxidation high). The inoculated flasks were left in the dark for 14 days at a temperature of 27 ± 2° C to reduce the oxidation phenomenon and then under cold white light (40 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) in a 12-hour photoperiod after removal of the were still evaluated, contamination, survival and greening of explants and oxidation. In the second experiment, new seedlings were selected and submitted to the aseptic process, where the explants were inoculated, with the base facing the middle and with the apex facing the middle, where MS medium with 100 % of the salts concentration, plus pyridoxine 0.5 mg.L<sup>-1</sup>, nicotinic acid 0.5 mg.L<sup>-1</sup>, glycine 2.0 mg.L<sup>-1</sup>, thiamine 0.5 mg.L<sup>-1</sup>; activated charcoal 1.0 g.L<sup>-1</sup>, and agar at 4.0 g.L<sup>-1</sup> and with pH at 5.8 had different concentrations of sucrose: 10.0 g.L<sup>-1</sup> and 20.0 g.L<sup>-1</sup>. The inoculated flasks were left in the dark for 14 days at a temperature of 27 ± 2 ° C to reduce the oxidation phenomenon and then under cold white light (40 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) in a 12-hour photoperiod. After dark removal the explants were evaluated weekly for basal oxidation, apical oxidation, contamination, greening and senescence. The data were evaluated in software R version 3.4.1 (R Core Team, 2018). The treatments did not differentiate statistically from each other in any of the analyzed variables. The treatments already presented basal and apical oxidation in the first evaluation, greening from the second evaluation and senescence from the third evaluation. The treatments suffered from contamination, all presented fungal and bacterial contaminations. It is concluded that the concentrations of sucrose tested did not influence the variables evaluated and that the oxidation of the explant is directly linked to the contact between explant and culture medium.

**KEY WORDS:** Musa sp; Oxidation; Contamination.



## 1. INTRODUÇÃO

Com seu sabor e aroma únicos, a banana (*Musa* sp.) é a fruta predileta dos brasileiros. A facilidade de acesso contribui para os altos índices de consumo, uma vez que é encontrada em todos os cantos do País. Sua predileção pode ser constatada nos números uma vez que em torno de 99 % da produção nacional abasteceu o mercado interno em 2016. A produção de bananais atingiu 6.962.134 toneladas, em área de 474.054 hectares (Kist et al., 2017).

A propagação da bananeira pode ser feita de várias formas: por sementes (oriundas da sua inflorescência), ou vegetativamente por meio de mudas pelo método tradicional utilizando mudas tipo chifirão, chifre, chifrinho, fracionamento de rizoma ou in vitro (Pereira, 2012). As cultivares de bananeira com frutas comestíveis são propagadas de forma vegetativa, quer seja a campo, a partir de brotações laterais, cujas taxas de multiplicação são baixas e contribui para a disseminação de pragas e doenças; ou em laboratório de micropropagação (Carvalho, Rodrigues & Santos, 2012).

Mudas de banana podem ser produzidas através da micropropagação que é uma técnica que produz mudas de forma contínua em condições controladas no laboratório, utilizando meios de cultura artificiais para produção de um grande número de plantas clonadas em um pequeno tempo e utilizando pouco espaço. As vantagens desta técnica são produção de mudas em larga escala, com rápida disponibilização, uniformes, idênticas a matriz e livres de patógenos (Lima, Silva & Ferreira, 2012; CID, 2014).

Embora, a propagação in vitro seja a melhor opção e proporcione mudas sadias o emprego de mudas produzidas por essa tecnologia é limitado devido ao alto custo de produção (Camolesi et al., 2010). Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o estabelecimento in vitro de explantes de bananeira cv. BRS Platina em diferentes meios de culturas submetidos a agentes desinfetantes, antioxidantes e dispostos em posições distintas.

## 2. MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Biotecnologia – LABIOTEC, do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí. Com a utilização de explantes de ápices caulinares de cv. BRS Platina do pomar da instituição. Os explantes foram obtidos

mediante a seleção de mudas de bananeira do tipo chifrinho (20 cm a 30 cm) ou chifre (50 cm a 60 cm).

As mudas selecionadas, foram reduzidas ao tamanho de aproximadamente 10 cm e submetidas à lavagem em água corrente e detergente para retirada superficial de resíduos. A desinfestação dos explantes foi realizada em álcool 70 % por 5 minutos, seguidos de 30 minutos em hipoclorito de sódio (2,5 % de cloro ativo) sob constante agitação.

Após a desinfestação os explantes passaram por lavagem em água destilada por quatro vezes, e em seguida eles foram inoculados em frascos de vidro de 258 mL contendo meio MS (Murashige & Skoog, 1962) com 100 % da concentração dos sais, acrescidos piridoxina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, ácido nicotínico 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, glicina 2,0 mg.L<sup>-1</sup>, tiamina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>; carvão ativado 1,0 g.L<sup>-1</sup>, sacarose a 30,0 g.L<sup>-1</sup> e ágar a 4,0 g.L<sup>-1</sup>, e o pH foi ajustado em 5,8. Os frascos inoculados, foram deixados no escuro por 14 dias em temperatura de 27±2° C, para diminuir o fenômeno da oxidação e depois sob luz branca fria (40 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em fotoperíodo de 12 horas.

Após a retirada dos frascos do escuro, os explantes foram avaliados quanto à oxidação do ápice e da base atribuindo notas para cada explante (0: sem oxidação; 1: oxidação inicial; 2: oxidação baixa; 3: oxidação intermediária; e 4: oxidação elevada). Foram avaliados ainda, contaminação bacteriana e fúngica, sobrevivência e esverdecimento dos explantes, atribuindo notas para esta última variável (0: verde ausente; 1: esverdecimento inicial; 2: esverdecimento médio; 3: esverdecimento elevado; e 4: explante enegrecido). As avaliações foram realizadas semanalmente e os dados que apresentaram notas passaram por análise de regressão no software R versão 3.4.1 (R Core Team, 2018), onde foi analisada a evolução da oxidação e do esverdecimento.

Novas mudas foram selecionadas, reduzidas ao tamanho de aproximadamente 10 cm e submetidas lavagem em água corrente e detergente para retirada superficial de resíduos e submetidas ao processo asséptico determinado anteriormente. Logo após em câmara de fluxo, os explantes foram inoculados em frascos de vidro de 258 mL contendo meio MS (Murashige & Skoog, 1962) com 100 % da concentração dos sais, acrescidos piridoxina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, ácido nicotínico 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, glicina 2,0 mg.L<sup>-1</sup>, tiamina 0,5 mg.L<sup>-1</sup>; carvão ativado 1,0 g.L<sup>-1</sup>, e ágar a 4,0 g.L<sup>-1</sup>, e o pH foi ajustado em 5,8. Os explantes foram inoculados em frascos com soluções de sacarose em diferentes concentrações: 10,0 g.L<sup>-1</sup> e 20,0 g.L<sup>-1</sup>.

No momento da inoculação dos explantes, estes foram dispostos de duas formas sobre o meio de cultura semissólido, com a base voltada para o meio e com o ápice voltado para o meio. Os frascos inoculados, foram deixados no escuro por 14 dias em temperatura de  $27 \pm 2^\circ \text{C}$ , para diminuir o fenômeno da oxidação e depois sob luz branca fria ( $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em fotoperíodo de 12 horas.

Após a retirada do escuro, os explantes foram avaliados semanalmente quanto à oxidação basal, oxidação apical, contaminação fúngica e bacteriana, esverdecimento e senescência. Foram realizadas cinco avaliações (15, 21, 28, 35 e 42 Dias Após o Estabelecimento – DAE) formando assim um fatorial  $2 \times 2 \times 5$  (Concentrações de sacarose x Posição do Explante x Épocas de avaliação), conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de deviance a partir de um modelo linear generalizado binomial. Os tratamentos foram comparados a partir de intervalos de 95 % de confiança. As análises foram realizadas usando a função `glm ()` do software R versão 3.4.1 (R Core Team, 2018).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

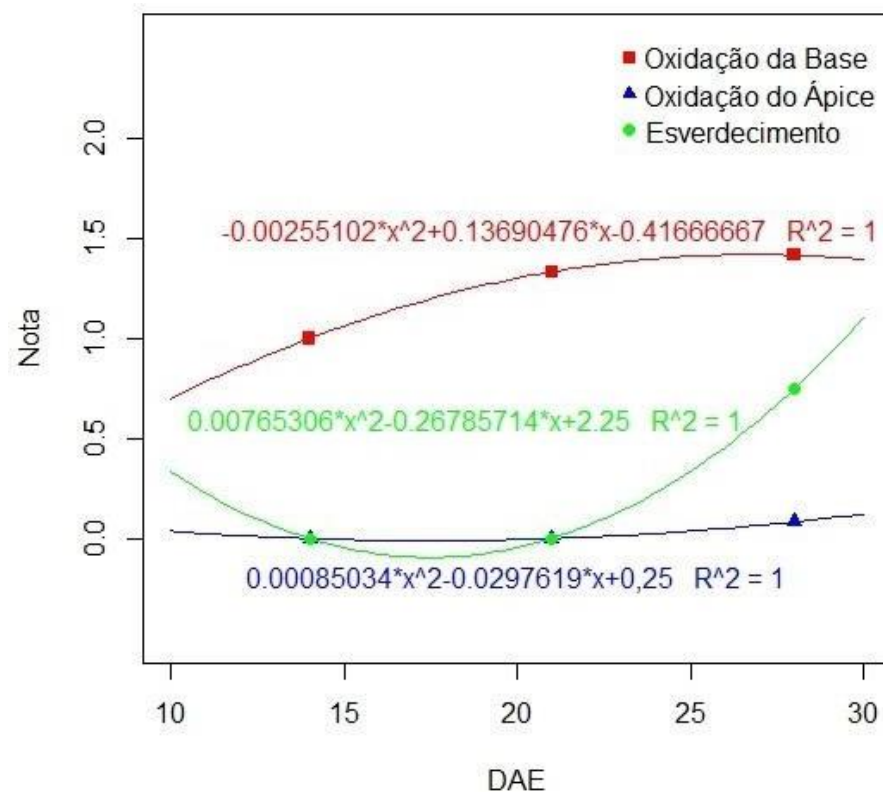
Quanto ao primeiro experimento, na primeira avaliação, 14 DAE (Dias Após o Estabelecimento), 100 % dos explantes já se apresentaram com elevada contaminação bacteriana, mas durante as avaliações que seguiram até os 28 DAE não houve contaminações fúngicas. As contaminações não afetaram a sobrevivência dos explantes, que se mantiveram vivos durante as avaliações. As contaminações nesta escala encontrada podem comprometer a sequência do trabalho de micropropagação (Pereira, Corrêa & Boliani, 2011). Uma maneira que pode ser eficiente no controle de contaminações bacterianas é a adição de antibióticos ao meio de cultura (Grattapaglia & Machado, 1998).

O esverdecimento dos explantes se manteve no mesmo patamar nas duas primeiras avaliações, (14 e 21 DAE), onde os explantes não apresentaram a coloração verde, havendo um pequeno esverdecimento a partir de então (Figura 01). Este esverdecimento ocorre pela presença da luz e pela adaptação do explante ao meio, podendo assim realizar a transferência deste para outro meio de cultura para que possam ser realizadas as próximas etapas da micropropagação.

A oxidação apical foi pouco evidente em ambas as avaliações, diferentemente da oxidação da base do explante, que já se apresentava na primeira avaliação e foi

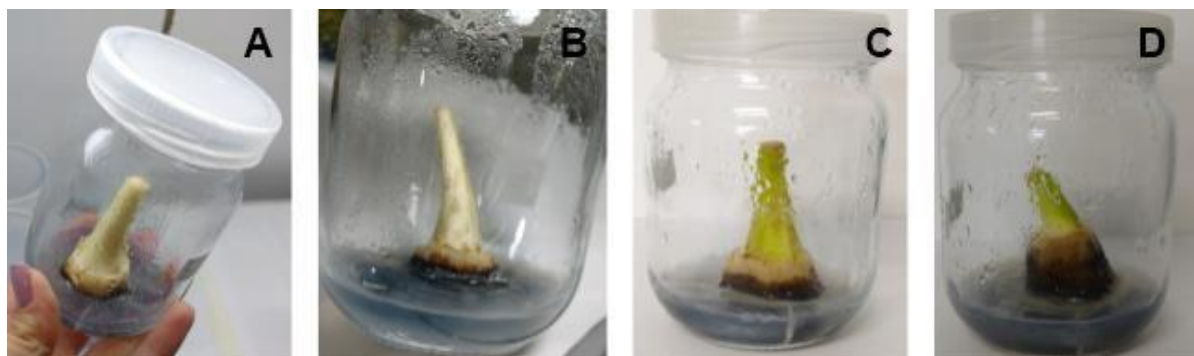
aumentando nas avaliações seguintes (Figura 2). O aumento da oxidação neste período não deve comprometer os explantes, pois visualmente ainda não foram afetados pela oxidação, que ainda está superficial. A manutenção dos explantes nas mesmas condições por muito tempo, com a elevação da oxidação, pode comprometer a sobrevivência dos explantes.

Figura 01: Gráfico de regressão do desenvolvimento dos explantes após a retirada do escuro.



Fonte: Os autores.

Figura 02: Explantes após a retirada do escuro com a base oxidada. (A e B) Explante branco e (B e C) Explante verde.



Fonte: Os autores.

Nas avaliações de concentração de sacarose e posição do explante sobre o meio de cultura não houve diferença nas variáveis analisadas, como demonstra a tabela 01. A tabela 01 demonstra o valor p obtido pela análise de deviance para cada uma das variáveis analisadas nas 5 épocas de avaliação.

Tabela 01: Valor p da análise de deviance para 2 concentrações de sacarose, 2 posições do explante em 5 épocas de avaliação.

| DAE | Proporção de Oxiadação Basal | Proporção de Oxiadação Apical | Proporção Fúngica | Proporção Bacteriana | Proporção de Esverdecimento | Proporção de Senescência |
|-----|------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 15  | 0,972                        | 0,290                         | 0,994             | 1,000                | 1,000                       | 1,000                    |
| 21  | 0,930                        | 0,901                         | 0,994             | 0,979                | 0,417                       | 1,000                    |
| 28  | 0,930                        | 0,901                         | 0,996             | 0,914                | 0,962                       | 0,532                    |
| 35  | 0,994                        | 0,996                         | 1,000             | 0,914                | 0,949                       | 0,930                    |
| 42  | 0,994                        | 0,996                         | 1,000             | 0,914                | 0,949                       | 0,994                    |

Fonte: Os autores.

A figura 3A mostra que nos explantes que foram inoculados com a base voltada para o meio não apresentaram oxidação apical na primeira avaliação (15 DAE), diferente do que ocorreu com os tratamentos em que os explantes foram inoculados com o ápice voltado para o meio. Nas avaliações seguintes todos os tratamentos apresentam oxidação, mas continuam apresentando maior proporção de oxidação apical nos tratamentos com o ápice voltado para o meio, até na avaliação de 28 DAE. Nas duas últimas avaliações a proporção de oxidação apical praticamente se iguala, mantendo-se um pouco abaixo no tratamento com concentração de 10 g.L<sup>-1</sup> de sacarose e com a base voltada para o meio.

Quando analisada a oxidação basal (Figura 3B), ocorreu o oposto, os tratamentos que tiveram explantes inoculados com a base voltada para o meio apresentaram maiores proporções de oxidação basal, porém iguais estatisticamente. A oxidação basal entre os tratamentos praticamente não se alterou ao longo das avaliações. O comportamento das oxidações basais e apicais demonstra que o meio de cultura está diretamente ligado a este fenômeno, pois o contato entre o explante e o meio favoreceu a oxidação.

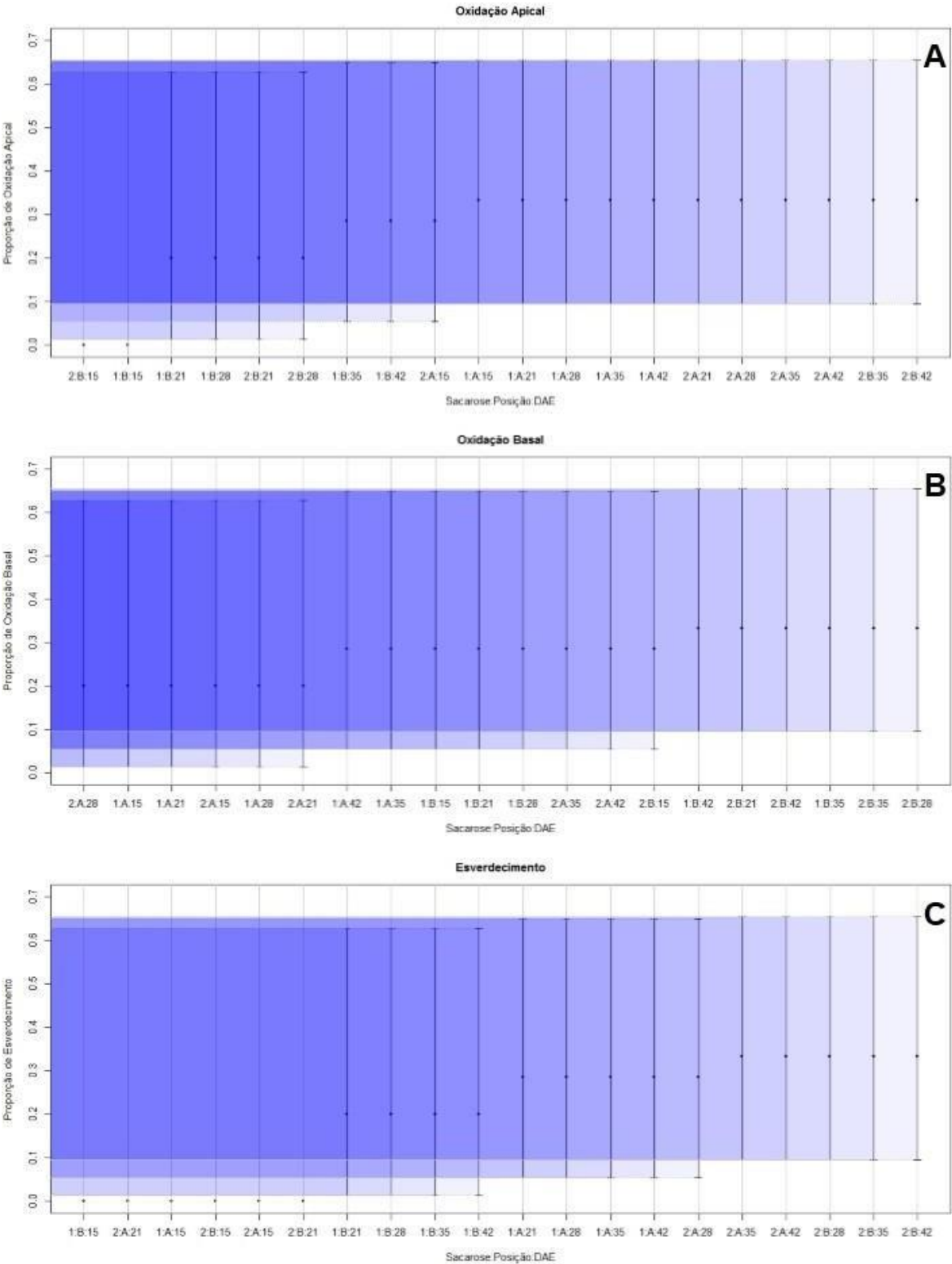
A oxidação do explante prejudica a técnica de micropropagação podendo causar a morte do explante (Utino, Carneiro & Chaves, 2001). A oxidação é um importante problema desta técnica de micropropagação, que ocorre pelo escurecimento do tecido pela liberação de compostos fenólicos (Anicezio, 2012).

O processo de esverdeamento do explante foi observada na segunda avaliação (21 DAE), nos tratamentos em que o meio de cultura apresentava a concentração de 10 g.L<sup>-1</sup>. Nas avaliações subsequentes todos os tratamentos já apresentavam explantes verdes, porém na última avaliação os tratamentos com maior proporção de esverdeamento foram os tratamentos em que o meio de cultura apresentava a concentração de 20 g.L<sup>-1</sup> (Figura 3C).

Para as variáveis de contaminação, todos os tratamentos já apresentavam contaminações fúngicas e bacterianas na primeira avaliação (Figura 4A e 4B). A proporção de contaminações bacterianas foram numericamente iguais na primeira avaliação (15 DAE), e a partir da segunda avaliação o tratamento com concentração de sacarose de 10 g.L<sup>-1</sup> e com o explante inoculado com a base voltada para o meio apresentou maior proporção de bactérias contaminantes.

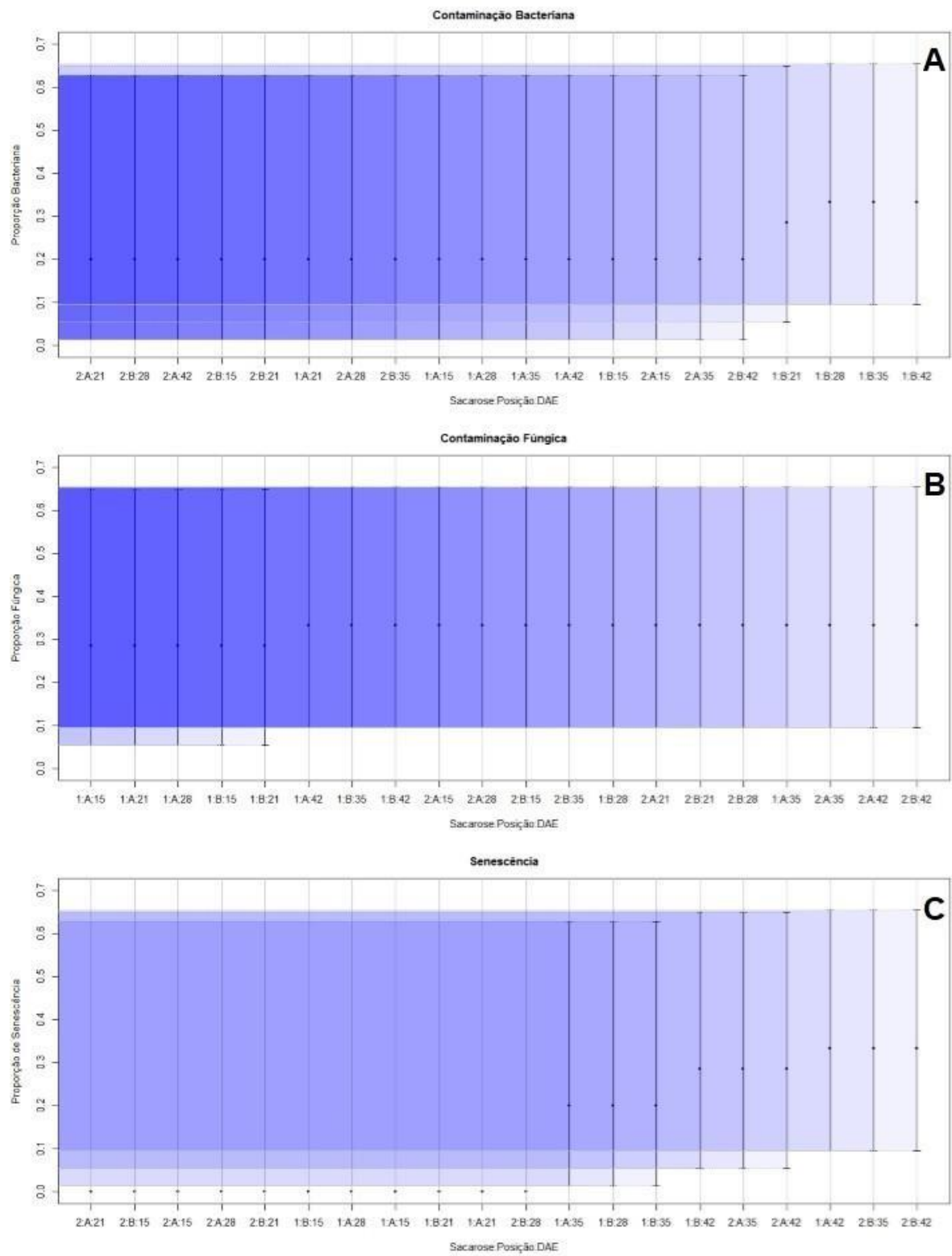
A proporção de contaminações fúngicas, inicialmente foi maior nos tratamentos com concentração de sacarose de 20 g.L<sup>-1</sup>, mas por fim a proporção foi idêntica em todos os tratamentos. O meio com maior concentração de sacarose favoreceu inicialmente o desenvolvimento de fungos, evidenciando que este carboidrato também influência no desenvolvimento dos microrganismos contaminantes.

Figura 03: Intervalos de 95 % de confiança para (A) Proporção de Oxidação Apical; (B) Proporção de Oxidação Basal e (C) Proporção de Esverdecimento para a interação de 2 concentrações de sacarose (1: 10 g.L-1; 2: 20 g.L-1), 2 posições de explante sobre o meio de cultura (A: Ápice; e B: Base voltada para o meio) em 5 épocas de avaliação (15, 21, 28, 35 e 42 DAE).



Fonte: Os autores.

Figura 04: Intervalos de 95 % de confiança para (A) Proporção de Contaminação Bacteriana; (B) Proporção de Contaminação Fúngica e (C) Proporção de Senescência para a interação de 2 concentrações de sacarose (1: 10 g.L-1; 2: 20 g.L-1), 2 posições de explante sobre o meio de cultura (A: Ápice; e B: Base voltada para o meio) em 5 épocas de avaliação (15, 21, 28, 35 e 42 DAE).



Fonte: Os autores.



A senescência dos explantes foi identificada inicialmente no tratamento com concentração de sacarose de 10 g.L<sup>-1</sup> e com o explante inoculado com a base voltada para o meio (Figura 4C), na terceira avaliação (28 DAE). Nas avaliações seguintes todos os tratamentos já apresentaram explantes senescentes.

A senescência do material vegetal ocorreu principalmente pelo alto grau de contaminação obtido no explante, em que se pode notar que o primeiro que apresentou explante senescente foi o mesmo que apresentou maior proporção de contaminação bacteriana. Na fase de estabelecimento de bananeira in vitro, segundo Quisen, Mari & Lopes (2004), ocorrem elevadas perdas ocasionadas por estes contaminantes.

Segundo Grattapaglia & Machado (1998), a contaminação, fúngica e bacteriana, compromete a técnica de micropropagação, pois estes organismos se instalam no explante e no meio de cultura, liberando substâncias tóxicas e competindo com o explante pelos nutrientes presentes no meio. A competição e a presença de substâncias tóxicas podem levar a morte do explante.

Naue, Benitz & Medeiros (2007), trabalhando com a cultura do fumo observaram que é necessária a adição de antibióticos e fungicidas ao meio de cultura para obter um controle efetivo dos microrganismos contaminantes, pois a utilização apenas de álcool e hipoclorito de sódio não são suficientes. E ainda, segundo Pereira, Corrêa & Boliani (2011) o processo de oxidação está ligado à concentração de hipoclorito de sódio utilizada no processo de assepsia.

### **3. CONCLUSÃO**

As concentrações de sacarose utilizadas neste trabalho não interferem nos processos de oxidação e esverdeamento do explante de bananeira, assim como na contaminação bacteriana. Maiores concentrações de sacarose podem elevar a contaminação fúngica inicial.

A posição do explante interfere diretamente sobre a oxidação dos explantes de bananeira. A estrutura do explante que está em contato com o meio de cultura tende a apresentar maior oxidação em relação ao restante do explante.

## REFERÊNCIAS

- ANICEZIO, L.C. Efeito de Antioxidantes e Descontaminantes no Estabelecimento de Explantes de Bananeira (*Musa spp*) *in vitro*. Uniciências 16: 9-16, 2012.
- CAMOLESI, M.R., MARTINS, A.N., SOUZA, L.D., SACONI, C.G. Enraizamento *in vitro* de mudas micropropagadas de bananeira (*Musa sp.*) em diferentes meios de cultivo. Ciência e Agrotecnologia 34: 1446-1451, 2010.
- CARVALHO, A.C.P.P., RODRIGUES, A.A.J., SANTOS, E.O. Produção de mudas micropropagadas de bananeira. Embrapa, Fortaleza, Brasil. 14 p. 2012.
- CID, L.P.B. Cultivo *in vitro* de plantas. Embrapa, Brasília, Brasil, 325 p. 2014.
- GRATTAPAGLIA, D., MACHADO, M.A. Micropropagação. In: Torres, A.C., Caldas, L.S., Buso, J.A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Embrapa, Brasília, Brasil. p. 183-260, 1998.
- KIST, B.B., SANTOS, C.E., CARVALHO, C., TREICHEL, M., FILTER, C.F. Anuário brasileiro da fruticultura 2017. Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, Brasil, 90 p. 2017.
- LIMA, M.B., SILVA, S.O.E., FERREIRA, C.F. Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa, Brasília, Brasil. 214 p. 2012.
- MURASHIGE, T., SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiologia Plantarum 15: 473–497, 1962.
- NAUE, C.R., BENITIZ, L.B., MEDEIROS, C.V. Eliminação de contaminantes microbianos da cultura de tecidos de *Nicotiana tabacum* L. In: XVI Congresso Iniciação Científica, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Resumos. Pelotas, Brasil. p. 1-5, 2007.
- PEREIRA, G.A. Protocolo para micropropagação de bananeira ‘Thap maeo’. 121 f. (Tese de Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil, 2012.
- PEREIRA, G.A., CORRÊA, L.S., BOLIANI, A.C. Desinfestação e estabelecimento *in vitro* de explantes de bananeira “Grande Naine” em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio. Revista Brasileira de Fruticultura Especial: 222–226, 2011.
- QUISEN, R.C., MARI, A.O., LOPES, C.O. Propagação *in vitro* de bananeira cultivar Prata Zulu. Revista Ciências Agrárias 42: 213-220, 2004.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2018. <http://www.R-project.org/>.
- UTINO, S., CARNEIRO, I.F., CHAVES, L.J. Adequação de técnicas de cultura *in vitro* na obtenção de mudas de bananeira (*Musa* AAB) cultivar Maçã. Revista Brasileira de Fruticultura 23: 409-412, 2001.

# CAPÍTULO 15

## FORMULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NÉCTAR DE MARACUJÁ SABORIZADO COM FLOR DE CAMOMILA.

### **Priscilla Andrade Silva**

Doutora em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 – Terra Firme, Belém – PA, Brasil

E-mail: prisciandra@yahoo.com.br

### **Wilton Pires da Cruz**

Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Rodovia PA 275 s/n – Km 13, Zona Rural, Parauapebas – PA, Brasil

E-mail: wilton@uft.edu.br

### **Priscilla Diniz Lima da Silva Bernardino**

Doutora em Engenharia Química (Processos: Alimentos e Biotecnologia) pela Universidade Federal Rural do Rio Grande do Norte (UFRN)

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 – Terra Firme, Belém – PA, Brasil

E-mail: pdlsbernardino@gmail.com

### **Igor Vinícius de Oliveira**

Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Instituição: Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)

Endereço: Folha 31, Quadra 07, Lote Especial s/n – Nova Marabá, Marabá – PA, Brasil

E-mail: igor.oliveira@unifesspa.edu.br

### **Claudete Rosa da Silva**

Doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Rodovia PA 275 s/n – Km 13, Zona Rural, Parauapebas – PA, Brasil

E-mail: clararoze@yahoo.com.br

### **Katiane Pereira da Silva**

Doutora em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC) Instituição:

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 – Terra Firme, Belém – PA, Brasil

E-mail: katiangeperei@gmail.com

### **Antônio Thiago Madeira Beirão**

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA)

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Rodovia PA 275 s/n – Km 13, Zona Rural, Parauapebas – PA, Brasil

E-mail: Thiago.ppgee.ufpa@gmail.com

**Josiane Pereira da Silva**

Doutora em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista  
Júlio de Mesquita Filho

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Rodovia PA 275 s/n – Km 13, Zona Rural, Parauapebas – PA, Brasil.

E-mail: josi19pereira@hotmail.com

**Vicente Filho Alves Silva**

Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Rodovia PA 275 s/n – Km 13, Zona Rural, Parauapebas – PA, Brasil.

E-mail: vicentedelta@yahoo.com.br

**Fábio Israel Martins Carvalho**

Doutor em Química (Química Analítica) pela Universidade Federal do Pará (UFPA)

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Rodovia PA 275 s/n – Km 13, Zona Rural, Parauapebas – PA, Brasil

E-mail: fabioimc@yahoo.com.br

**RESUMO:** O maracujá pode ser utilizado para o consumo in natura; entretanto, sua maior importância econômica está na utilização para fins industriais, sendo processado para fabricação de suco integral a 14° Brix, néctar e suco concentrado a 50° Brix, além de sorvetes, mousses e bebidas alcoólicas, entre outros. No presente estudo objetivou-se elaborar e caracterizar físico-quimicamente um néctar artesanal saborizado com flor de camomila, produzido a partir dos frutos de maracujá BRS Rubi do Cerrado, produzidos no Centro Tecnológico de Agricultura Familiar de Parauapebas-PA. Para obtenção do seguinte produto: néctar, foram elaboradas duas formulações de polpas diluídas em água (F1: 25 % de polpa de fruta e 75 % de água; F2: 50 % de polpa de fruta e 50 % de água). Para a caracterização físico-química dos produtos artesanais elaborados foram realizadas as análises de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, umidade, cinzas, teor de proteínas totais, lipídios, carboidratos e o valor energético total. Os resultados das análises físico-químicas do produto néctar foi submetidos à análise de variância através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para os néctares formulados, os valores de pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e umidade estão de acordo com o padrão de identidade e qualidade de néctar, geleia e doce em massa de maracujá definidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. E os teores de cinzas e carboidratos para todos os produtos estão conforme dados da TACO. De acordo com os resultados obtidos, os produtos podem se tornar uma opção de aproveitamento integral dos frutos de maracujá pelo Centro Tecnológico de Agricultura Familiar, além de uma fonte alternativa de geração de renda aos agricultores familiares do município de Parauapebas-PA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saborização, produto artesanal, agricultura familiar.

**ABSTRACT:** The passion fruit can be used for in natura consumption; however, its greatest economic importance is in its use for industrial purposes, being processed to manufacture integral juice at 14° Brix, nectar and concentrated juice at 50° Brix, in addition to ice cream, mousses and alcoholic beverages, among others. The present study aimed to elaborate and characterize, physically and chemically, a handmade nectar flavored with chamomile flower, produced from the passion fruit BRS Rubi do Cerrado, produced at the Technological Center for Family Agriculture in Parauapebas-PA. To obtain the following product: nectar, two formulations of pulps diluted in water were prepared (F1: 25 % fruit pulp and 75 % water; F2: 50 % fruit pulp and 50 % water). For the physicochemical characterization of the elaborated artisanal products, the analyzes of pH, total titratable acidity, total soluble solids, moisture, ash, total protein content, lipids, carbohydrates and the total energy value were performed. The results of the physical- chemical analyzes of the nectar product were subjected to analysis of variance through the Tukey test at 5 % probability. For the formulated nectars, the pH values, total soluble solids, total titratable acidity and humidity are in accordance with the standard of identity and quality of nectar, jelly and sweet in passion fruit mass defined by the National Health Surveillance Agency. And the ash and carbohydrate contents for all products are according to TACO data. According to the results obtained, the products can become an option for the full use of passion fruit by the Technological Center for Family Agriculture, as well as an alternative source of income generation for family farmers in the municipality of Parauapebas-PA.

**KEYWORDS:** Flavoring, handmade product, family agriculture.

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujá pertence à família Passifloraceae, do gênero *Passiflora* apresenta formato variado, chegando a atingir 9 cm de diâmetro, coloração da polpa de cor amarela a laranja, a qual envolve numerosas sementes ovais de coloração escura, e é conhecido popularmente por suas propriedades medicinais e funcionais, atribuídas a composição de aroma e pigmentos, característicos (SEAGRI, 2008).

Estudos têm demonstrado efeitos benéficos do consumo de frutas, os quais têm sido atribuídos à presença de nutrientes, como as vitaminas A, C e E (SILVA et al., 2012; GAO et al., 2012; WANG et al., 2012), e principalmente ao conteúdo de compostos bioativos encontrados nos vegetais (FLORES et al., 2012; LI et al., 2013).

O desenvolvimento de novos produtos com elevadas proporções de frutas em suas formulações e com boas propriedades funcionais e nutricionais contribui para diversificar as possibilidades de mercado, principalmente, se os produtos forem atrativos, práticos e com maior vida- de-prateleira (MARTÍN-ESPARZA et al., 2011).

Devido à diversidade das frutas existentes no território brasileiro e ao fato de que estas apresentam propriedades adequadas para o processamento, além de propriedades funcionais, como é o caso do maracujá, demonstra-se que este é um mercado que tem potencial de crescimento no Brasil (GARCIA et al., 2017).

O desenvolvimento de novos produtos no mercado pode estimular pequenas agroindústrias, aumentando seu potencial produtivo e, competitivo e promovendo o aparecimento de outras empresas do ramo (PRATI et al., 2004).

O mercado brasileiro de bebidas não alcoólicas está em plena expansão já há alguns anos, particularmente o de sucos e néctares de frutas e de bebidas à base de soja. Entretanto, estas últimas vêm sendo associadas a uma característica negativa, quanto à sua composição, pois possuem ao redor de 15 proteínas que podem causar alergias: a P34 e as globulinas 2S, 7S, e 11S, o que é motivo de preocupação para os especialistas. A alergia alimentar é uma reação anormal em relação a algum componente presente no alimento, principalmente proteínas, provocando reações desagradáveis (SILVA et al., 2015). O processo de saborização com frutas e plantas medicinais é desconhecido e surge como uma alternativa no mercado, como o maracujá e a camomila, facilitaria também a inserção deste novo produto desenvolvido, além de, com a incorporação destes às formulações, há-se um ganho em relação ao aporte de substâncias essenciais na dieta humana, dentre as quais

poderíamos citar a vitamina C e os carotenoides (SANTOS et al., 2010; JUNIOR et al. 2007). Segundo a Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003, o néctar de maracujá deve conter no mínimo 10 % (m/v) de suco ou polpa da respectiva fruta, com a cor variando de amarela a alaranjada (MAPA, 2003a).

O presente trabalho teve como finalidade desenvolver e caracterizar físico-quimicamente duas formulações de néctar a partir do maracujá produzido pelo Centro Tecnológico de Agricultura Familiar de Parauapebas (CETAF-Parauapebas), a utilização dos frutos como uma alternativa para melhor aproveitamento tecnológico dessa matéria-prima, com agregação de valor para as frutas produzidas na região, gerando renda para as populações assistidas pelo mesmo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os frutos de maracujá da cultivar BRS Rubi do Cerrado foram coletados no Centro Tecnológico de Agricultura Familiar de Parauapebas-PA, com as seguintes coordenadas geográficas: 06° 03' 30" de latitude Sul e 49° 55' 15" de longitude a Oeste colhidos aos 6 meses após plantio. Para a elaboração do produto artesanal néctar, foram utilizadas as seguintes matérias primas: polpa extraída dos frutos de maracujá da cultivar BRS Rubi do Cerrado; açúcar cristal e flor de camomila desidratada, comercializados nos supermercados de Parauapebas-PA.

As formulações elaboradas de néctar de maracujá saborizadas com flor de camomila, foram desenvolvidas na Universidade Federal Rural da Amazônia, no Campus de Parauapebas Pará, localizada nas coordenadas geodésicas 49°51'19" W latitude, 06°12'58" S longitude, com altitude de 197m (com auxílio do GPS portátil, modelo eTrex 10, marca Garmin), assim como todas as análises físicas e químicas. O período de realização do trabalho foi de março a julho 2018. Para as formulações de néctar de maracujá com camomila adequadas, foram realizados vários testes com diferentes concentrações de cada matéria prima empregada.

Os frutos selecionados foram lavados, sanitizados por imersão em solução com hipoclorito de sódio (200 mg/L) durante 15 minutos e novamente imersos em água por 15 minutos, separadamente. Em seguida, as amostras dos frutos foram manualmente separadas da polpa, batidas em liquidificador, peneiradas e embaladas em sacos plásticos de polietileno de 1 Kg e congeladas a -20° C para serem utilizada nas análises físico-químicas e no processamento dos produtos artesanais.

Os néctares elaborados apresentaram duas formulações (F1: 25 % de polpa de fruta: 75 % de água; F2: 50 % de polpa de fruta: 50 % de água). Na Figura 01 o fluxograma do processo do produto artesanal está descrito e podem ser visualizadas as etapas realizadas no processamento dos mesmos.

Para as formulações dos néctares, as polpas diluídas (F1 e F2) foram acrescidas em função do teor de sólidos solúveis, segundo o cálculo, a quantidade de açúcar suficiente para elevar o teor de sólidos para 17 °Brix por balanço de massa. Também foi adicionada às bebidas 0,25 % de flor de camomila desidratada. Os néctares foram pasteurizados a 90 °C por 30 segundos, para a limpidez das bebidas foi realizada a filtração. Envazados e mantidos sob refrigeração a 8 °C até o momento das análises.

Calculou-se a quantidade de sacarose suficiente para elevar o teor de sólidos solúveis do néctar 17 °Brix, utilizando-se o cálculo de balanço de massa:  $M_p \times ^\circ\text{Brix}_p + M_a \times ^\circ\text{Brix}_a = M_{\text{produto}} \times ^\circ\text{Brix}_{\text{produto}}$ . Onde: °Brix<sub>a</sub> = °Brix do açúcar; M<sub>p</sub> = massa do produto néctar.

As seguintes análises foram realizadas em triplicata (n=3) nos néctares artesanais elaborados:

pH: determinado em potenciômetro da marca Hanna Instruments, modelo HI9321, previamente calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7, de acordo com o método 981.12 da AOAC (1997).

Acidez total titulável (ATT): realizada por titulometria com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até a primeira coloração rosa persistente por aproximadamente 30 segundos, e fator de conversão do ácido cítrico foi de 64,02 (AOAC, 1997).

Sólidos solúveis totais (SST): foram quantificados nas amostras, por meio de leitura direta em refratômetro de bancada segundo AOAC (1997).

Umidade: determinada por gravimetria, em estufa da marca Tecnal modelo TE – 395, de acordo com o método 920.151 da AOAC (1997).

Cinzas: as amostras foram incineradas em forno tipo mufla a 550 °C, de acordo com o método 930.05 da AOAC (1997).

Proteínas: foram determinadas de acordo com Método do Biureto descrito por Layne (1957). É um método colorimétrico, cuja cor, que varia de rosa a púrpura, é formada devido ao complexo de íons de cobre e o nitrogênio das ligações peptídicas, obtidas quando soluções de proteínas em meio fortemente alcalino são tratadas com soluções diluídas de íons cúpricos. Esses compostos têm absorção máxima em 540



nm e foram lidos em um espectrofotômetro do tipo uv-visível da Marca Bioespectro, Modelo SP-220.

Lipídios: determinado através da extração com mistura de solventes a frio, método de Bligh e Dyer (1959).

Carboidratos: foi calculado por diferença, segundo Resolução nº 360 de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA, 2003d). Carboidratos (%):  $[100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ proteína} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ cinzas})]$ .

Valor energético total (VET): foi estimado (kcal/100g) utilizando-se os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídios segundo Anderson et al. (1988) e a Resolução nº 360 de 23 de dezembro de 2003 (ANVISA, 2003d).

Os resultados das análises físico-químicas dos produtos artesanais néctar de maracujá com camomila elaborados foram submetidas à análise de variância, e quando apresentaram diferenças foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando-se o software SAS® versão 9.4 (SAS INSTITUTE, 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos na caracterização físico-química do néctar de maracujá com camomila podem ser observados na Tabela 01.

Tabela 01 - Caracterização físico-química dos néctares de maracujá com camomila.

|                            | Néctar de Maracujá com Camomila |                          |            |              |            |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------|--------------|------------|
| Determinações              | F1 (50 % polpa maracujá)        | F2 (25 % polpa maracujá) | DMS        | F calc.      | CV         |
| pH                         | 3,23 ± 0,06a                    | 3,30 ± 0,05a             | 0,185<br>1 | 1,00ns       | 2,499<br>5 |
| SST (°Brix)**              | 17,83 ± 0,28a                   | 16,17 ± 0,29b            | 0,654<br>4 | 50,00*       | 1,698<br>1 |
| ATT (g/100g ác. cítrico)** | 1,59 ± 0,03a                    | 0,79 ± 0,05b             | 0,030<br>7 | 52,363<br>6* | 1,134<br>6 |
| Umidade (g/100g)           | 81,87 ± 0,24b                   | 82,82 ± 0,43a            | 0,785<br>2 | 11,05*       | 0,420<br>6 |
| Cinzas (g/100g)**          | 0,28 ± 0,04a                    | 0,16 ± 0,02b             | 0,043<br>4 | 62,23*       | 8,638<br>4 |

|                         |               |               |            |        |            |
|-------------------------|---------------|---------------|------------|--------|------------|
| Proteínas (g/100g)**    | 0,30 ± 0,03a  | 0,20 ± 0,02b  | 0,054      | 30,12* | 9,396<br>6 |
| Lipídios (g/100g)**     | 0,93 ± 0,08a  | 0,60 ± 0,09b  | 0,141<br>6 | 41,88* | 8,163<br>4 |
| Carboidratos (g/100g)** | 16,61 ± 0,20a | 16,22 ± 0,37a | 0,687<br>1 | 2,44ns | 1,846<br>3 |
| VET (kcal/100g)         | 76,01         | 71,08         |            |        |            |

SST – Sólidos solúveis totais. ATT – Acidez total titulável. DMS – Diferença mínima significativa; médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade; ns - não significativo; \* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade. CV - coeficiente de variação experimental; \*\*Resultados em base úmida. VET – Valor Energético Total. Os valores representam a média ± desvio padrão de três replicatas (n = 3).

Fonte: Os autores.

Os valores médios obtidos para os parâmetros avaliados, pH e carboidratos não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre as duas formulações de néctar (F1: 50 % de polpa e F2: 25 % de polpa de maracujá) (Tabela 01). Para os teores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), cinzas, lipídios e proteínas foram maiores no néctar F1 ( $p < 0,05$ ) (Tabela 03). Apenas o parâmetro umidade apresentou valor médio superior na formulação de néctar F2 ( $p < 0,05$ ) (Tabela 01), fato este explicado pela menor concentração de polpa no produto.

Os valores encontrados para o pH nas duas formulações de néctar foram de 3,23 (F1) e 3,30 (F2) (Tabela 01). Uma vez que a legislação brasileira vigente estabelece o mínimo de 2,50 para a polpa de maracujá (MAPA, 2016b). E se levar em consideração que as formulações foram processadas com 25 e 50 % de polpa., os resultados foram satisfatórios e também estão dentro da faixa ácida (abaixo de 4,5), o que contribui para a segurança alimentar dos néctares elaborados (JAY, 2005). Arantes (2012) ao analisar a rotulagem e as características físico-químicas de néctar de maracujá amarelo, encontrou valores médios de pH na faixa de 2,78 a 3,03. Os valores de pH obtidos estão próximos aos observados por Silva (2016) em seu trabalho sobre elaboração de néctar misto de manga e maracujá (2,86 a 3,33).

Os valores de sólidos solúveis totais do presente estudo foram de 17,83 e 16,17 °Brix para as formulações F1 e F2, respectivamente (Tabela 01). Segundo os padrões de identidade e qualidade gerais para sucos e néctares tropicais estabelecidos pela Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003 (MAPA, 2003a), o valor mínimo é de 11 °Brix para o néctar de maracujá, logo ambas as formulações estão dentro dos padrões exigidos para o produto. Valor próximo aos encontrados neste estudo foram

verificados por Bezerra et al. (2013) (18,2 °Brix) ao avaliarem o comportamento reológico de suco misto elaborado com frutas tropicais (acerola, maracujá e taperebá).

A acidez total titulável é um dos critérios utilizados para a classificação das frutas, devido ao acentuado sabor, logo teores elevados de acidez dos frutos, permite maior diluição de seu produto que, por conseguinte, aumenta o rendimento na industrialização dos sucos (SACRAMENTO et al., 2007; SILVA; 2016).

No estudo em questão foi verificado o teor de acidez de 1,59 (F1) e 0,79 g/100g (F2) de ácido cítrico, para as duas formulações de néctar de maracujá com camomila (Tabela 01), logo os valores encontram-se de acordo com o padrão de identidade qualidade de néctar de maracujá definido pela Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003, a qual estabelece limite mínimo de 0,25 g/100g (MAPA, 2003a). Nogueira (2017) observou valores de 0,59 a 1,08 g/100g de ácido cítrico em sua avaliação de parâmetros físico-químicos de néctares de abacaxi, acerola, goiaba, manga, maracujá, morango e uva.

Os néctares apresentaram umidade elevada (F1: 81,87 g/100g e F2: 82,82 g/100g) (Tabela 01), logo devem passar por processo térmico (pasteurização ou UHT) e serem mantidos em temperatura de refrigeração (MAPA, 2003a). Silva et al. (2015) encontraram valores próximos de umidade (74,8 a 81,27 g/100g) em bebidas mistas de extratos de arroz com maracujá e mamão.

O maracujá é considerado boa fonte de minerais, apresentando teor médio de cinzas de 0,4 g/100g, conforme dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011). No presente estudo obteve-se teores de 0,28 e 0,16 g/100g de cinzas, valores estes compatíveis com a diluição da polpa de maracujá (F1: 50 % de polpa e F2: 25 % de polpa) realizada nas duas formulações de néctar obtidas. Bezerra et al. (2013) também encontraram valor de 0,16 g/100g de cinzas ao formularem suco misto elaborado com acerola, maracujá e taperebá.

Com relação ao teor de proteína, frutas, em geral, não são boas fontes protéicas. Silva et al. (2015) ao estudarem bebida a base de quirera de arroz saborizadas com mamão e maracujá, encontraram teores um pouco superior deste macro nutriente (0,45 a 0,48 g/100g), em relação aos encontrados no estudo em questão (F1: 0,30 g/100g e F2: 0,20 g/100g) (Tabela 01).

O teor de lipídios foi menor no néctar F2 (0,60 g/100g) do que no F1 (0,93 g/100g), fato este explicado pela diferença na concentração de polpa de maracujá adicionada nos mesmos (Tabela 01). Acima dos valores observados por Diniz,

Figueira e Venturini Filho (2013) (0,29 a 0,31 g/100g) ao estudarem a determinação do valor energético em bebidas de maracujás.

Os néctares de maracujá com camomila forneceram baixos teores de carboidratos e valor calórico (Tabela 01), quando comparados a alguns alimentos que são referidos na TACO (2011). Diniz, Figueira e Venturini Filho (2013) encontraram valores médios de carboidratos de 12,69 g/100g) ao determinarem o valor energético em néctar de maracujá. Bezerra et al. (2013) também verificaram valores parecidos em suco misto elaborado com acerola, maracujá e taperebá, de 11,84 g/100g para carboidratos, além de valor calórico de 51,09 kcal/100g.

#### **4. CONCLUSÃO**

Para os néctares formulados, os valores de pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, umidade encontram-se de acordo com o padrão de identidade qualidade de néctar de maracujá definidos pela Instrução Normativa de 2003 para o néctar e a Resolução Normativa de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária para a geleia e doce em massa. E os teores de cinzas e carboidratos para os produtos néctar estão conforme dados da TACO.

O desenvolvimento de néctar saborizado com flor de camomila, a partir dos frutos de maracujá produzido pelo Centro Tecnológico de Agricultura Familiar de Parauapebas (CETAF-Parauapebas), apresenta-se como uma alternativa para melhor aproveitamento tecnológico dessa matéria-prima, com agregação de valor para as frutas produzidas na região, gerando renda para as populações assistidas pelo mesmo.

## REFERÊNCIAS

- ANVISA - **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, p.4, dez. 2003. Seção 1.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16<sup>th</sup> ed. Washington, DC, 1997.
- ARANTES, P. C. **Análise de rotulagem e das características físico-químicas de néctar de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*)**. 2012. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Química Industrial). Universidade Federal de Goiás - UFG, Anápolis-GO, 2012.
- BEZERRA, C. V.; SILVA, L. H. M. da; COSTA, R. D. S. da; MATTIETTO, R. A.; RODRIGUES, A. M. C. Comportamento reológico de suco misto elaborado com frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 155-162, abr./jun. 2013.
- BEZERRA, C. V.; SILVA, L. H. M. da; COSTA, R. D. S. da; MATTIETTO, R. A.; RODRIGUES, A. M. C. Comportamento reológico de suco misto elaborado com frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 155-162, abr./jun. 2013.
- BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959.
- DINIZ, A. P. C.; FIGUEIRA, R.; VENTURINI FILHO, W. G. Determinação do valor energético em bebidas de maracujá. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 47-51, janeiro-março, 2013.
- FLORES, G.; DASTMALCHI, K.; DABO, A. J.; WHALEN, K.; PEDRAZA-PENALOSA, P.; FORONJY, R. F.; D'ARMIENTO, J. M.; KENNELLY, E. J. Antioxidants of therapeutic relevance in COPD from the neotropical blueberry *Anthopteruswardii*. **Food Chemistry**, v. 131, n. 1, p. 119-125, 2012.
- GAO, Y.; LI, C.; YIN, J.; SHEN, J.; WANG, H.; WU, Y.; JIN, H. Fucoidan, a sulfated polysaccharide from brown algae, improves cognitive impairment induced by infusion of A beta peptide in rats. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 33, n. 2, p. 304-311, 2012.
- GARCIA, L. G. C.; GUIMARÃES, W. F.; RODOVALHO, E. C.; PERES, N. R. A. A.; BECKER, F. S.; DAMIANI, C. Geleia de buriti (*Mauritia flexuosa*): agregação de valor aos frutos do cerrado brasileiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, 2017.
- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**, 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.
- JUNIOR, R. F.; TORRES, L. B. V.; CAMPOS, V. B.; LIMAS, A. R.; OLIVEIRA, A. D.; MENDONÇA, J. K. Caracterização físico-química de frutos de mamoeiro comercializados na EMPASA de Campina Grande – PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, n. 1, p. 53-8, 2007.
- LI, F.; LI, S.; LI, H.-B.; DENG, G.-F.; LING, W.-H.; WU, S.; XU, X.-R.; CHEN, F.

Antiproliferative activity of peels, pulps and seeds of 61 fruits. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 3, p. 1298-1309, 2013.

MAPAa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Sucos e Néctares Tropicais. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, p.174, set. 2003. Seção 1.

MAPAb - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 58, de 30 de agosto de 2016. Aprova o Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de maracujá. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, p.169, set. 2016. Seção 1.

MARTÍN-ESPARZA, M. E.; ESCRICHE, I.; PENAGOS, L.; MATÍNEZNAVARRETE, N. Quality stability assessment of a strawberry-gel product during storage. **Journal of Food Process Engineering**, v. 34, n. 2, p. 204-223, 2011.

PRATI, P.; MORETTI, R. H.; CARDELLO, H. M. A. B.; GÂMDRA, A. L. N. Estudo da vida-de-prateleira de Bebida elaborada pela mistura de garapa parcialmente clarificada estabilizada e suco natural de maracujá. **Boletim do CEPPA**, 22, 295-310, 2004.

SACRAMENTO, C. K. do; MATOS, C. B.; SOUZA, C. N.; BARRETTO, W. S.; FARIA, J. C. Características físicas, físico-químicas e químicas de cajás oriundos de diversos municípios da região Sul da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 19, n. 4, p. 283-289, 2007.

SANTOS, D.; MATARAZZO, P. H. M.; SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; SANTOS, D. C. M.; LUCENA, C. C. Caracterização de frutos cítricos apirênicos produzidos em Viçosa-Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 393-400, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS for Windows, versão 9.4 SAS®**: SAS User guide. Carry, 2013.

SEAGRI – Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. **Cultura do maracujá**. [www.seagri.ba.gov.br/Maracuja.htm](http://www.seagri.ba.gov.br/Maracuja.htm). 2008.

SILVA, A. M. O. e; VIDAL-NOVOA, A.; BATISTAGONZÁLEZ, A. E.; PINTO, J. R.; PORTARI MANCINI, D. A.; REINA-URQUIJO, W.; MANCINI-FILHO, J. In vivo and in vitro antioxidant activity and hepatoprotective properties of polyphenols from *Halimedaopuntia* (Linnaeus) Lamouroux. **Redox Report**, v. 17, n. 2, p. 47-53, 2012.

SILVA, E. C. O. da; SILVA, W. P. da; SILVA, E. T. da; LOPES, J. D.; GUSMÃO, R. P. de. Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) para uso alimentício. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.11, n.3, p.69-74, 2016.

SILVA, E. P.; BECKER, F. S.; SILVA, F. A. da; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Bebidas mistas de extratos de arroz com maracujá e mamão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 74, n. 1, p. 49-56, 2015.

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4. ed. rev. e ampliada. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011, p.161.

WANG, J.; WANG, F.; YUN, H.; ZHANG, H.; ZHANG, Q. Effect and mechanism of fucoidan derivatives from *Laminaria japonica* in experimental adenine-induced chronic kidney disease. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 139, n. 3, p. 807-813, 2012.

# CAPÍTULO 16

CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS DE QUALIDADE DO SOLO E RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA SISTEMAS DE CULTIVO COM INCLUSÃO DE SOJA.

## **Thalia Aparecida Segatto**

Acadêmica de agronomia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ.

Instituição: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ.

Endereço: Rua São José, 621, bloco 3, apto 103, Santo Ângelo - RS, Brasil.

E-mail: thalia\_segatto1@hotmail.com

## **Leonardo Cesar Pradebon**

Acadêmico de Agronomia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Instituição: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ.

Endereço: Rua Santo Cristo, 1680, Santa Teresa, Guarani das Missões – RS, Brasil

E-mail: leonardopradebon@hotmail.com

## **Eduarda Donadel Port**

Acadêmico de Agronomia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ.

Instituição: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Endereço: Travessa Carlos Feldmam 274, apto. 603, Santo Ângelo - RS, Brasil.

E-mail: donadelduda@gmail.com

## **Iago Jardim Santos**

Acadêmico de Agronomia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ.

Instituição: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Endereço: Rua sertorio, 166, Fátima Panambi - RS, Brasil.

E-mail: i.agojs@hotmail.com

## **Jordana Schiavo**

Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

Instituição: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI.

Endereço: Rua do Comércio, 3000, Universitário, Ijuí– RS, Brasil.

E-mail: jordana.schiavo@unijui.edu.br

## **Matheus Guilherme Libardoni Meotti**

Acadêmico do curso de Agronomia da Unijuí.

Instituição: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI.

Endereço: Rua Estilac Leal, 1111, Pascotini, Santo Ângelo - RS, Brasil.

E-mail: mths\_25@hotmail.com

### **Leonir Terezinha Uhde**

Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria.

Instituição: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul -UNIJUI.

Endereço: Rua Armando Góti, 159, Morada do sol, Ijuí - RS, Brasil.

E-mail: uhde@unijui.edu.br

**RESUMO:** As práticas de manejo do solo (químicas, físicas e biológicas), associadas a um conjunto de práticas conservacionistas, são fundamentais para a melhoria dos solos, do ambiente e para o aumento da produtividade. O trabalho teve como objetivo caracterizar os atributos de qualidade do solo em sistemas de cultivo com inclusão da soja e dimensionar a recomendação de calagem e adubação para as culturas de inverno. Foram realizadas coletas de plantas para diagnóstico de massa verde e contagem de plantas por metro linear para determinação da população de plantas. Além dessas, foi feita a amostragem de solo para fins de avaliação dos atributos físicos e químicos do mesmo e, posteriormente, as recomendações de calagem e adubação. A interpretação dos resultados das análises do solo e as recomendações de adubação nos sistemas de cultivo canola/milho grão/soja e nabo forrageiro/milho grão/soja, permitiu observar que as diferenças de adubação são pequenas entre os sistemas de inverno – safra 2019 –, o que é explicado, em parte, pelo fato de as culturas de nabo forrageiro e canola pertencerem à mesma família botânica e proporcionarem benefícios semelhantes às plantas. As condições de fertilidade do solo, relacionadas com a reação do solo (pH) e a disponibilidade de nutrientes e ausência de elementos tóxicos e não restrição física (compactação), permitem concluir que as condições de solo são favoráveis para o desenvolvimento dos cultivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Soja, antecedentes culturais, solo.

**ABSTRACT:** Soil management practices (chemical, physical and biological), associated with a set of conservationist practices, are fundamental for improving soil, the environment and increasing productivity. The work aimed to characterize the attributes of soil quality in cultivation systems with soy inclusion and to measure the liming and fertilization recommendations for winter crops. Plant collections were performed for diagnosis of green mass and plant count per linear meter to determine the plant population. In addition to these, soil sampling was carried out to assess the physical and chemical attributes of the soil and, subsequently, the liming and fertilization recommendations. The interpretation of the results of the soil analyzes and the fertilization recommendations in the canola / corn grain / soybean and turnip / corn corn / soybean cultivation systems, allowed to observe that the fertilization differences are small between the winter systems - harvest 2019 -, which is partly explained by the fact that the crops of turnip and canola belong to the same botanical family and provide similar benefits to plants. The conditions of soil fertility, related to the reaction of the soil (pH) and the availability of nutrients and absence of toxic elements and no physical restriction (compaction), allow to conclude that the soil conditions are favorable for the development of the crops.

**KEYWORDS:** Soybean, cultural background, soil.



## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja representa, no nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida, sendo que o Brasil é o segundo maior produtor mundial. Portanto, ao se pensar em sistemas de cultivo que inclui a soja que sejam eficientes e que resultem em melhoria da qualidade dos solos, é de fundamental importância os antecedentes culturais destes sistemas de cultivo na medida que esses podem interferir nos resultados de produção das suas culturas sucessoras e vice-e-versa, através dos benefícios que proporcionam ao solo e ao cultivo sucessor. Os mesmos podem ser utilizados como plantas de cobertura do solo, ou até mesmo quando a sua palhada fica remanescente no solo. O tempo de manutenção de uma sucessão cultural, as finalidades, os intervalos entre uma cultura e outra e os manejos realizados influenciam na potencialização dos benefícios para as culturas sucessoras.

A cobertura vegetal no solo permite, através de uma menor incidência direta de radiação solar que a evaporação da água no solo seja menor, aumentando a umidade no solo e a incidência de plantas daninhas. Com o passar do tempo esse material é mineralizado e incorporado à matéria orgânica do solo, que é uma das principais responsáveis pela Capacidade de Troca de Cátions (CTC) do solo.

Em relação aos antecedentes culturais, cabe destacar o nabo forrageiro (*Raphanussativus* L.) e a canola (*Brassicinapus* L.) pertencentes à família das crucíferas, tendo em suas características a rápida cobertura do solo por massa verde, boa ciclagem de nutrientes e raízes com bom aprofundamento no solo, beneficiando a descompactação. Além disso, são importantes para reduzir a incidência de doenças, através da quebra do ciclo das mesmas (TOMM et al., 2009).

Da mesma forma, os atributos químicos e físicos do solo, exercem uma importância sobre a melhoria da qualidade do solo e consequentemente, afetando diretamente o desempenho das culturas. A necessidade de calagem e de adubação de fósforo e potássio deve ser realizada com base nas recomendações sugeridas pela análise de solo e de acordo com a produtividade esperada.

Os atributos físicos servem para avaliar a existência de compactação do solo, já os químicos, apontam a quantidade de nutrientes encontrados no solo, principalmente os macronutrientes, que em baixa quantidade podem provocar uma acentuada perda na produtividade. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi

caracterizar os atributos de qualidade do solo em sistemas de cultivo com inclusão da soja e dimensionar a recomendação de calagem e adubação para as culturas de inverno.

## **2. METODOLOGIA**

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino (experimento sucessão), associado ao projeto de pesquisa “Sistemas Sustentáveis de Produção com melhor aproveitamento dos recursos biológicos e naturais”, situado no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste de Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), que está localizado no Município de Augusto Pestana/RS, com uma altitude de aproximadamente 280 metros. O solo da área experimental pode ser classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (SANTOS et al., 2013). O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Cfa, ou seja, clima subtropical úmido, com verão quente sem estiagem típica e prolongada.

A cultivar utilizada foi a TMG7262 RR, uma cultivar de ciclo de cerca de 130 a 132 dias para a região sul, com crescimento semi-determinado, com exigências nutricionais de médio a alta, com alto potencial produtivo, e com resistência a determinadas doenças como Ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) e Mancha "Olho-de-rã" (*C. sojina*). Os componentes de produtividade avaliados foram o número de plantas por área e a massa verde de plantas.

A cultura da soja safra 2018/19 foi semeada em 28 de dezembro de 2018 tendo como culturas antecessoras de verão o milho grão e de inverno as culturas da canola e nabo, localizadas na faixa 7 (parcelas 63 e 77). De acordo com os dados da estação meteorológica do IRDeR, a quantidade de chuvas durante o mês de janeiro de 2019 foi de 194 mm (11 dias de chuva); no mês de fevereiro foi de 133,80 mm (9 dias de chuva) e em março foi de 210,60 mm (8 dias de chuva) e as temperaturas médias máxima e mínima foi de 31,1 °C e 20,6 °C (janeiro/2019), 29,96 °C e 17,47 °C (fevereiro/2019) e no mês de março 28,04 °C e 16,98 °C. Os sistemas de cultivo analisados foram: canola/milho grão/soja e Nabo forrageiro/milho grão/soja, os quais estão sendo conduzidos/manejados desde 2016.

Para avaliação da cultura da soja as diferentes parcelas foram primeiramente divididas em duas subparcelas. Então, foram coletadas 5 plantas de cada uma para a

realização de diagnóstico de massa verde, e para a contagem de plantas por metro linear, foram escolhidas 3 linhas de semeadura, cada uma de três metros, repetindo a contagem duas vezes em cada subparcela.

Além disso, foi realizada a amostragem de solo, onde foram coletadas três subamostras e estas homogeneizadas para a retirada de uma amostra por parcela. Para fins de avaliação dos atributos físicos do solo, foram realizadas amostragens de solo através do método do anel volumétrico, em três diferentes profundidades em cada parcela, de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-15 cm, respectivamente. Foram avaliados os seguintes atributos: umidade gravimétrica, densidade, umidade volumétrica, porosidade total, densidade de partícula e espaço aéreo.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Solos da UNIJUÍ para a realização das análises química e física do solo. As análises de solo foram interpretadas e, posteriormente foi realizada recomendação de calagem e adubação, utilizando o Manual de recomendação de calagem e adubação para os estados do RS e SC (SBCS/NRS - CQFS RS/SC, 2016).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No sistema de cultivo canola/milho grão/soja e no sistema nabo forrageiro/milho grão/soja, foram encontradas uma média de 10,8 e de 10 plantas por metro linear, respectivamente. A massa verde de plantas foi de 38,5 gramas por planta e de 42 gramas por planta, nos respectivos sistemas de cultivo. Na tabela 01, encontram-se os resultados da análise química de solo, os quais indicam baixo teor de enxofre em ambos sistemas de cultivo. Sabendo da importância dos elementos essenciais estarem classificados como alto, esse quesito deve ser melhorado, pois pode ser um fator limitante para os cultivos, ainda que apresente um bom teor de matéria orgânica, grande fornecedora de nitrogênio (N), enxofre (S) e boro (B).

Tabela 01: Resultados da análise químicas dos sistemas de cultivo: canola/milho grão/soja e nabo forrageiro/milho grão/soja, do experimento de sucessão. IRDeR, Augusto Pestana, 2019.

| Profund.           | pH água | SMP | M.O   | K                   | P                   | Al                     | Ca                     | Mg                     | Argila   | H+Al | CTC <sub>pH7</sub>     | CTC <sub>efetiva</sub> | Valor V | Valor m |
|--------------------|---------|-----|-------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|------|------------------------|------------------------|---------|---------|
| m                  |         |     | %     | mg dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | cmolc dm <sup>-3</sup> | cmolc dm <sup>-3</sup> | cmolc dm <sup>-3</sup> | %        |      | cmolc dm <sup>-3</sup> | cmolc dm <sup>-3</sup> | %       | %       |
| ANTECEDENTE CANOLA |         |     |       |                     |                     |                        |                        |                        |          |      |                        |                        |         |         |
| 0,0-0,10           | 5,5     | 5,5 | 3,5   | 219                 | 17,3                | 0,2                    | 7,5                    | 2,5                    | 56       | 7,7  | 18,3                   | 10,8                   | 57,7    | 1,9     |
|                    |         |     | Médio | Alto                | Alto                |                        | Alto                   | Alto                   | Classe 2 |      | Alto                   |                        |         |         |
| ANTECEDENTE NABO   |         |     |       |                     |                     |                        |                        |                        |          |      |                        |                        |         |         |
| 0,0-0,010          | 5,6     | 5,9 | 3,4   | 238                 | 29,3                | 0,1                    | 7,3                    | 2,8                    | 53       | 4,9  | 15,6                   | 10,8                   | 68,6    | 0,9     |
|                    |         |     | Médio | Alto                | Alto                |                        | Alto                   | Alto                   | Classe 2 |      | Alto                   |                        |         |         |

Fonte: Os autores.

Na tabela 02, apresentam-se os resultados dos atributos físicos do solo nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 15 cm do solo, respectivamente. Em ambos os sistemas de cultivo, considerando a densidade do solo e o espaço aéreo nas três profundidades do solo, não há restrições físicas, observando que o solo apresenta teor de argila maior que 52 %.

Tabela 02. Resultados das análises físicas das áreas com os sistemas de cultivo, do experimento de sucessão. IRDeR, Augusto Pestana, 2019.

| Profundidade                                       | UG <sup>1</sup> | UV <sup>2</sup> | Ds <sup>3</sup>   | Dp <sup>4</sup>   | PT <sup>5</sup> | EA <sup>6</sup> |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| cm                                                 | %               | %               | g/cm <sup>3</sup> | g/cm <sup>3</sup> | %               | %               |
| Sistema de cultivo Canola/milho grão/soja          |                 |                 |                   |                   |                 |                 |
| 0 a 5                                              | 23,9            | 24,3            | 1,0               | 2,9               | 64,9            | 40,5            |
| 5 a 10                                             | 25,7            | 25,9            | 1,0               | 2,9               | 65,4            | 39,5            |
| 10 a 15                                            | 27,9            | 31,8            | 1,1               | 2,9               | 60,7            | 28,8            |
| Sistema de cultivo Nabo forrageiro/milho grão/soja |                 |                 |                   |                   |                 |                 |
| 0 a 5                                              | 25,7            | 25,5            | 1,0               | 2,9               | 65,8            | 40,3            |
| 5 a 10                                             | 30,2            | 29,1            | 1,0               | 2,9               | 66,8            | 37,6            |
| 10 a 15                                            | 24,3            | 27,0            | 1,1               | 2,9               | 61,6            | 34,6            |

Fonte: Os autores.

As recomendações de adubação foram estabelecidas para um rendimento de referência para Canola e Nabo forrageiro, 3000 kg ha<sup>-1</sup> e 2000 kg ha<sup>-1</sup>,

respectivamente. Os resultados obtidos foram através do Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016), juntamente com o histórico da área em relação as produtividades já alcançadas na área em estudo. Para a implantação canola – safra 2019, recomenda-se a utilização de 333 kg ha<sup>-1</sup> de adubo formulado 09–18–15 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O) na semeadura e mais 89 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura. Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo do RS e SC, a adubação nitrogenada em cobertura na fase inicial da cultura é imprescindível, e não deve ser atrasada, para não comprometer o vigor de crescimento e a produção das plantas (CQFS RS/SC, 2016).

Já para a cultura do nabo forrageiro – safra 2019, recomenda-se utilizar a dosagem de 250 kg ha<sup>-1</sup> de adubação formulada 4–0–24 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) na semeadura, e o restante, 89 de kg ha<sup>-1</sup> ureia, em cobertura, quando a planta apresentar quatro folhas formadas (normalmente, 30 a 40 dias após a semeadura).

#### **4. CONCLUSÃO**

A interpretação dos resultados das análises do solo nos sistemas de cultivo canola/milho grão/soja e nabo forrageiro/milho grão/soja permite verificar que os teores de enxofre são baixos, ainda que os teores de matéria orgânica são médios, se constituindo um fator limitante para os próximos cultivos. Para o sistema de cultivo da canola/milho grão/soja, a recomendação para a canola em termos de quantidade de adubação foi maior comparativamente ao sistema de cultivo nabo forrageiro/milho grão/soja.

Observa-se também que as diferenças de adubação são pequenas entre os sistemas de cultivo para os cultivos de inverno – safra 2019, o que é explicado em parte pelo fato das culturas de nabo forrageiro e canola pertencerem à mesma família botânica e proporcionam benefícios semelhantes as plantas.

#### **AGRADECIMENTOS**

A equipe de profissionais que atuam no IRDeR/UNIJUI.

## REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO- RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. 225 p. CQFS-RS/SC – COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Santa Maria: SBCS-NRS, 2016.

BARROS, T.; JARDINE, J. Nabo Forrageiro. EMBRAPA. Brasília. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn002wx5e0sawqe38tspejq.html>Acesso em: 28 de março de 2019>

LINK, D.; COSTA, E.; MARIO, J.L. Insetos associados a colza resultados preliminares. In: REUNIÃO ANUAL DE PROGRAMAÇÃO DE PESQUISA E DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA COLZA. Porto Alegre, 1981, 2p. (mimeografado).

AGROLINK. NUNES, José Luis da Silva. Características da soja (Glycine Max). [S.l]: [2016]. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas\\_361509.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html)>. Acesso em: 4 de abril de 2019.

EMBRAPA. BARROS, Talita Delgrossi; JARDINE, José Gilberto. Nabo forrageiro. Brasília: Embrapa, [201-?]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn002wx5e00sa wqe38tspejq.html>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

EMBRAPA. Soja. Londrina: Embrapa, [201-?]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 4 de abril de 2019.

.A matéria orgânica do solo. [S.l]: 2010. Disponível em: <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/07/materia-organica-do-solo.html>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

.Adubação verde, fonte de nutrientes para as plantas. Porto Alegre: [2012]. Disponível em: <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2012/11/adubacao-verde-fonte-de-nutrientes-para.htm>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

TMG. Cultivares. Rondonópolis: TMG, [201-?]. Disponível em: <http://www.tmg.agr.br/cultivar/tmg-7262-rr>>. Acesso em: 4 de abril de 2019.

# CAPÍTULO 17

## LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO E PERFIL DOS PRODUTORES DE ARROZ IRRIGADO NO MUNICÍPIO DE SANTANA DO LIVRAMENTO, RS.

### **Vitor Birck**

Agrônomo pela Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS).  
Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul.  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: vitorbirck@hotmail.com

### **Gustavo Krüger Gonçalves**

Docente de Agronomia pela Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)  
Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul.  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: gustavo-goncalves@uergs.edu.br

### **Lafayette Xavier De Moares Neto**

Agrônomo pelo Centro Universitário Da Região Da Campanha (URCAMP)  
Técnico Superior Orizícola Do Instituto Riograndense De Arroz Irrigado (IRGA)  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: gustavo-goncalves@uergs.edu.br

### **Henrique Vizzotto Caleffi**

Agrônomo pela Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)  
Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: henriquecaleffi@hotmail.com

### **Francielly Baroni Mendes**

Agrônoma pela Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS).  
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande Do Sul.  
Endereço: Rua Rivadávia Correa, 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: francielly\_baroni@hotmail.com

### **Felipe Vianna Falcão**

Discente do Curso de Agronomia.  
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: fviannafalcao@gmail.com

### **Nathalia Joughard Pozzebon**

Agrônoma pela Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS).  
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande Do Sul (UERGS).  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: nathaliapozzebon@gmail.com

### **Paulo Elias Borges Rodrigues**

Discente do Curso de Agronomia

Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande Do Sul (UERGS)  
Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: 1trator@bol.com.br

### **Eduarda Artreche Berón**

Agrônoma pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).  
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).  
Endereço: Rua Rivadávia Correa, 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: eduardaaberon@hotmail.com

### **Meline schüller**

Discente de Agronomia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).  
Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).  
Endereço: Rua Rivadávia Correa, 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil.  
E-mail: melineschüllermoto@gmail.com

**RESUMO:** A cultura do arroz destaca-se no setor agrícola mundial por sua importância socioeconômica, e sua produtividade está diretamente ligada a fertilidade do solo e ao manejo da cultura. Deste modo o trabalho tem o objetivo de realizar o levantamento da fertilidade dos solos das áreas cultivadas com arroz irrigado do município de Santana do Livramento e o perfil do respectivo produtor. A abordagem metodológica ocorreu por meio da realização de análises do solo nas áreas orizícolas do município de Santana do Livramento, para a classificação dos dados foram estabelecidas classes de fertilidade do solo utilizando os parâmetros de: Classe de argila, matéria orgânica, pH em água, índice SMP, fósforo, potássio, saturação por bases % e  $CTC_{pH7,0}$ . Além das análises, foi aplicada uma pesquisa semiestruturada com questões relativas ao manejo adotado pelo agricultor em relação a fertilidade do solo, entre outros. Os dados foram representados por meio de gráficos de frequência relativa. Conclui-se que em geral a fertilidade dos solos apresenta-se baixa para a maioria dos atributos pesquisados, exceto para a saturação por bases, SMP e CTC, o produtor em maioria não utiliza calagem do solo, a adubação é química NPK na base e ureia em cobertura com duas aplicações, as cultivares são escolhidas por serem transgênicas e mais produtivas, a irrigação mais utilizada é a contínua com a entrada da lâmina de água em estágio v3-v4 e o produtor se encontra muito satisfeito em relação a atividade orizícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Levantamento; Nutrientes; Fertilidade.

**ABSTRACT:** Rice cultivation stands out in the world agricultural sector for its socioeconomic importance, and its productivity is directly linked to soil fertility and crop management. Thus, the objective of this work is to survey the fertility of the soils of rice cultivated areas of Santana do Livramento municipality and the profile of the respective producer. The methodological approach was carried out by conducting soil analyzes in the rice areas of Santana do Livramento municipality. For the classification of the data, soil fertility classes were established using the parameters of: Clay class, organic matter, pH in water, SMP index, phosphorus, potassium, base saturation % and  $CTC_{pH7,0}$ . In addition to the analyzes, a semi-structured research was applied with questions related to the management adopted by the farmer regarding soil fertility, among others. Data were represented by relative frequency graphs. It is concluded



that in general soil fertility is low for most of the surveyed attributes, except for base saturation, SMP and CTC, the producer mostly does not use soil liming, fertilization is NPK chemical in the base and Urea with two applications, the cultivars are chosen because they are transgenic and more productive, the most used irrigation is continuous with the entry of the water depth v3-v4 stage and the producer is very satisfied with the rice activity.

**KEYWORD:** Lifting; Nutrients; Fertility.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) se destaca como uma das culturas mais importantes dentre as culturas graníferas para a humanidade, pois constitui-se como um alimento básico de quase metade da população mundial (JUNG et al., 2008). O Brasil é o responsável por aproximadamente 80 % da produção de arroz no Mercosul. A produção anual de 11 a 13 milhões de toneladas ocorre predominantemente no RS e SC, sendo cultivado o arroz irrigado em terras baixas (CONAB, 2017).

O estado do RS é o maior produtor de arroz no Brasil, sendo ocupado uma área de 964.500 ha, com um volume de produção de 7,2 milhões e uma produtividade média de 7465 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2018/19 (IRGA, 2019). A produção de arroz irrigado no município de Santana do Livramento ocorre principalmente nas várzeas, ocupando aproximadamente 10.000 ha (MENDES, 2018).

Atualmente, o cenário orizícola passa por nova crise, principalmente relacionada ao baixo preço pago ao produtor, bem como um custo que pode, em alguns casos ultrapassar o rendimento da cultura. Ainda há outros fatores, sendo o avanço de outras culturas nas áreas de várzea, como a cultura da soja.

A rentabilidade do sistema produtivo de arroz irrigado está diretamente associado ao sistema de cultivo utilizado e o seu respectivo manejo da fertilidade do solo. Desta forma, o levantamento da fertilidade do solo pode ser uma importante ferramenta na mudança do cenário orizícola. Tendo como objetivo principal identificar os locais que apresentam as principais deficiências nutricionais e posteriormente recomendar a correção destas deficiências para que o potencial genético da cultivar a ser utilizada possa ser atingido, o que irá incrementar a rentabilidade do produtor (PIRES et al., 2015).

Em função do exposto, o trabalho foi realizado com o objetivo de realizar o levantamento da fertilidade dos solos das áreas cultivadas com arroz irrigado no município de Santana do Livramento, bem como uma breve análise dos sistemas de produção, a partir do manejo adotado no cultivo e do perfil do produtor de arroz, buscando entender a dinâmica da produção orizícola local.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi realizado nas áreas de várzea cultivadas com arroz irrigado no município de Santana do Livramento, RS, sendo iniciado em setembro de 2017, e finalizado em outubro de 2019. A abordagem metodológica do trabalho

consistiu da análise química dos solos e da aplicação de uma pesquisa relacionada a fertilidade do solo com os produtores de arroz irrigado.

No caso das amostras e análises de solo, estas foram executadas juntamente com o Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA) do 30º Núcleo de Assistência Técnica e extensão Rural (NATE), utilizando as propriedades dos produtores do município, num total de treze produtores. No primeiro ano (2017) foram efetuadas nove análises, e nos anos de 2018 e 2019 foram realizadas 28 e 11 análises, respectivamente.

As amostras foram coletadas no período de junho a setembro, compreendido pela estação do inverno, assim as lavouras se encontravam normalmente sob pousio (resteva do arroz), com preparo prévio ou ainda com pastagem. As propriedades que apresentavam mais de um talhão cultivado, foram divididos por glebas homogêneas, e cada gleba representava uma amostra composta. Para a obtenção de uma amostra composta executou-se a coleta de 15 a 20 amostras simples (subamostras), de forma aleatória e em zig zag, com pá de corte, na profundidade de 0-20cm (CQFS-RS/SC, 2016). Posteriormente identificadas e enviadas para o Laboratório de análises de solo do EEA/IRGA em Cachoeirinha/RS.

Para a análise de dados das amostras de solos, foram avaliados os parâmetros estatísticos (média, amplitude máxima, amplitude mínima, desvio padrão e coeficiente de variação) da fertilidade do solo das áreas de cultivo. Para a classificação dos dados foram estabelecidas classes de fertilidade do solo utilizando os parâmetros de: Classe de argila, matéria orgânica, pH em água, índice SMP, fósforo, potássio, saturação por bases % e  $CTC_{pH7,0}$ .

Os valores de pH em água no solo foram classificados nas faixas ( $\leq 5,5$ ; 5,6-6,0;  $> 6,0$ ), correspondendo as classes baixo, médio e alto, respectivamente. Os valores do índice SMP foram enquadrados em cinco faixas ( $\leq 5,1$ ; 5,2 - 5,6; 5,7 - 6,2; 6,3 - 6,6 e  $> 6,6$ ) esses valores correspondem a  $\geq 6,0$ ; 5,3 - 3,2; 2,8 - 1,0; 0,8 - 0,2; e 0 (zero) toneladas de calcário por hectare para elevar o pH em água a 5,5. Os teores de matéria orgânica no solo foram agrupados nas faixas ( $\leq 2,5$ ; 2,6-5,0;  $> 5,0\%$ ), de acordo com as classes baixa, média e alta. As classes texturais do solo (argila) foram agrupadas nas faixas ( $\leq 20$ ; 21-40; 41- 60;  $> 60\%$ ), conforme as classes texturais: 4, 3, 2 e 1 respectivamente. Os teores de fósforo no solo foram agrupados nas faixas ( $\leq 2,0$ ; 2,1-4,0; 4,1-6,0; 6,1-12;  $> 12,0$ ) correspondendo as classes, muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Para o potássio os valores foram organizados em cinco agrupamentos, em função da  $CTC_{pH7,0}$  do solo, os valores de potássio disponível

para as classes Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito alto, respectivamente, foram: a) para solos classe de CTC<sub>pH7,0</sub> Baixo:  $\leq 20$ ; 21 - 40; 41 - 60; 61 - 120 e  $> 120$  mg/dm<sup>3</sup>; b) para solos com CTC<sub>pH7,0</sub> Médio:  $\leq 30$ ; 31 - 60; 61 - 90; 91 - 180 e  $> 180$  mg/dm<sup>3</sup>; c) para solos com CTC<sub>pH7,0</sub> Alto: faixas:  $\leq 40$ ; 41 - 80; 81 - 120; 121 - 240 e  $> 240$  mg/dm<sup>3</sup> e d) para solos com CTC<sub>pH7,0</sub> Muito Alto: faixas:  $\leq 45$ ; 45 - 90; 91 - 135; 136 - 270 e  $> 270$  mg/dm<sup>3</sup>. Os percentuais para a saturação por bases foram agrupados nas faixas ( $< 45$  %, 46-55 %; 56- 65 %;  $> 75$  %) correspondendo as classes de muito baixo, baixo, médio e alto. Por fim, os valores da CTC<sub>pH7,0</sub> no solo serão agrupados nas faixas ( $\leq 7,5$ ; 7,6-15,0; 15,1-30,0;  $> 30$ ) correspondendo a baixa, média, alta e muito alta (SOSBAI, 2018; CQFS/RS-SC, 2016).

A segunda etapa do trabalho consistiu em uma pesquisa com os produtores que cultivaram as áreas amostradas anteriormente. A pesquisa de caráter qualitativa e quantitativa com perguntas semiestruturadas foi aplicada a treze produtores, em visita as suas propriedades no período de setembro a outubro de 2019.

Para a obtenção dos dados, formulou-se um questionário abordando algumas questões relacionadas a produção do arroz irrigado como: a) Identificação do entrevistado (tempo de experiência), b) Aspectos fundiários e social (área cultivada com arroz irrigado, propriedade da terra, assistência técnica), c) Aspectos produtivos (sistema de cultivo, manejo da irrigação, cultivares utilizadas, rendimento médio, análise de solo, calagem, adubação, uso da terra) e d) satisfação (Grau de satisfação).

Em relação a quantificação dos dados da pesquisa, as informações foram convertidas em frequências relativas sendo transformadas em gráficos e discutidas no texto, objetivando confrontar os resultados das análises de solo.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 AVALIAÇÃO DAS ANÁLISES DE SOLO NAS ÁREAS CULTIVADAS COM ARROZ IRRIGADO**

Os resultados encontrados nas análises demonstram que houve variação acima do recomendado para a maioria dos parâmetros estatísticos (Tabela 01), demonstrando que nas áreas orizícolas do município ocorre grande variabilidade química do solo, possivelmente atribuída a diferença de manejo e uso do solo (calagem, adubação anterior, pousio, etc.). O coeficiente de variação (CV) é um dos parâmetros mais utilizados na experimentação agrícola objetivando avaliar a variação

dos dados experimentais. De acordo com Pimentel-Gomes (2010), o CV deve ser igual ou inferior a 10 %.

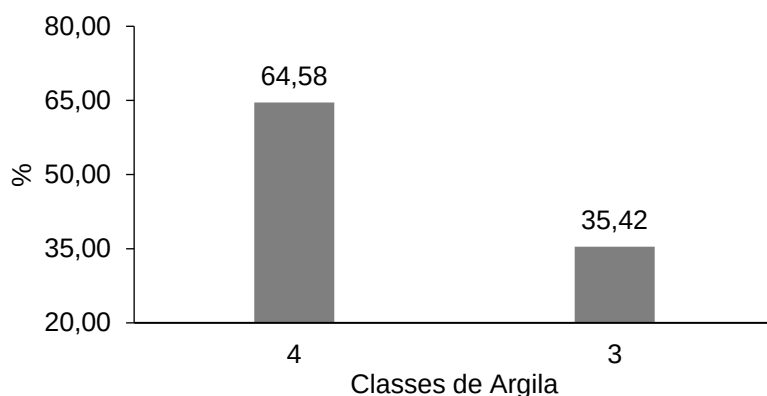
Tabela 01 - Parâmetros estatísticos da fertilidade do solo das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento- RS.

|         | Argila                   | M.O.  | SMP  | pH   | P                        | K      | CTC                         | SB%   |
|---------|--------------------------|-------|------|------|--------------------------|--------|-----------------------------|-------|
|         | -- g dm <sup>-3</sup> -- |       |      |      | -- mg dm <sup>-3</sup> - |        | --cmolc dm <sup>-3</sup> -- | %     |
| Média   | 19,17                    | 2,07  | 6,05 | 5,10 | 5,58                     | 38,56  | 12,51                       | 54,21 |
| DP      | 6,11                     | 0,95  | 0,51 | 0,34 | 6,26                     | 38,05  | 7,97                        | 20,95 |
| CV %    | 31,88                    | 45,93 | 8,38 | 6,66 | 112,20                   | 98,67  | 63,68                       | 38,64 |
| Amp.Max | 33,00                    | 5,10  | 6,70 | 6,10 | 36,70                    | 158,00 | 32,80                       | 86,70 |
| Amp.Min | 10,00                    | 0,60  | 4,90 | 4,60 | 0,60                     | 2,00   | 2,90                        | 5,80  |

Fonte: Os autores.

Em função da variabilidade encontrada nas análises, cada parâmetro do solo foi discutido separadamente. Em relação a classe de argila, essa possui significância na determinação dos grupos de solo e para culturas de sequeiro é utilizada principalmente para interpretação dos teores críticos nas faixas de fósforo disponível. Foi observado que na maior parte dos solos amostrados as faixas predominantes de argila foram a classe 4 (64,58 %) e 3 (35,42 %) (Figura 01).

Figura 1- Distribuição de frequência nas classes de argila das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento- RS.



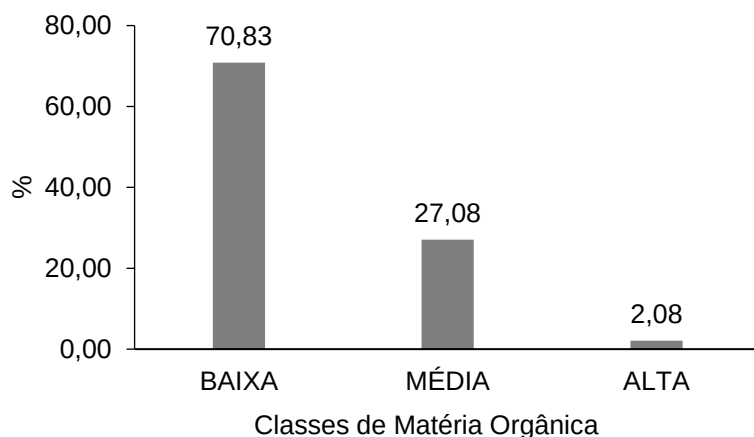
Fonte: Os autores.

Os baixos teores de argila encontrados podem representar um problema nos sistemas de cultivo, como consequência a fragilidade dos solos, facilitando a erosão das partículas do solo, pois dentre os fatores que influenciam a formação e a estabilização dos agregados, destacam-se a textura, a mineralogia da fração argila, o tipo e teor de cátions presentes, a matéria orgânica, os tipos de microrganismos, as raízes de plantas, os resíduos vegetais e sistema de manejo do solo (REICHERT, 2006; LIMA et al., 2003; CARTER, 2002; SILVA; MIELNICZUK, 1998).

Além disso a baixa quantidade de argila pode tornar o solo com maior permeabilidade, prejudicando na eficiência do uso da água, e a menor atração e retenção de íons pelas cargas negativas da argila em solos de baixa matéria orgânica (REICHERT, 2006). Por outro lado, o menor teor de argila em solos com baixo teor de matéria orgânica evita que ocorram condições físicas limitantes à produtividade das culturas nos primeiros anos após a sistematização do solo, pela formação de crostas na superfície, impedindo o estabelecimento de algumas culturas, como no caso da rotação (BRYE et al., 2003; NUNES et al., 2002). Em contrapartida a maior permeabilidade do solo, ocorre a melhor drenagem da área facilitando o escoamento da água e permitindo o estabelecimento de culturas de menor tolerância ao encharcamento.

Por conseguinte, a matéria orgânica desses solos apresentou baixos níveis, sendo cerca de 70,83 % das amostras inferior a 2,5 % e 27,08 % com teor de 2,6 a 5 % (Figura 02). Esse resultado demonstra que o manejo aplicado no cultivo do arroz irrigado deve ser revisto, pois não está mantendo em níveis mínimos o conteúdo deste importante parâmetro indicador de fertilidade do solo (PRIMAVESI, 1982).

Figura 02- Distribuição de frequência nas classes de matéria orgânica das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento- RS.



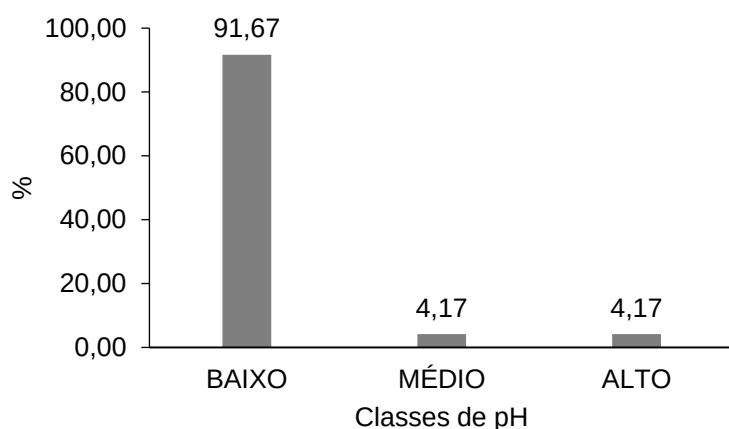
Fonte: Os autores.

A frequência dos níveis de matéria orgânica identificados é compatível com os dados encontrados por Bueno e Lemos (2006), ao qual possuem frequência de 75 % em classe baixa no município de Uruguai, assim como apontado por Boeni et al. (2010) na média estadual de 70 % das amostras em classe baixa. Ainda para Boeni et al. (2010) esses resultados estão associados a textura do solo e ao manejo adotado pelos produtores, como o plantio convencional, que favorecem a degradação da matéria orgânica.

O baixo teor de matéria orgânica é prejudicial ao cultivo do arroz irrigado, pois o nitrogênio disponível no solo é praticamente todo proveniente da decomposição e mineralização da matéria orgânica, realizada por microrganismos que transformam o N orgânico nas formas de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) aproveitáveis pela planta, sendo essa uma das principais causas da deficiência de N (SCIVITTARO; MACHADO; 2004). Além do fornecimento do N a matéria orgânica, pela presença das cargas negativas, é um importante material de retenção de cátions, como no caso do potássio, do cálcio e do magnésio (MALAVOLTA, 2005).

Outro parâmetro que apresentou valor baixo é o pH do solo, com 91,67 % das amostras na classe baixa ( $\text{pH} \leq 5,5$ ), e para as classes médio e alto ambas 4,17 % (Figura 03). Esses resultados estão principalmente associados a acidez natural dos solos de várzea do Rio Grande do Sul, predominando valores de pH em água entre 4,5 e 5,4 (SCIVITTARO; MACHADO, 2004).

Figura 03- Distribuição de frequência nas classes de pH das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento- RS.



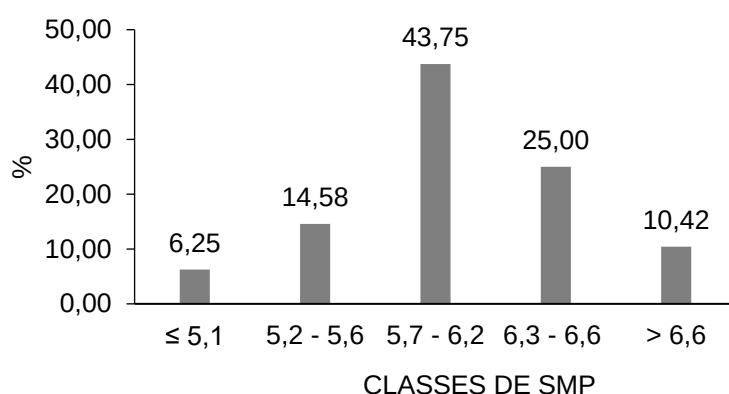
Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos nesse parâmetro estão também associados a textura do solo, que pelo perfil arenoso apresentado (classe 4) pode ter ocorrido o processo de lixiviação das bases no decorrer do tempo. Esse processo de acidificação pode ser revertido pela prática da calagem, contudo a elevação do pH para a cultura de arroz irrigado não tem demonstrado aumento significativo na produção de grãos, pois quando cultivado o arroz sob o efeito do alagamento, ocorrendo o fenômeno da autocalagem, com o aumento do pH para valores entre 6,0 e 6,5 e a consequente neutralização do alumínio tóxico (SCIVITTARO; MACHADO, 2004; MORAES; DYNIA, 1992).

No entanto a acidez desses solos prejudica o desenvolvimento de outras culturas quando em rotação, principalmente no cultivo da soja, que necessita  $\text{pH} \geq 6,0$  para melhor disponibilidade e aproveitamento de nutrientes, e consequentemente maior produção de grãos (SÁVIO et al., 2011).

Para minimizar o efeito da acidez desses solos a prática da calagem é necessária. A frequência do índice SMP foi maior na faixa de 5,7 a 6,2 com 43,75 % das amostras, necessitando de uma dose equivalente a 2,8 a 1,0 toneladas de calcário por hectare (Figura 04). Por conseguinte 25 % das amostras estão na faixa de 6,3 a 6,6 SMP, necessitando 0,8 a 0,2 toneladas de calcário por hectare.

Figura 04- Distribuição de frequência nas classes de índice SMP das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento- RS.



Fonte: Os autores.

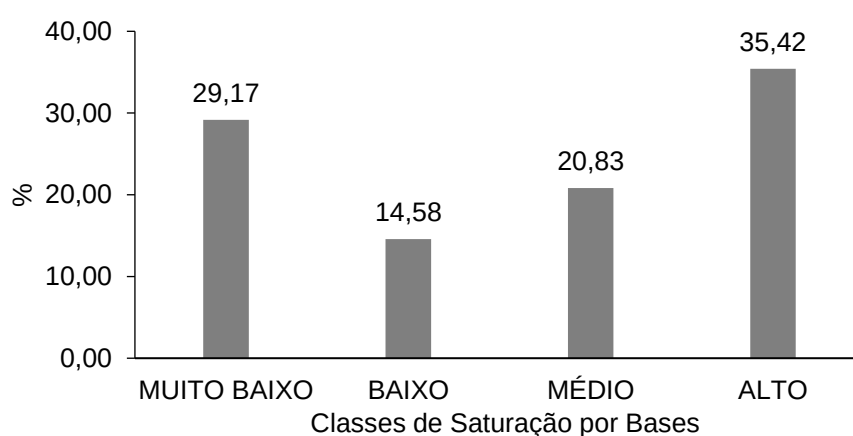
No caso de rotação de culturas no cultivo do arroz o pH deve ser elevado para 6,0, que é o ideal para a maioria das culturas cultivadas no Rio Grande do Sul, portando na faixa de maior expressão de 5,7 a 6,2 SMP necessitaria de uma dose equivalente de 4,8 a 2,2 toneladas de calcário por hectare e na faixa de 6,3 a 6,6 SMP,



necessitando de 1,8 a 0,8 toneladas de calcário por hectare, diminuindo a atividade de elementos parcialmente tóxicos como o Al e o Mn (SOSBAI, 2018).

Quando somente feito o cultivo do arroz irrigado, sem a rotação de culturas, e prática não usual da calagem, poderá ser monitorado a porcentagem de Saturação por Bases desses solos, evitando que ocorra a falta de Ca e Mg por exemplo. Nas análises realizadas 56,25 % das amostras apresentaram valores superiores a médio, enquanto que 43,75 % nas classes baixo e muito baixo (Figura 05).

Figura 05 - Distribuição de frequência nas classes de Saturação por Bases % das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento/RS.

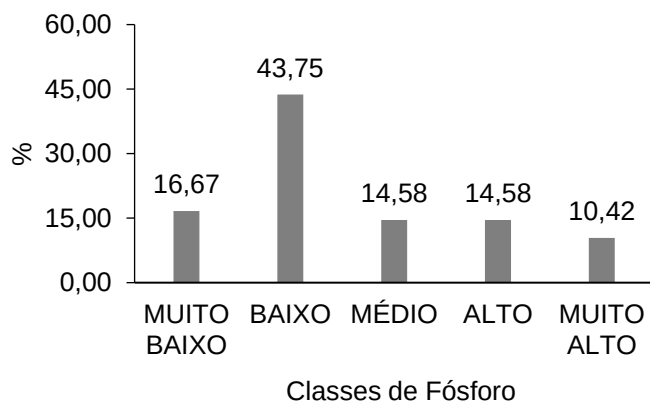


Fonte: Os autores.

Os níveis encontrados de saturação por bases abaixo de médio podem estar associados a baixos níveis de K, Mg e Ca do solo, reforçando a necessidade do uso de calagem nos solos estudados, pois significa que uma grande quantidade desses cátions está sendo neutralizada por  $H^+$  +  $Al^{3+}$  (SILVA et al., 2016).

As maiores frequências encontradas de fósforo foram na classe baixa e muito baixa, somando juntas 60,42 % das amostras, e acima de médio 39,58 % das amostras (Figura 06). Deve-se atenção a 10,42 % das amostras apresentarem a classe muito alta, devendo ser revista a necessidade da adubação, pois o excesso de fósforo na água da irrigação ao retornar aos mananciais causa a eutrofização das águas, que é o enriquecimento excessivo da água, assim os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas, que prejudicam a utilização da água, diminuição nos níveis de oxigênio e causar mortandade de peixes (KLEIN; AGNE, 2012).

Figura 06- Distribuição de frequência nas classes de fósforo das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento-RS.



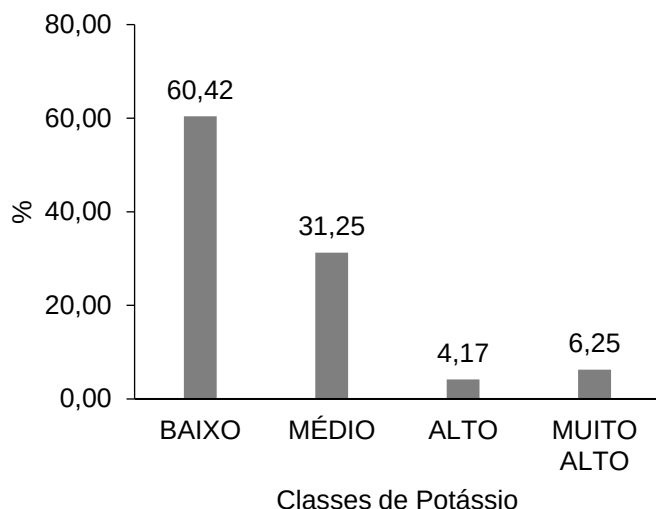
Fonte: Os autores.

O baixo teor de fósforo encontrado nesses solos pode ser associado as baixas reservas de fósforo inorgânico, ao baixo teor de fósforo orgânico e a utilização de adubação fosfatada inadequada. Além disso, existe a predominância dos sistemas de cultivo que favorecem a perda de fósforo por escoamento superficial, reduzindo os teores de fósforo no solo.

Bueno; Lemos (2006) em pesquisas no ano de 2002 constataram um grande empobrecimento deste nutriente onde mais de 60 % das amostras apresentavam teores menores que  $3,0 \text{ mg L}^{-1}$ . Para efeito de correção do fósforo no cultivo de arroz irrigado a partir da média dos teores (Tabela 04) seria necessária uma dose equivalente a 50 Kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  por hectare em expectativa a resposta à adubação alta, para expectativa média, a dose seria de 40 Kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (SOSBAI, 2018).

Assim como o macronutriente fósforo, o potássio demonstrou baixos índices de fertilidade, já que em 60,42 % das amostras o nutriente foi classificado como baixo, e em apenas 31,25 % alcançou a classe média (Figura 07).

Figura 07- Distribuição de frequência nas classes de potássio das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento-RS.



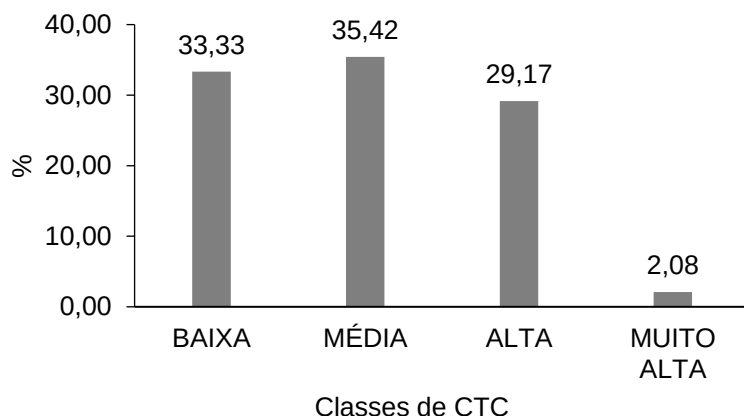
Fonte: Os autores.

Os valores de potássio encontrados estão relacionados ao tipo de argila e ao teor de matéria orgânica: assim, a ocorrência de valores mais baixos desse nutriente ocorre nos solos mais arenosos e/ou com menor teor de matéria orgânica. É considerável que o baixo nível de potássio tenha ocorrido pela perda por percolação no perfil do solo ou escoamento superficial. Isto, porque em torno de  $190 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  são liberados pela palhada na produção de  $6,0 \text{ t/ha}$  de grãos, com grande potencial de perda, especialmente no sistema de cultivo arroz-pousio em solos com baixa  $\text{CTC}_{\text{pH}7}$  (arenosos e com baixo teor de matéria orgânica) (BOENI et al., 2010).

Para fins de correção dos níveis de potássio segundo a média apresentada pelas análises (Tabela 04) seria necessária uma dose equivalente a  $90 \text{ kg}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  por hectare em expectativa de resposta à adubação alta, para expectativa média, a dose seria de  $75 \text{ kg}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (SOSBAI, 2018).

Intimamente também associado ao potássio está a  $\text{CTC}_{\text{pH}7}$ , este parâmetro demonstrou assim como os demais, baixos teores, com a classe baixa em  $33,33 \%$  das amostras e  $35,42 \%$  foram encontradas na faixa de médio (Figura 08). Possivelmente os resultados encontrados na  $\text{CTC}_{\text{pH}7}$  estão associados a característica dos solos arenosos de baixa  $\text{CTC}_{\text{pH}7}$ , ao baixo pH e baixo teor de matéria orgânica.

Figura 08- Distribuição de frequência nas classes de CTCpH7 das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento-RS.

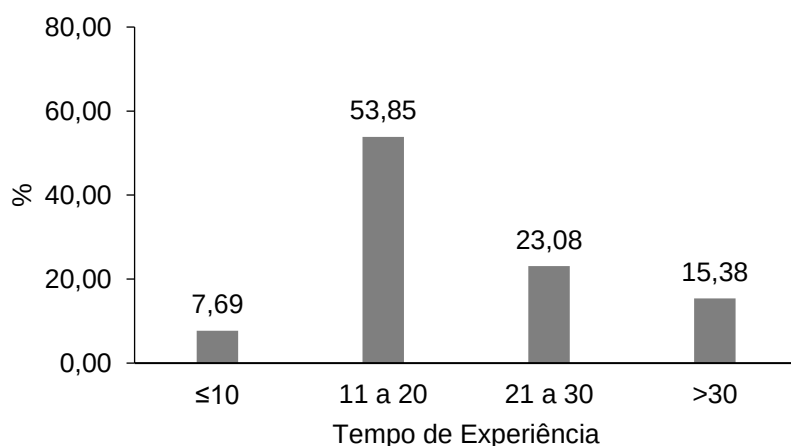


Fonte: Os autores.

### 3.2 DA PESQUISA AOS PRODUTORES DE ARROZ IRRIGADO

O primeiro parâmetro avaliado na pesquisa foi o tempo de experiência do produtor na cultura do arroz, segundo os dados obtidos, foi constatado que 53,85 % dos produtores entrevistados possuem experiência na atividade entre 11 a 20 anos, assim como 23,08 % estão a um maior tempo, cerca de 21 a 30 anos (Figura 09).

Figura 09- Distribuição de frequência relativo ao tempo de experiência do produtor de arroz na atividade no município de Santana do Livramento-RS.



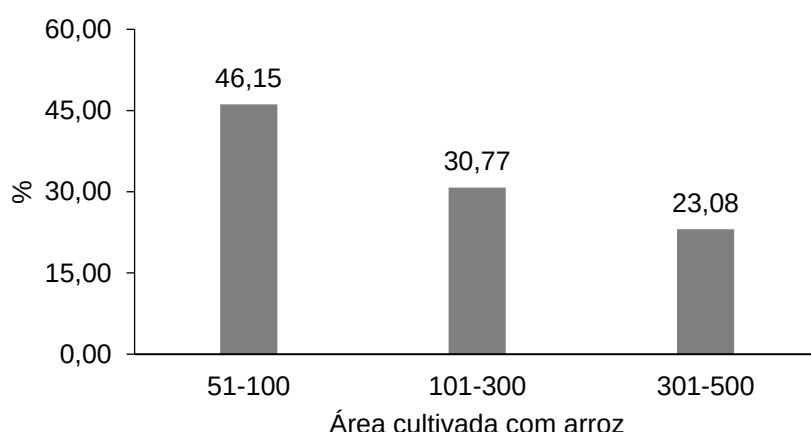
Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos sobre o tempo de experiência dos arrozeiros de Santana do Livramento se confrontam com os encontrados por Tatsch e Deponti (2017) em que o tempo de experiência dos rio-pardenses no cultivo de arroz é alto quando comparados, 76 % estão há mais de 30 anos na atividade, 14 % deles têm entre 20 e

30 anos de cultivo e 2 % estão na faixa de 10 a 20 e os outros 8 % possuem menos de 10 anos. Assim, mesmo que o arroz seja uma cultura tradicional da região da campanha, demonstra que ocorre em certo nível a sucessão do cultivo entre as gerações da família, assim como agricultores provindos da reforma agrária, iniciando recentemente na atividade.

A sucessão no cultivo do arroz pode estar relacionada com a área cultivada com arroz nas propriedades, que, quando em áreas maiores pode significar um ponto positivo para a permanência dos sucessores na propriedade. Neste quesito, as propriedades do município ocupam em sua maior parte (46,15 %) entre 51 a 100ha<sup>-1</sup> de arroz, (30,77 %) entre 101 a 300ha<sup>-1</sup> e (23,08 %) de 301 a 500ha<sup>-1</sup> (Figura 10).

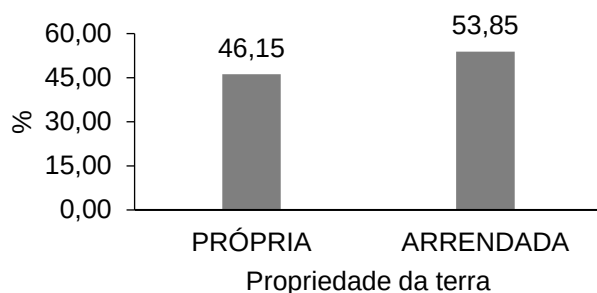
Figura 10- Distribuição de frequência do tamanho das áreas cultivadas com arroz irrigado no município de Santana do Livramento-RS.



Fonte: Os autores.

Mesmo que a região possua tendência em ter áreas de lavouras maiores, esse número se assemelha aos dados estaduais encontrados por De Lima Azeredo, Dalchiavon (2017) em que a média da área das lavouras na safra 2014/15 foram em torno de 220ha<sup>-1</sup>. Em relação a propriedade da terra, os resultados demonstraram que a maior parte da área plantada é arrendada 53,85 % (Figura 11). Esses dados são corroborados por Mendes et al. (2018), que em sua pesquisa observaram que 56% das áreas de arroz irrigado de Santana do Livramento eram arrendadas, assim como o IRGA (2019) afirma que em 2018/19, 60,31 % da área sob o cultivo de arroz no Rio Grande do Sul estava sob a essa condição.

Figura 11- Distribuição de frequência das áreas próprias e arrendadas dos orizicultores do município de Santana do Livramento-RS.



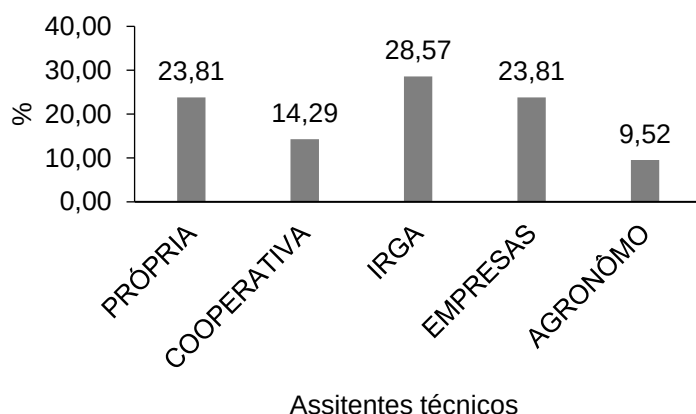
Fonte: Os autores.

Esse fator é decisivo na explicação dos baixos índices encontrados anteriormente nas análises de solo, pois os arrendatários não fazem as devidas reposições de fertilidade e correção de acidez e muitas vezes acabam degradando o solo das áreas arrendadas, principalmente porque o custo dessas terras é em torno de 30 % superior ao custo de produção em terras próprias (DAL MOLIN et al., 2015).

Concomitante as terras arrendadas, o produtor ainda possui baixa adoção de assistência técnica de confiança, sendo muitas vezes feitas pelas empresas vendedoras de insumos, ou por órgãos estatais. No município a maior parte da assistência técnica é prestada pelo IRGA, com 28,57 % das informações aos agricultores, por visitas as propriedades, em palestras ou dias de campo.

Outros muitos ainda se baseiam em conhecimentos empíricos ou possuem algum grau de formação na área, sendo detentor da sua própria assistência em 23,81 % dos casos (Figura 12).

Figura 12- Distribuição de frequência relativo a assistência técnica aos agricultores do município de Santana do Livramento-RS.

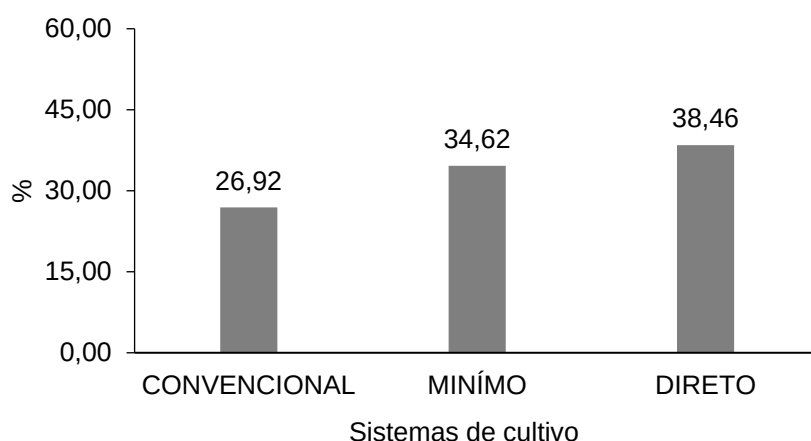


Fonte: Os autores.

Torna-se importante o fato da alta adoção da assistência por meio de empresas (23,81 %), em contrapartida com apenas 9,52 % provinda por um agrônomo contratado, demonstrando que o sistema carece de informações de qualidade e acompanhamento técnico da lavoura.

É nesse contexto que a pesquisa esbarra em um equívoco produtivo, que é o desconhecimento relativo ao sistema de cultivo adotado pelos produtores. A pesquisa definiu a partir das respostas dos agricultores que 38,46 % dos produtores fazem o uso do sistema plantio direto, 34,62 % do cultivo mínimo e 26,92 % do cultivo convencional (Figura 13).

Figura 13- Distribuição de frequência relativo aos sistemas de cultivo adotados pelos produtores no município de Santana do Livramento- RS.



Fonte: Os autores.

Esse dado é contraditório ao divulgado pelo IRGA (2019) que na região da campanha 86,1 % das áreas são de cultivo mínimo, 8,4 % convencional e apenas 4,5 % de adoção do plantio direto, além de 1 % por pré-germinado. Esse fato é atribuído ao agricultor acreditar que o ato da semeadura com semeadeiras de plantio direto após o prévio preparo do solo e o uso de herbicidas é propriamente o uso do sistema plantio direto, porém essas etapas de plantio são características do sistema de cultivo mínimo.

Comumente o produtor de Santana do Livramento tem o manejo voltado especialmente a cultura do arroz nessas áreas, porém na tentativa de minimizar os efeitos da baixa fertilidade do solo e a exaustão das terras pelo cultivo continuado do arroz irrigado, uma parte dos produtores começou a realizar a integração na produção,

principalmente com o uso da rotação no verão com a soja em algumas áreas cultivadas com o arroz irrigado (46,15 %).

No inverno também ocorre o aproveitamento da terra, em 76,92 % dos casos o produtor mantém a lavoura em pousio, com a introdução de animais para consumo da resteva do arroz e de plantas espontâneas com posterior preparo do solo, outros, ainda durante o inverno fazem o cultivo de pastagem em partes da lavoura (23,08 %), melhorando a oferta e qualidade forrageira oferecida aos animais.

Os produtores de arroz que adotam o sistema de integração relatam que o mesmo propicia um maior poder de barganha de preços, devido a diversidade de produtos a oferecer e em épocas distintas, não necessitando vender o arroz a preços baixos após a colheita, exemplo da carne no período do inverno, e da soja no verão. Ainda promove diversos benefícios que melhoraram a produção do arroz nas safras subsequentes principalmente pela fixação do nitrogênio pela soja, segundo eles. O exposto pelos produtores é corroborado por vários autores, em que o uso da integração auxilia na melhoria das propriedades do solo (ANGHINONI et al., 2013) pois potencializa a ciclagem de nutrientes (CARVALHO et al., 2010a) e no manejo de plantas daninhas, como o arroz vermelho (SCHUSTER et al., 2019).

Outro aspecto produtivo avaliado pela pesquisa refere-se ao critério de irrigação adotado pelos produtores no estabelecimento da lâmina de água, bem como o tipo de irrigação. Nesse parâmetro a irrigação contínua foi a mais utilizada, com 92,31 % das lavouras sob esse método (Figura 14). Já o critério de entrada da lâmina de água foi após a aplicação do herbicida e da ureia quando em estágio vegetativo v3-v4 em 92,31 % enquanto 7,69 % tem como critério 30 dias após a emergência.

Figura 14- Distribuição de frequência referente ao critério e ao tipo de irrigação das lavouras de arroz do município de Santana do Livramento- RS.



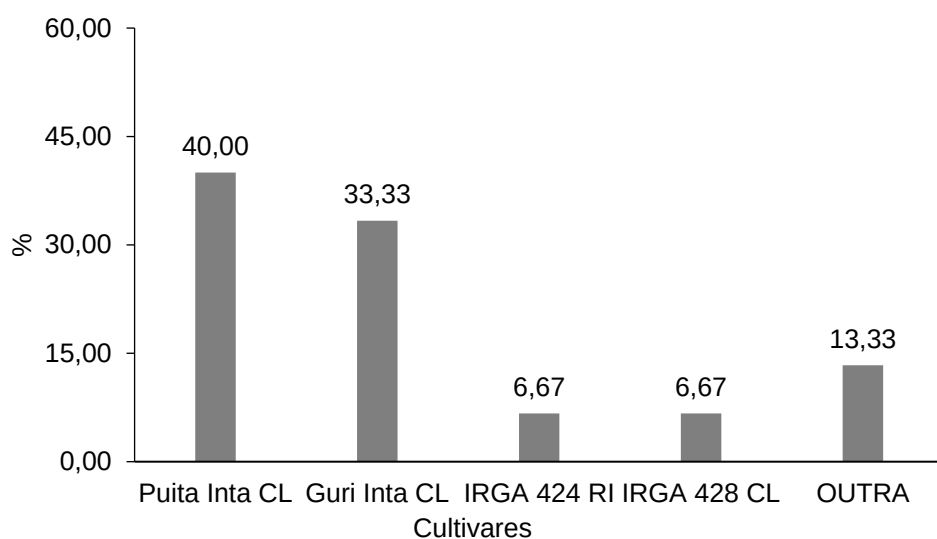
Fonte: Os autores.



O momento da entrada da lâmina de água é um dos fatores decisivos na produtividade final do arroz irrigado, mesmo que se utilize critérios como exposto por SOSBAI (2018) que a época de início da irrigação está relacionada com outras práticas de manejo como o sistema de implantação da lavoura, o método de controle de plantas daninhas, o herbicida utilizado e a aplicação de nitrogênio em cobertura, é importante que o fator decisivo para a irrigação e os demais manejos anteriores sejam o estágio vegetativo da planta correspondido entre v3 e v4 por ocasião do início do perfilhamento das plantas.

No que diz respeito às cultivares utilizadas, mesmo que ocorra uma grande variação de cultivares disponíveis no mercado a pesquisa encontrou pouca adoção de demais cultivares, sendo restrito em maioria pela cultivar Puitá Inta CL® com 40 % da área plantada no município, seguido pela cultivar Guri Inta CL® com 33,33 % e IRGA 424 RI e 428 CL®, ambas com 6,67 % (Figura 15).

Figura 15- Distribuição de frequência da porcentagem da área ocupada pelas cultivares no município de Santana do Livramento- RS.



Fonte: Os autores.

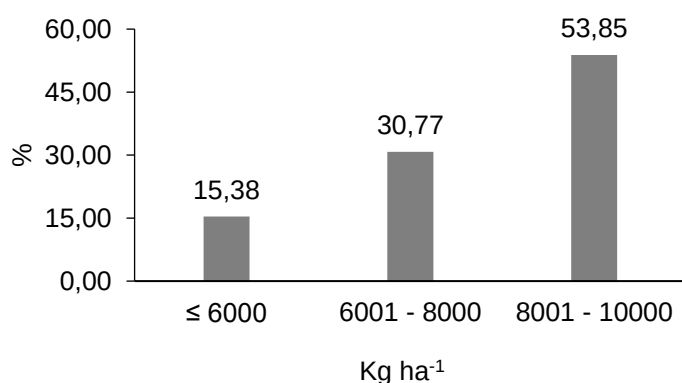
As porcentagens correspondentes as cultivares utilizadas não estão de acordo ao informado pelo IRGA (2019) durante a safra 2018/19 em que na região da Campanha 44 % da área semeada foi composta pela cultivar Guri Inta CL, 27 % IRGA 424 RI e 19 % Puitá Inta CL. Mendes et al. (2018) ao pesquisar as cultivares mais utilizadas no município encontrou resultados semelhantes, isso demonstra que a

escolha das cultivares pelos produtores de Santana do Livramento ocorre de maneira diferente dos demais municípios da Campanha.

A escolha das duas principais cultivares por esses produtores podem ser atribuídas a dois motivos: a) adoção de cultivares transgênicas, permitindo a aplicação de herbicidas no combate ao arroz vermelho; b) maior capacidade produtiva dessas cultivares no município em safras anteriores.

O rendimento médio das lavouras de arroz irrigado do município apresenta elevada produção, com 53,85 % das áreas com produção entre 8000kg/ha<sup>-1</sup> e 10000kg/ha<sup>-1</sup>, porém ainda ocorre que 46,15 % estão abaixo de 8000kg/ha<sup>-1</sup> (Figura 16).

Figura 16- Distribuição de frequência da produtividade média das lavouras arrozeiras do município de Santana do Livramento- RS.

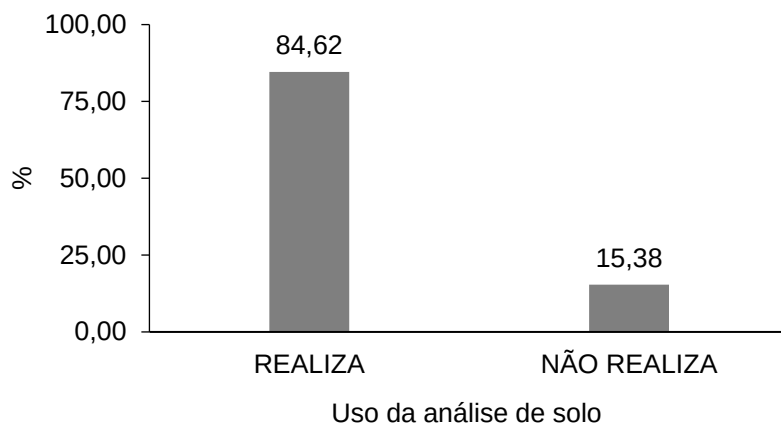


Fonte: Os autores.

Mesmo que em maior parte das lavouras ocorreu um elevado rendimento, superior à média estadual da safra 2019/20 de 7.508 kg ha<sup>-1</sup> (IRGA, 2019) nenhuma lavoura teve rendimento acima de 10000 kg ha<sup>-1</sup>. Essa limitação na produtividade pode ser relacionada a fertilidade de solo e demais manejos, explicando também os valores abaixo de 8000 kg ha<sup>-1</sup>.

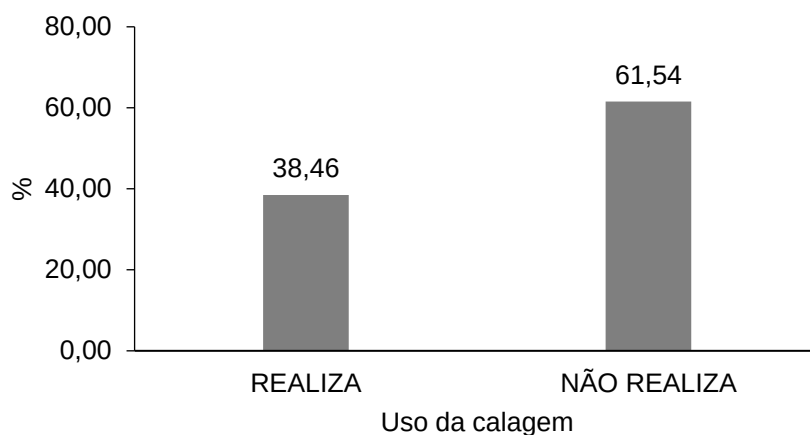
A quebra da produtividade, e a dificuldade em atingir produtividades mais altas, como citado anteriormente está diretamente ligado ao manejo da fertilidade do solo e diretamente a isso a forma de monitoramento. No presente estudo mais de 84,62 % dos produtores realizam análise do solo (Figura 17), no entanto apenas 38,46 % fazem a prática calagem do solo das áreas cultivadas com arroz (Figura 18), e desse último, somente 40 % dos que fazem a calagem utilizam a análise do solo como parâmetro para a dose a ser aplicada

Figura 17- Distribuição de frequência relativo a realização da análise do solo nas áreas orizícolas do município de Santana do Livramento-RS



Fonte: Os autores.

Figura 18- Distribuição de frequência do uso da calagem nas áreas orizícolas no município de Santana do Livramento- RS.

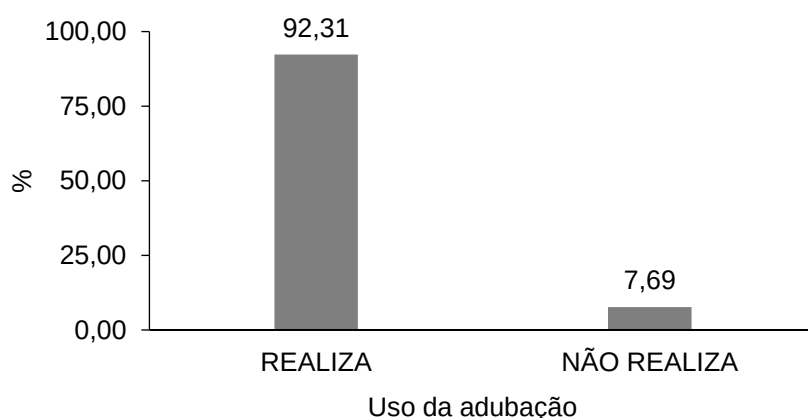


Fonte: Os autores.

A baixa adoção da calagem pelos produtores é a resposta ao pH do solo baixo encontrado em 91,64 % das áreas (Figura 03). Além disso, 40 % dos que realizam a calagem escolhem as doses baseados na análise do solo. Logo, provavelmente, poderá ocorrer a utilização de subdoses e superdoses de calcário. A utilização de sub doses de calcário não promovem a elevação suficiente do pH em água, podendo ocasionar saturação de alumínio no período seco desde a emergência até a entrada de água no estágio V3-V4. Por outro lado, a superdose de calcário pode tornar o solo alcalino, o que prejudicará a solubilidade e a absorção de vários nutrientes (CARVALHO; ZABOT, 2012).

Assim como o pH do solo, a adubação é fundamental para manter a fertilidade adequada. O fato do não uso da calagem e a baixa utilização das análises de solo na determinação da dose do corretivo não se aplica ao manejo da adubação, já que 92,31 % dos produtores realizam a adubação. No entanto destes produtores que realizam a adubação, 53,85 % utilizam a análise de solo apenas como critério na escolha do fertilizante e não para definição da dose a ser aplicada (Figura 19).

Figura 19- Distribuição de frequência relativo a adubação das áreas orizícolas do município de Santana do Livramento- RS.



Fonte: Os autores.

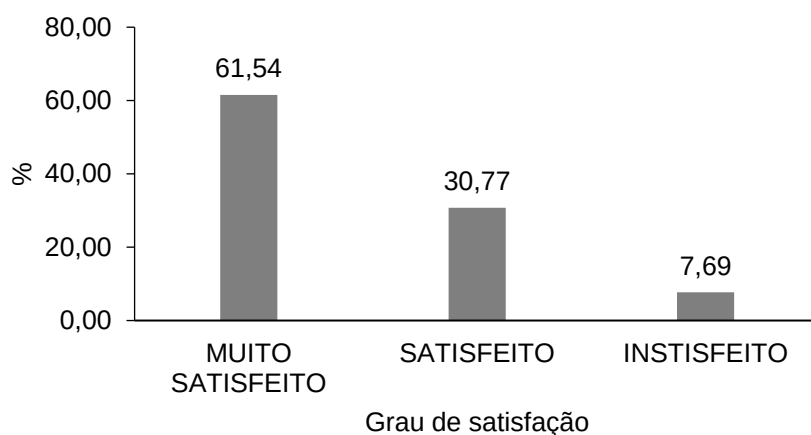
A adubação realizada pelos agricultores não elevou os níveis de fertilidade do solo (saturação de bases, fósforo e potássio). Isso pode ser atribuído as doses serem escolhidas sem a utilização da análise de solo e da recomendação, resultando na aplicação de quantidades inferiores as doses recomendadas para a cultura do arroz irrigado. Muitos dos entrevistados optam pela formulação NPK 5-20-20 e a quantidade varia conforme a disponibilidade e aporte de capital financeiro disponível para a compra de insumos no período de aquisição.

Relativo à aplicação de nitrogênio, a dose média utilizada em cobertura é de 210 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, reapresentando cerca de 94,5 kg de N ha<sup>-1</sup>, parcelado em duas vezes, uma em solo seco anteriormente a entrada da lâmina de água (v3 - v4), na quantidade de aproximadamente 50 % da dose, aplicada a lanço. A segunda, é feita a aplicação do restante, normalmente com o auxílio de avião agrícola, ou com equipamento especial para evitar a danificação das taipas. Segundo os produtores, o maior investimento na adubação nitrogenada se dá por motivo de refletir em melhores resultados quando comparados a outros adubos, como os com fósforo e potássio.

Além disso, a grande maioria dos solos utilizados para o arroz são de textura arenosa, facilitando a lixiviação e escorrimento dos nutrientes pela água da irrigação. Ainda, as ausências de cultivos de espécies de inverno reduzem a ciclagem de nutrientes, especialmente o potássio que é pouco retido em solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica, esta última, também justificando a aplicação de altas doses de nitrogênio.

A partir dos dados expostos é possível perceber vários problemas na cadeia produtiva do arroz, principalmente relacionado a fertilidade do solo e segundo os produtores o custo de produção elevado da lavoura de arroz irrigado. Porém o produtor continua motivado, demonstrando-se satisfeito com atividade em 61,54 % dos casos (Figura 20).

Figura 20- Distribuição de frequência relativo a satisfação do produtor de arroz irrigado no município de Santana do Livramento- RS.



Fonte: Os autores.

Dentre os insatisfeitos com a atividade, e mesmo os satisfeitos demonstram preocupação com o baixo preço do arroz, quando comparado aos custos da produção, alto preço dos combustíveis, política de preços do governo (garantia de preço mínimo), desvalorização do produto e concorrência com mercados externos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados podemos afirmar que o teor de argila predominante nas áreas de arroz irrigado é de classe 4, demonstrando a presença de solos fragilizados pela baixa porcentagem de argila. Os parâmetros de pH do solo, Matéria orgânica, Fósforo e o Potássio encontram-se em maior parte classificados como baixo, devendo

ser repensado o manejo e a forma de cultivo dessas áreas. Em contrapartida a CTC e índice SMP estão em grau médio na maioria das amostras. Enquanto que a saturação por bases apresentou em maioria grau alto.

A pesquisa a campo demonstrou o perfil de um agricultor de médio tempo na atividade com áreas cultivadas com arroz irrigado de 51 a 100 ha e mais da metade é arrendada, surgindo a problemática da propriedade da terra na orizicultura. As cultivares Puitá Inta CL e Guri Inta CL são as mais utilizadas no município e a maior parte da produção de arroz por hectare está ente 8 a 10 toneladas, com potencial para ultrapassar esta marca. A análise do solo é feita pela maioria dos produtores assim como a adubação do solo, mas a calagem não é uma prática frequente, o que determinou os baixos níveis nutricionais encontrados.

E em geral os produtores se consideram muitos satisfeitos em relação a atividade do cultivo de arroz irrigado mesmo enfrentando diversos problemas no setor arrozeiro.

## REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I. et al. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção no subtropical brasileiro. *Tópicos em Ciência do Solo*, v.8, p.325-380, 2013.

BOENI, M. et al. Evolução da fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. *Boletim Técnico*, nº 10 Cachoeirinha, RS: IRGA/Estação Experimental do Arroz, 2010.

BRYE, K.R. et al. Short-term effects of land leveling on soil physical properties and microbial biomass. *Soil Science Society of America Journal*, v.67, p.1405-1417, 2003.

BUENO, A. da C.; LEMOS, C.A.S. Levantamento da fertilidade do solo cultivado com arroz irrigado no município do Uruguaiana. *Revista da FZVA*, v. 13, n. 1, 2006.

CARTER, M.R. Soil quality for sustainable land management: Organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Agronomy Journal*, v.94, p.38-47, 2002.

CARVALHO, N.L.; ZABOT, V. Nitrogênio: Nutriente ou Poluente? *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 6, n. 6, p. 960-974, 2012.

CARVALHO, P. C. F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.88, p. 259-273, 2010a.

CONAB, Companhia Nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. V.4 – Safra 2016/17 – N.6 – sexto levantamento, monitoramento agrícola 2017. Março 2017.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-CQFS-RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Núcleo Regional Sul, 2016.

DAL MOLIN, M.A.M.; WATANABE, M.; YAMAGUCHI, C.K.; JENOVEVA-NETO, R. Análise dos custos como proposta de gerenciamento na produção de arroz irrigado em uma propriedade de agricultura familiar. *Revista Custos e @gronegócio on line* - v. 11, n. 3 – Jul/Set - 2015.

DE LIMA AZEREDO, M.S.; DALCHIAVON, F.C. Diagnóstico das lavouras de arroz do Rio Grande do Sul: Safras 2004/2005 x 2014/2015. *Revista IPecege*, v. 3, n. 2, p. 86-108, 2017.

IRGA, 2019. BOLETIM DE RESULTADOS DA LAVOURA - SAFRA 2018/19 – ARROZ IRRIGADO E SOJA EM ROTAÇÃO – <https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201909/05171808-relatorio-da-safra-2018-19-31-agosto-2019.pdf>.

IRGA- INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. Manejo da adubação nitrogenada de cobertura no arroz irrigado no sul do Brasil. Circular técnica Nº 001/Julho/2019. 2019.

IRGA. Custo De Produção Médio Ponderado Arroz Irrigado Sistema De Cultivo Mínimo Estado Do Rio Grande Do Sul Estimativa Safra 2018/19. Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. 2018. Disponível em: <https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201901/18104704-custo-de-producao-2018-19.pdf>. Acesso em: 02 de out. 2019.

JUNG, K.; AN, G.; RONALD, P. C. Towards a better bowl of rice: assigning function to tens of thousands of rice genes. *Nature Reviews Genetics*, v. 09, p. 91-101, 2008.

KLEIN, C.; AGNE, S.A.A. Fósforo: de nutriente à poluente. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.

LIMA, C.L.R. et al. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.199-205, 2003.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. *Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática*. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres, 2005. 650p.

MENDES, F.B.; GONÇALVES, G.K.; POZZEBON N.J., NETO, L.X.M. Caracterização do Manejo da Fertilidade do Solo em Sistemas de Cultivo de Arroz Irrigado no Município de Santana do Livramento, RS. *Revista Científica Rural*, v. 20, n. 1, p. 39-49, 2018.

MORAES, J.F.V.; DYNIA, J.F. Alterações nas características químicas e físico-químicas de um solo Gley Pouco Húmico sob inundação e após a drenagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, n.2, p.225-235, 1992.

NUNES, M.L. et al. Características de solos sistematizados em duas áreas cultivadas com arroz irrigado sob inundação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.395-406, 2002.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451 p. il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 15).

PIRES, F. R.; CATEN A.; MARTINS A.G.; ESPOSTI M.D.D. Levantamento da fertilidade nas principais unidades de mapeamento do Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica*, Vol. 34, p. 115 – 123, 2015.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. Ed. Nobel, São Paulo. 549p. 1982.

REICHERT, J.M. Agregação de um Planossolo sistematizado há um ano e sob cultivo de arroz irrigado. *Ciência Rural*, v. 36, n. 3, p. 837-844, 2006.

SÁVIO, F.L. et al. Calagem e gessagem na nutrição e produção de soja em solo com pastagem degradada. *Revista Agrotecnologia*, v.2, n.1, p.19-31, 2011.

SCIVITTARO, W.B.; MACHADO, M.O. Adubação e calagem para a cultura de arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. de (Ed.Tec). *Arroz irrigado no Sul do Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa informação Tecnológica, p. 259-303. 2004.

SCHUSTER, M. Z. et al. Optimizing forage allowance for productivity and weed management in integrated crop-livestock systems. *Agronomy for Sustainable Development*, v.39, n.2, p.18, 2019.

SILVA, E.B.; NETO, J.R.A; FRANCILINO, A.H.; LIMA, A.E.O; LIMA, J.W.C. Levantamento da fertilidade dos solos da região Centro Sul do Ceará. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v.10, n.2, p.55-61, abr. 2016.

SILVA, I. de F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.311-317, 1998.



SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, RS: SOSBAI, 200p. 2018.

TATSCH, R.; DEPONTI, C.M. O PERFIL DOS PRODUTORES DE ARROZ DO VALE DO RIO PARDO E O PROCESSO DE GESTÃO RURAL. Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil 2017.

# CAPÍTULO 18

## CONVERSÃO TÉRMICA DO LODO DA ESTAÇÃO DE DESPEJO DA AGROINDÚSTRIA DA SOJA.

### **Fabício Machado Silva**

Doutor em Tecnologia Ambiental. Departamento de Química. Laboratório de Resíduos Químicos. Programa de Tecnologia Ambiental na Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) – Ribeirão Preto – SP. Eng. Ambiental e de Segurança do Trabalho. MSc. Recursos Energéticos Renováveis (Agroenergia). Pesquisador LARSEN/IFTO.

E-mail: fabricao\_amb@yahoo.com.br

### **Luciana Rezende Alves de Oliveira**

Doutora em Química. Coordenadora e Docente: Programa de Tecnologia Ambiental (Mestrado e Doutorado) na Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) – Ribeirão Preto – SP. Departamento de Química. Laboratório de Resíduos Químicos.

E-mail: loliveira@unaerp.br

### **Marcelo Mendes Pedroza**

Doutor em Engenharia Química. Químico Industrial. Coordenador/Pesquisador LARSEN/IFTO. Docente em Controle Ambiental, Física, Eng. Elétrica e Civil/IFTO.

E-mail: mendes@ifto.edu.br

### **Aymara Gracielly Nogueira Colen**

Mestre em Recursos Energéticos Renováveis (Agroenergia).

Eng. Ambiental. Especialista Inovação Tecnológica. Pesquisadora LARSEN/IFTO.

E-mail: aycolen2@gmail.com

### **Pedro Henrique Borges do Amaral**

Eng. Elétrico (Discente/Bolsista-IC-IFTO/CNPq).

E-mail: amaralphb@gmail.com

### **André Mendes Soares**

Especialista em Engenharia Ambiental pela Universidade Candido Mendes.

Tecnólogo em construções de Edifícios pelo IFTO.

E-mail: andre.ifto@hotmail.com

### **Henrique Barreto de Oliveira**

Especialista em Especialização em Gerenciamento de Projetos – PMI. Engenheiro Civil e Professor do curso de Engenharia Civil da UFT e FAG.

E-mail: civil.henrique@gmail.com

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo produzir biocombustíveis a partir do tratamento térmico de resíduos de soja. A pirólise do lodo industrial foi realizada a fim de obter bio-óleo e carvão. As amostras de resíduos foram caracterizadas pelas seguintes variáveis analíticas: umidade e teste cinético. O teor de umidade foi determinado de acordo com o método ASTM D 3173-85. O estudo cinético foi realizado em casa de vegetação a duas temperaturas de 40 e 50° C. Os tempos de

secagem foram 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 e 30 horas. A conversão térmica do resíduo foi feita em um reator de leito fixo a uma temperatura de 500 °C, sendo o sistema operado por 30 minutos a uma taxa de aquecimento de 30 ° C/min. Durante o teste cinético observou-se que após 20 horas em uma amostra permaneceu com menos de 30 % da matéria inicial nos dois tratamentos utilizados. O rendimento do bio-óleo foi de 45,9 %. O pH do bio-óleo estava em torno de 4,0. A densidade do líquido foi de 1,1 g / mL. O tratamento térmico dos resíduos estudados é uma alternativa importante para a geração de biocombustíveis com valor comercial e ambiental, substituindo os combustíveis fósseis e com aplicação industrial como materiais sólidos e oleosos de caráter renovável em sistemas de produção sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bio-óleo, Indústria, Processo Térmico.

**ABSTRACT:** This research aimed to produce biofuels from the heat treatment of soy residues. The pyrolysis of industrial sludge was carried out in order to obtain bio-oil and coal. The waste samples were characterized by the following analytical variables: humidity and kinetic test. The moisture content was determined according to the ASTM D 3173-85 method. The kinetic study was carried out in a greenhouse at two temperatures of 40 and 50° C. Drying times were 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 and 30 hours. The thermal conversion of the waste was carried out in a fixed bed reactor at a temperature of 500 °C, the system being operated for 30 minutes at a heating rate of 30 ° C/min. During the kinetic test it was observed that after 20 hours in a sample it remained with less than 30 % of the initial material in the two treatments used. The bio-oil yield was 45.9 %. The pH of the bio-oil was around 4.0. The density of the liquid was 1.1 g/ml. The thermal treatment of the studied residues is an important alternative for the generation of biofuels with commercial and environmental value, replacing fossil fuels and with industrial application as solid and oily materials of renewable character in sustainable production systems.

**KEYWORDS:** Bio-oil, Industry, Thermal Process.

## 1. INTRODUÇÃO

A demanda mundial da produção da soja se caracteriza em ascensão, sendo quantificada em 351,311 milhões de toneladas (com área plantada de 120,958 milhões de hectares) (USDA, 2017). O Brasil e os Estados Unidos são países que sustentam as cotações nos mercados brasileiro e internacional priorizando a produção sustentável de soja, facilitando sua entrada nos concorridos mercados chinês e europeu.

O território do MATOPIBA apresenta uma expansão da fronteira agrícola baseada em tecnologias modernas de alta produtividade de grãos, sem desmatamentos significativos (Gite/Embrapa, 2015) (Conab, 2017) (IBGE, 2018), sendo responsável pelo recorde de grãos na última safra. Esta região abrange áreas do estado de Tocantins (TO) e parte do Maranhão (MA), Piauí (PI) e Bahia (BA). O Estado do Tocantins, incluso na região supramencionada, apresenta significativa evolução na produção de soja e grãos, com produção de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas (Conab, 2014). Entre os estados da região norte, o Tocantins é o que mais está produzindo com cerca de 70 % da área cultivada no estado.

De acordo com os estudos de Santos et al., (2015) a projeção desta cultura proporciona aumento para insumos para as agroindústrias que utilizam seus respectivos produtos e subprodutos. Os produtos da sojinocultura podem ser óleo bruto e refinado, farelos, cascas, vagens, dentre outros, depende do grau de verticalização do processamento. A estação de tratamento de efluente (ETE) que gera o lodo industrial é a última etapa de beneficiamento/tratamento, considerando todas as etapas de produção.

Conforme as pesquisas de Correia (2013) os resíduos gerados nas indústrias vêm se tornando um agravante com a crescente produção de produtos e serviços, assim o setor industrial é pressionado a adotar técnicas de manejo de seus respectivos resíduos, buscando benefícios econômicos, energéticos, tecnológicos, socioambientais e inovadores.

Segundo Pedroza et al., (2014) e Colen et al., (2011) diversas rotas de conversão e valorização de biomassas têm sido empregadas aplicando a matéria orgânica de diversos resíduos, como sólidos, efluentes, bem como agroresíduos em processos tecnológicos térmicos, o que é considerado promissor pois recupera a energia potencial e desenvolve produtos com caráter sustentável incrementando a matriz energética e ampliando a diversidade industrial, o que corrobora e atende a

Resolução CONAMA nº 316 de 29 de outubro de 2002. Há trabalhos desenvolvidos utilizando casca de amendoim, casca do coco verde, pseudocaule de bananeira, resíduo de café, sabugo de milho, resíduo de sorgo, bem como outras biomassas residuais que estão sendo aproveitadas na produção de energia alternativa e novos produtos industriais que proporciona desenvolvimento ao país do ponto de vista tecnológico, econômico e socioambiental.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar o potencial do processo termoquímico do lodo residual proveniente da agroindústria da soja, buscando assim a redução da disposição dos resíduos sólidos industriais em locais inadequados e agregando valor como produtos tecnológicos e sustentáveis.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE DESPEJOS INDUSTRIAIS (ETDI)**

A ETDI da planta da agroindústria do objeto de estudo está dimensionada para o processamento de 20 m<sup>3</sup>/h de água residuárias. Na primeira etapa é realizado um processo físico, para que ocorra a separação das fases de óleo e água, a segunda trata-se de um processo químico em que é adicionado ácido fosfórico para auxiliar na separação do óleo e do efluente e, posteriormente o processo biológico que é capaz de remover a matéria orgânica. Assim é possível atender a legislação pertinente e a segurança socioambiental.

### **2.2 COLETA, CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO**

A coleta da amostra de lodo proveniente da agroindústria da soja foi realizada no ano de 2017 na estação de tratamento de despejo industrial (ETDI) no setor industrial da região em estudo, conforme a NBR 10.007 (amostragem e armazenamento). O material foi transportado até o Laboratório de Inovação e Aproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade Energética (LARSEN) no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - Campus Palmas.

A classificação e identificação do material foi determinada conforme NBR 10.004, caracterizada como Classe I (resíduo perigoso). A Figura 1 apresenta o processo de secagem até peso constante para que se possa realizar análises laboratoriais e processo de conversão térmica.

Figura 1. Lodo Agroindustrial do Matopiba (TO): a) secagem do lodo com energia solar; b) secagem do lodo em estufa; c) lodo seco (oleoso) a peso constante; d) lodo na estufa pronto para análises.



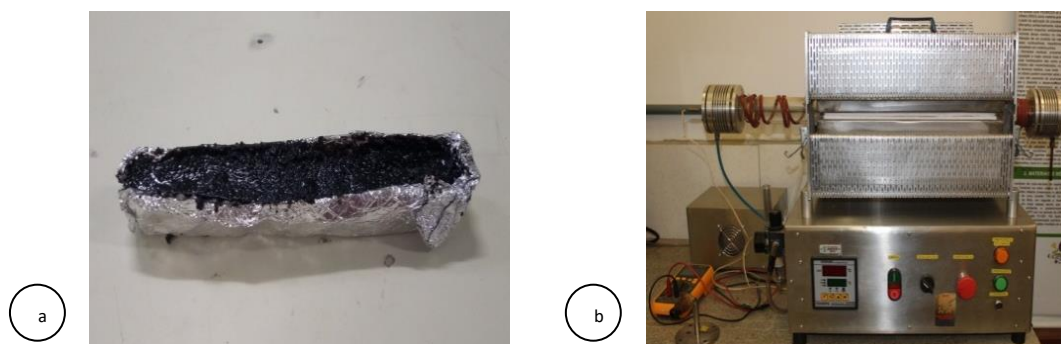
Fonte: Os autores.

O teor de umidade foi determinado de acordo com o método ASTM D 3173-85. O estudo cinético teve como objetivo averiguar o comportamento de perda de massa relacionada principalmente à presença de água nas amostras de lodo residual in natura. Foram realizados ensaios em estufa em duas temperaturas 40 e 50 oC. Os tempos de secagem foram de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 e 30 horas.

### 2.3 SISTEMA TERMOQUÍMICO

Para o sistema termoquímico, foram utilizados 115,75 g da amostra de lodo nos ensaios. O processo de conversão foi realizada em um reator bipartido de leito fixo (Figura 02) em atmosfera inerte à temperatura de 500 °C, taxa de aquecimento de 30 °C/min e tempo de pirólise de 30 minutos. Para fins de balanço de massa, após a reação e o resfriamento da unidade, todos os produtos do processo (líquido e sólido) foram coletados e pesados. O material sólido foi recuperado diretamente do reator e os líquidos pirolíticos foram coletados após o sistema de condensação dos vapores em funil de separação de fases. Foi realizada as análises de pH e densidade do bio-óleo obtido.

Figura 02. Reator de leito fixo empregado nos experimentos de conversão termoquímica de lodo residual: a) amostra de lodo agroresidual e b) reator de conversão termoquímica.



Fonte: Os autores.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 MECANISMO DE APROVEITAMENTO DO LODO AGROINDUSTRIA (SOJA)

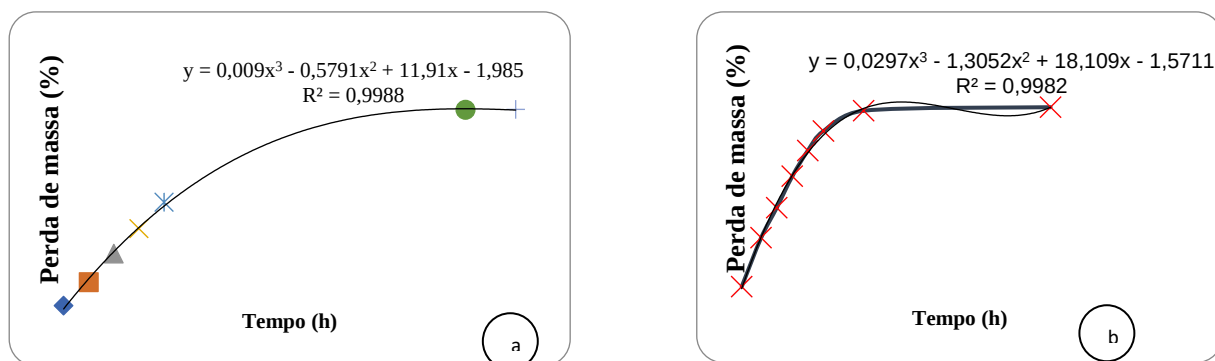
A destinação final sustentável para os resíduos tem sido um grande desafio para engenharia sanitária e ambiental, em virtude das características físicas, químicas, mecânicas e biológicas (Colen, 2011 e Correira, 2013). Uma das soluções para diminuir o descarte inadequado é reutilizar os resíduos por meio de rotas termoquímicas a fim de criar novos produtos que atendam a critérios de ecoeficiência e, conseqüentemente, reduza a utilização de recursos naturais e energéticos (Silva, 2016), reduzindo assim impactos nos compartimentos ambientais e reduzindo custos de produção.

O setor agroindustrial depende direta ou indiretamente do ambiente como fonte de matérias-primas para o seu desenvolvimento, bem como da utilização de alguns locais para “área de despejo” de seus subprodutos e resíduos gerados durante os ciclos produtivos (Gatani et al., 2013).

É de fundamental importância o conhecimento técnico-científico da biomassa residual estudada pois interfere na aplicação condições de processos termoquímicos (rotas tecnológicas). A análise de umidade e seu comportamento cinético garantem a eficiência no sistema e a qualidade da amostra. A umidade do resíduo aqui estudado variou entre 5.07 e 11.29 %.

A Figura 3 apresenta a cinética de perda de massa da biomassa realizada às temperaturas de 40° C e 50 oC. Segundo os modelos observados, nas primeiras horas de secagem acontece um crescimento linear de perda de material. Durante as cinco primeiras horas de experimento o resíduo perdeu cerca de 43,1 % e 57,6 % de sua massa inicial nas temperaturas referenciadas, respectivamente. Após 20 horas a amostra se estabilizou com menos de 30 % da matéria inicial nos dois tratamentos empregados.

Figura 03. Cinética de perda de massa do Lodo residual: (a) secagem a 40° C e (b) secagem a 50° C.



Fonte: Os autores.

### 3.2 SISTEMA TERMOQUÍMICO

Os produtos obtidos por meio do processo termoquímico possuem maiores poderes energéticos que o material de origem e podem ser usados para abastecer o próprio processo ou serem comercializados como produtos químicos, solventes, combustíveis e outros produtos derivados da biomassa ou em outros usos relacionados à indústria petroquímica (Pedroza, 2011).

A Tabela 01 mostra os rendimentos das frações produzidas por meio do sistema de conversão termoquímica do lodo agroindustrial da soja em estudo.

Tabela 01. Rendimentos dos Produtos do Sistema Termoquímico (%).

| Lodo Agroresidual (Soja) | Rendimento (%) |
|--------------------------|----------------|
| Bio-óleo                 | 45,9           |
| Carvão                   | 9,7            |

Fonte. Autores (2018).

A fração sólida representada pelo carvão pode ser ativada e pode ser utilizado como filtro, aplicado para purificações de processos domésticos e industriais, assim como em ETAs (Carvalho, 2012), também pode ser utilizado como um sólido combustível (sem ativação) em caldeiras e fornos diversos.

O bio-óleo pode ter diversas aplicações industriais dependendo de sua composição química, que varia de acordo com a origem do lodo, mas no geral é constituído por hidrocarbonetos e ácidos graxos em proporções diferentes (Alexandre, 2013; Colen, 2011; Correia et al., 2012; Leal, 2010; Silva, 2012, Teixeira, 2014). Pode conter mais de 200 compostos identificados com alto valor energético e apresenta



ausência de compostos sulfurados, o que aponta para a possibilidade de aplicação como biocombustíveis.

Comercialmente, o bio-óleo pode ser utilizado como combustível em caldeiras, substituindo o óleo diesel, nas aplicações estáticas e na produção de calor, ligantes na fabricação de briquetes siderúrgicos, emulsões para asfalto, aditivos de gasolina e óleo diesel e na produção de produtos químicos. O rendimento de bio-óleo foi de 45,9 %. O pH do bio-óleo se situou em torno de 4,0. A densidade da fração líquida foi de 1,1 g/mL.

#### **4. CONCLUSÕES**

O lodo agroresidual pode ser aproveitado como fonte de energia a partir da aplicação do processo termoquímico devido sua disponibilidade proveniente de estação de tratamento na agroindústria da soja. O resíduo aqui estudado se apresenta como uma fonte alternativa em usos energéticos, devido suas características potenciais, principalmente pela produção de bio-óleo gerado no tratamento térmico.

O bio-óleo tem valor comercial e ambiental, e por se tratar de um biocombustível pode ser empregado como substituto do diesel. Por ser ambientalmente favorável, o aproveitamento energético e como produtos novos, mais sustentáveis tende a promover o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente e/ou pequenas empresas, por meio da criação de empregos e da geração de receita.

## REFERÊNCIAS

ASTM D 3173-85 - Standard Test of Humity. (1985).

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004. Resíduos sólidos – Classificação de Resíduos. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.007. Amostragem de Resíduos. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ALEXANDRE, G. P. Avaliação da produção de bio-óleo por termocatálise com óxido de cálcio de lodo de esgoto doméstico. 2013. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins,

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Conab: Safra de grãos supera recorde e pode chegar a 234 milhões de toneladas (2017). Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/graos/193177-safra-de-graos-supera-recorde-e-pode-chegar-a-234-milhoes-de-toneladas.html#.WTIpOOvyupo>>. Acessado em: 30 jun. 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: Conab, 2014. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em: 02 jun. 2014. In: Resumos Expandidos da XXXIV Reunião de Pesquisa de Soja. Agosto de 2014 - Londrina/PR. Produção de Soja no Estado do Tocantins: percepções iniciais sobre o sistema produtivo.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

CARVALHO, M. B. Avaliação do processo de ativação física e da capacidade de adsorção da fração sólida obtida a partir da pirólise de lodo de esgoto digerido doméstico. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2012.

COLEN, A. G. N. Caracterização físico-química e química do lodo de esgoto para aplicação como fonte de energia em processo de pirólise. 2011. 159 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2011.

CORREIA L. A. R. Estudo do proceso de pirólise para aproveitametno sustentável do lodo digerido doméstico. 2013. Dissertação de Mestrado em Agroenergia. 2013. 159 f. Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2013.

GATANI, M.P.; et al. Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim. Revista Matéria, v.18, n. 2, 2013.

GITE/EMBRAPA. Grupo de Inteligência Territorial Estratégica – Embrapa 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gite/projetos/matopiba/>>. Acessado em: 01 jun. 2017).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE prevê safra de grãos 6,8% menor em 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/19474-ibge-preve-safra-de-graos-6-8-menor-em-2018.html>> Acessado e: 11 jan. 2018.

LEAL, E. R. M. Aplicação do processo de pirólise lenta ao lodo de esgoto adicionado de óxido de cálcio e ferro para obtenção de bio-óleo combustível. 2010. 257 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2010.

PEDROZA, M. M.; Sousa, J. F.; Vieira, G. E. G.; Bezerra, M. B. D. Characterization of the products from the pyrolysis of sewage sludge in 1 kg/h rotating cylinder reactor. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. v. 105, p. 108-115, 2014.

PEDROZA, M.M. Bio-óleo e Biogás da degradação termoquímica de lodo de esgoto doméstico em cilindro rotativo. 2011. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

SANTOS, et al. 2015. Processamento da Soja (*Glycine max* (L.) Merrill): Um enfoque na qualidade de fabricação do óleo comestível. Monografia. Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade de Rio Verde, 2015.

SILVA, S. A. M. da. Confecção e avaliação de painéis de partículas de madeira de média densidade com aproveitamento de resíduos industriais. 2016. 1 CD-ROM. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/140269>>.

SILVA, L. C. A. Estudo do processo de pirólise de lodo de esgoto em reator de leito fixo em escala laboratorial. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2012.

TEIXEIRA, L. F. Estudo do processo de pirólise termocatalítica como alternativa ao aproveitamento de lodo de esgoto doméstico. 116f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2014.

USDA – United States Department of Agriculture. Foreign Agriculture Service (2017). Disponível em <http://usdabrazil.org.br/pt-br/dados-e-analises/>. Acessado em 04/09/2017.

# CAPÍTULO 19

AVALIAÇÃO DE BRIQUETES PRODUZIDOS A PARTIR DA MISTURA DE RESÍDUOS DE CASCA DA CASTANHA-DO-BRASIL (BERTHOLLETIA EXCELSA) E DA SERRAGEM DE JACARANDÁ (DALBERGIA SP.) PARA FINS ENERGÉTICOS.

## **Jairo Batista Dias**

Mestre em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia do Programa de Pós-Graduação – PPG CITA/Universidade Federal do Acre – UFAC.

Endereço: Estrada Dias Martins, 507, Residencial Saint Germain, apto 404, Jardim de Alah, Rio Branco/Acre. CEP: 69.915-522. Contato: (68) 9 9911-2930.

E-mail: jairobdias@gmail.com

## **Carlos Eduardo Garção de Carvalho**

Prof. Dr. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – CCBN/Universidade Federal do Acre – UFAC.

Endereço: Rua Maria Francisca Ribeiro, 174 – Residencial Calafate II, Bloco A06, apto. 303, Calafate, Rio Branco, Acre. CEP: 69.914-316. Contato: (68) 9 9238-2393.

E-mail: carlosgarcao.ufac@gmail.com

## **Patrícia Gomes Ribeiro Amorim**

Engenheira Florestal, Profa. Dra. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – CCBN/Universidade Federal do Acre – UFAC.

Endereço: Rodovia AC 10, 1528, Bloco 2 Apto. 4 – Condomínio Reserva do Bosque, Rio Branco, Acre. CEP: 69.921-282. Contato: (68) 9 9930-1313.

E-mail: patriciagomesribeiro@gmail.com

## **Edcarlos Miranda de Souza**

Prof. Dr. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – CCBN/Universidade Federal do Acre – UFAC.

Endereço: Rua Francisco Vieira, 48, Bairro Floresta Sul. CEP: 69.912-341.

E-mail: profedcarlos@hotmail.com

## **Nadma Farias Kunrath**

Mestre em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia.

Endereço: Rua Recanto Verde, 350 - Residencial Riviera Dei Fiori, Quadra 3 - Casa 21, Conjunto Mariana, Rio Branco/Acre. CEP: 96.919-182. (68) 99926-1545.

E-mail: nadfak@gmail.com

## **Délcio Dias Marques**

Prof. Dr. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – CCBN/Universidade Federal do Acre – UFAC.

Endereço: Rua Narciso José de Lima, 145, Guiomard Santos, Rio Branco/Acre, CEP: 69.901-399. Contato: (68) 9 8402-2040.

E-mail: delciomarques@globo.com

**RESUMO:** O presente estudo busca analisar o potencial energético, quanto da liberação de calor a partir da combustão de resíduos de biomassa, briquetados da casca da castanha-do-brasil misturados a serragem da madeira de jacarandá, sendo estes em modelos experimentais. Especificamente, analisou-se as características mecânicas e físico-químicas para aferição do potencial energético dos briquetes produzidos. As consecuições dos ensaios ocorreram por meio de um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) de um único fator com 11 tratamentos (escalonados na mistura das biomassas) e 5 repetições. Os parâmetros definidos para a produção dos briquetes foram: pressão de compactação de 15 toneladas, granulometria única de 7 mesh (tamanho dos grãos menores ou iguais a 2,83 mm), temperatura ambiente de 26 °C e tempo de prensagem de 120 segundos. Na caracterização mecânica identificou-se diferenças estatisticamente significativas a 5 % entre os tratamentos para o PCS e resistência à compressão, dos quais, em ambos identificou-se relação inversa entre as variáveis e a quantidade de casca da castanha-do-brasil. Dentre os tratamentos, T6 (50% de cada biomassa) apresentou o maior potencial energético. Quanto a análise imediata, obteve-se TU de 10,35 %, TC de 1,95 %, TMV de 79,66 % e TCF de 18,39 %, valores que coadunam com a literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Briquete. Biomassa. Serragem. Castanha-do-brasil.

**ABSTRACT:** The present study seeks to analyze the energy potential, as well as the heat release from the combustion of biomass residues, Brazil nut shell briquettes mixed with rosewood sawdust, which are in experimental models. The mechanical and physicochemical characteristics to measure the energy potential of the briquettes produced. The results of the assays were carried out by means of a one-factor Fully Randomized Design (DIC) with 11 treatments (staggered in the biomass mixture) and five replications. The parameters defined for the production of briquettes were compaction pressure of 15 tons, single mesh size of 7 mesh (grain size less than or equal to 2.83 mm), ambient temperature of 26 °C and pressing time of 120 seconds. The mechanical characterization identified statistically significant differences at 5 % between treatments for PCS and compressive strength, of which, in both, an inverse relationship between the variables and the amount of Brazil nut shell was identified. Among the treatments, T6 (50 % of each biomass) presented the highest energy potential. As for immediate analysis, TU of 10.35 %, TC of 1.95 %, TMV of 79.66 % and TCF of 18.39 % were obtained, values that are in line with the literature.

**KEYWORDS:** Briquette. Biomass. Sawdust. Brazil nuts.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o sistema energético internacional é fortemente dependente de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), cerca de 90% da matriz energética mundial se originam dessas fontes que no longo prazo tem efeitos colaterais degenerativos tanto do ponto de vista econômico, como ambiental e social (GUERRA e NOGUEIRA, 2008). Zhu, et al. (2011) destaca que os combustíveis fósseis, normalmente associados a emissões de CO<sub>2</sub>, e sua concentração na atmosfera, contribuem para o aquecimento global, mas também pela escassez desse tipo de fonte de energia.

De acordo com o Relatório da International Energy Agency (IEA), publicado em 2016, estima-se que até 2035 haja um aumento de 53 % do consumo de energia no mundo e as consequências do aumento do uso de combustíveis fósseis já é uma inquietação perene. No Brasil, somente em 2018 a produção e o consumo de energia no Brasil foram cerca de 288 e 255 Mtep (tep é tonelada equivalente de petróleo), respectivamente, e, esses dados representaram um decréscimo de 1,7 na produção e 1 % no consumo, em relação ao ano anterior (BEN, 2019).

O alto consumo de energia tem chamado atenção do futuro da humanidade tanto no que diz respeito à consciência ambiental, quanto sobre o esgotamento de recursos não renováveis, e vêm incentivando a busca por fontes alternativas de energia no mundo e naturalmente no Brasil (ANEEL, 2005).

A participação de fontes renováveis na matriz energética no mundo corresponde a 13,7 % em 2015, enquanto no Brasil correspondeu a 42,9 % em 2016, seguidos de 43 % em 2017 e 45,3 % em 2018, respectivamente. Nota-se que esta participação na matriz brasileira é uma das mais elevadas do mundo se mantendo ao longo dos anos e que cerca de 30 % das fontes renováveis existentes são provenientes de biomassa (BEN, 2019). O Brasil é um grande produtor florestal e agrícola devido a sua extensão territorial e os recursos que nele habita, com potencial de matéria orgânica que pode ser utilizada na produção de energia.

No entanto, sabe-se que a geração de energia a partir de resíduos de biomassa ainda não está consolidada, principalmente quanto à sua eficiência energética, obtenção e transporte. Isso porque os resíduos in natura apresentam algumas características que podem restringir seu uso direto como combustível, por exemplo: i) baixa densidade, ii) alto teor de umidade, iii) granulometria irregular, iv) baixo teor de carbono fixo, v) baixo poder calorífico, entre outros (PESSOA FILHO, 2013).

Uma das formas de utilização dessas biomassas é através da briquetagem, definida como sendo uma técnica surgida em 1848 que possibilitava a formação de aglomerados sólidos de tamanho e forma variados a partir de frações finais de qualquer tipo de carvão, por meio da pressão exercida sobre esse material (CARVALHO e BRINCK, 2010).

Conforme Rendeiro (2008), esta técnica é uma forma eficiente de concentrar energia disponível na biomassa, levando em consideração a densidade a granel e o poder calorífico obtido após o processo, e o resultado da compactação de resíduos de base lignocelulósico tem de 2 a 5 vezes mais densidade energética do que qualquer espécie de lenha. Nesse sentido, muitas pesquisas vêm se debruçando ao estudo desta técnica, sobretudo pela vantagem da redução do volume físico do material, o alto valor de capacidade calorífica por volume, das facilidades de transporte, do manuseio, da estocagem e da redução de área para estoque (SOARES, MORIS, et al., 2015).

No que tange as pesquisas que investigam o uso da técnica de briquetagem de biomassa, veja-se, Protásio (2014), Esteves, Abud e Barcellos (2015) e Pimenta et al., (2015) avaliaram o potencial energético de biomassas encontrados na Região Nordeste; Gonçalves, Sartori e Leão (2009), Felfli, Mesa, et al. (2011), Paula, Trugilho, et al. (2011) e Soares, Moris, et al. (2015) analisam o uso de resíduos facilmente obtidos na Região Sudeste; bem como Protásio et al. (2011) e Sellin, Oliveira, et al. (2013) ao avaliar os resíduos na Região Sul do Brasil; e Protásio, Alves et al. (2011) e Protásio (2014) com biomassa da Região Norte; e, Vale, Gentil, et al. (2007) ao avaliar casca de grãos de café e serragem na Região Centro Oeste.

Neste íterim, o aprofundamento dos estudos de biomassa como fonte de energia tornou-se imperativa, principalmente como alternativa mais econômica e sustentável. No caso do estado do Acre, identifica-se particularidades, por exemplo, extensas áreas cobertas por florestas tropicais primárias; solos de baixa fertilidade; extrativismo florestal; e, indústria de base florestal (ARAUJO, 2003), que denotam lacunas a serem exploradas nestes tipos de pesquisas.

Araujo (2003), incorpora ainda o baixo potencial para a produção de energia a partir de recursos hídricos no Acre, como também em grande parte da Região Amazônica, sobretudo em virtude de sua topografia plana, fazendo com que a energia gerada e consumida no estado provenha de usinas termoelétricas movidas a óleo

diesel. Além dos altos custos envolvidos, ainda se deve considerar o impacto ambiental gerado pelo uso dessa fonte não renovável.

Portanto, uma agenda de pesquisa em volta do aproveitamento das matérias primas potencialmente encontradas nas economias locais, tem sua relevância em contextos com tantas peculiaridades como no estado do Acre.

Neste escopo, identificou-se extensas áreas de castanheiras nativas, onde há uma grande produção e exportação da castanha-do-brasil. De acordo com o anuário ACRE (2017), de 2013 a 2015, o Acre ocupou a posição de maior produtor e exportador do país de castanha fresca, seca e com casca.

Além do mais, a maior parte do beneficiamento da castanha-do-brasil efetivadas no Acre, são realizadas pela Cooperativa Central de Comercialização Extrativista do Acre – COOPERACRE, com sede em Rio Branco (AC). Em visitas in loco, foi possível identificar a subutilização da casca da castanha-do-brasil que muitas vezes é aglomerada para outras finalidades, como por exemplo, insumo de fornalhas em olarias ou mesmo para paisagismo, e tal fato já justificaria a realização deste trabalho.

Outro produto com ênfase na economia local é a madeira, sendo que as indústrias existentes de serraria tipificam-se pelo baixo nível tecnológico, em que a ineficiência do processo produtivo gera grandes desperdícios de madeira, resultando em um elevado volume de resíduos, sendo seu aproveitamento parcial (ARAUJO, 2003).

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar o potencial energético, quando da liberação de calor a partir da combustão de resíduos de biomassa da casca da castanha-do-brasil misturados a serragem da madeira de jacarandá, estes briquetados em modelos experimentais para que, em momento futuro, estas análises possam contribuir de forma significativa às usinas em seus processos de geração e/ou cogeração de energia, tornando as biomassas estudadas como possíveis substitutas às fontes de energia atuais, tal como a própria madeira.

Especificamente, busca-se produzir briquetes a partir de duas biomassas distintas; analisá-los sob o ponto de vista de sua expansão longitudinal; realizar ensaios de compressão diametral; mensurar o poder de liberação de energia calorífica, bem como realizar a análise imediata da biomassa que compõe as amostras.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL DE EXECUÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada nas dependências da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC, situado no distrito industrial da cidade de Rio Branco – Acre, especificamente no Laboratório de Tecnologia da Madeira, no Laboratório de Ensaaios em Concreto e no Laboratório de Ensaaios em Materiais Cerâmicos.

Na Universidade Federal do Acre – UFAC, para a realização dos ensaios no calorímetro, foram utilizadas as dependências do Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vigilância Sanitária do Centro de Ciências Biológicas da Natureza – CCBN.

Por fim, para a realização dos ensaios de resistência à compressão diametral, nas amostras briquetadas, o ambiente foi o Laboratório do antigo Centro de Tecnologia da Madeira e do Mobiliário – CETEMM do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, atual Instituto SENAI de Tecnologia em Madeira e Mobiliário Carlos Takashi Sasai, também situado no Distrito Industrial da cidade de Rio Branco – Acre.

### 2.2 COLETA DOS RESÍDUOS

#### 2.2.1 CASCA DA CASTANHA-DO-BRASIL

Os resíduos foram coletados na Usina de Beneficiamento de castanhas-do-brasil da COOPERACRE, localizada às margens da BR-364, Parque Industrial da cidade de Rio Branco – Acre. Na ocasião, foram fornecidas pela Cooperativa um total de 08 (oito) sacas de 25 kg cada, de casca de castanha-do-brasil, as quais foram encaminhadas e armazenadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da FUNTAC. Tratou-se, portanto, de uma doação onde, de forma recíproca, a referida Cooperativa terá a oportunidade de conhecer os resultados deste trabalho, pelo fato do mesmo tornar-se público após a sua conclusão, o que trará benefícios à mesma, seja em ganho no potencial energético, seja na redução de custo na compra de insumos.

Importante salientar que por tratar-se de uma produção de origem extrativista, não há uma localização exata do ponto da coleta da castanha-do-brasil, mas sim uma região de coleta. Esta referida região, abrange uma grande extensão territorial, sendo em sua maior parte nos limites da Reserva Extrativista Chico Mendes. A RESEX, como é denominada esta reserva em questão, está contida nas regiões do entorno e dentro dos municípios de Rio Branco, Capixaba, Assis Brasil, Brasiléia, Epitaciolândia, Xapuri e Sena Madureira, todas no Estado do Acre.

Muito embora a reserva extrativista possa englobar parte destes municípios anteriormente mencionados, segundo informações da própria Cooperativa, em maioria quase que absoluta, os resíduos coletados e disponibilizados à pesquisa seriam oriundos de localidades pertencentes a 03 (três) municípios, sendo eles Brasília, Epitaciolândia e Xapuri.

### 2.2.2 MADEIRA

Os resíduos da madeira, foram coletados no Galpão dos Marceneiros Comunitários, sede da Cooperativa dos Moveleiros do Acre – COOPERMÓVEIS, localizado no Distrito Industrial de Rio Branco. Totalmente em regime de doação, esta coleta, em número de duas sacas de aproximadamente 25 kg cada, se deu de forma diferenciada. Extraiu-se essa segunda biomassa diretamente da máquina denominada tupia de mesa, na medida em que esta produzia seu resíduo, sendo, portanto, proveniente de uma única peça de madeira.

A madeira em questão foi identificada a nível de gênero denominado Dalbergia, mas sem identificação de espécie, muito embora haja indícios de tratar-se da espécie spruceana, única com registro na região utilizando-se o método comparativo com amostras da Xiloteca do Laboratório de Anatomia da Madeira, UFAC, campus Rio Branco.

### 2.2.3 PREPARAÇÃO DAS BIOMASSAS

As biomassas foram, separadamente, submetidas ao processo de inspeção visual e retiradas, manualmente, toda e qualquer impureza encontrada em seu meio. Em seguida, uma sacola plástica foi cuidadosamente conectada à boca de saída do desintegrador, da marca VENCEDORA MAQTRON, modelo B-609, com o propósito de que fosse feita a captação da biomassa já processada.

Assim, toda a massa utilizada na pesquisa possui tamanho médio de grão de 2,83 milímetros ou menos, uma vez que não foi realizado o reprocessamento da biomassa com uma segunda peneira para que fosse obtida uma definição de faixa granulométrica a trabalhar, daí a notação descrita nas tabelas como sendo maior ou igual a sete ( $\geq 7$  mesh).

Ao final da trituração, as duas biomassas resultantes dos processamentos foram devidamente pesadas, acondicionadas separadamente em sacos plásticos, identificadas e lacradas, tendo sido processadas 2 (dois) quilogramas de cada biomassa.

#### 2.2.4 CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DA CASTANHA-DO-BRASIL

A biomassa proveniente da casca da castanha-do-brasil, após submetida ao processo de trituração, foi classificada por meio de peneiramento mecânico, conforme prescrito na norma ABNT NBR 7217 (1987), ocasião em que foram utilizadas um número de cinco peneiras em sequência escalonada conforme abertura da malha. Dessa forma, por ocasião de estarem disponíveis as peneiras apresentadas a seguir, foram utilizadas as com abertura de malha de 20, 35, 60, 80 e 100 mesh, além do fundo.

A sequência de peneiras foi colocada em um agitador orbital de peneiras com batidas intermitentes no topo, modelo MA 750, com sistema de agitação mecânico orbital com 250 rpm fixa. Após agitação por 5 minutos as partes foram separadas conforme granulometria e devidamente pesadas. A porcentagem de resíduo retida nas peneiras é expressa pela equação (1):

$$M = (MR/MT) \cdot 100 \quad (1)$$

Onde: ( $M$ ) é o percentual do resíduo retida em cada peneira; ( $MT$ ) é a massa total da amostra; e ( $MR$ ) é a massa retida acumulada em cada peneira.

De acordo com Silva, Yamaji, et al. (2015), uma variável importante para a confecção de briquetes é a granulometria do material, que pode interferir na sua compactação, resultado em valores diferentes da força máxima suportada pelo material utilizado. Para esta pesquisa, utilizou-se a seguinte malha de abertura das peneiras: 20 mesh ( $> 0,841\text{mm}$ ), 35 mesh ( $0,500\text{mm}$ ), 60 mesh ( $0,250\text{mm}$ ), 80 mesh ( $0,210\text{mm}$ ), 100 mesh ( $0,149\text{mm}$ ) e fundo ( $< 0,149\text{mm}$ ).

#### 2.2.5 PRÉ-TESTES: PRINCIPAIS PARÂMETROS

No intuito de estabelecer as melhores condições para a formação dos briquetes, foram realizadas consultas em trabalhos pré-existentis acerca dos critérios de escolha dos parâmetros de produção empregados. Dentre eles, destaca-se, Kunrath (2016) como base teórica e lógica a proceder inicialmente no presente trabalho.

O primeiro parâmetro é o tamanho de cada amostra, que optou-se por 20 gramas. Na busca dos parâmetros, realizou-se pré-testes para determiná-los utilizando os melhores critérios, sobretudo na boa formação dos briquetes. Para isso,

levou-se em consideração: i) tempo de prensagem da biomassa dentro do molde; ii) utilização ou não de aglutinantes; iii) pressão mínima utilizada no processo de compactação; iv) teor de umidade da biomassa briquetada; v) utilização ou não de pré-aquecimento nos moldes metálicos; por fim, vi) tamanho da partícula (granulometria).

Após os testes realizados, definiu-se os parâmetros para a produção dos briquetes assim especificados: pressão de compactação de 15 toneladas, granulometria única de 7 mesh (tamanho dos grãos menores ou iguais a 2,83 mm), temperatura ambiente de 26 °C e tempo de prensagem de 120 segundos.

### **3. EXECUÇÃO DA PRODUÇÃO DOS BRIQUETES**

#### **3.1 PREPARAÇÃO DAS BIOMASSAS**

Para correção do teor de umidade, utilizou-se os métodos estabelecidos pela norma ABNT NBR 8112 (1986) destinada a análise imediata de carvão vegetal, considerando que não existe norma nacional para análise imediata de resíduos vegetais. Posteriormente, as biomassas tornaram a ser armazenadas em sacos plásticos devidamente lacrados e identificados e, por conseguinte, foram armazenadas dentro de dessecador com sílica gel, local no qual pernoitaram.

No dia seguinte, após apenas vinte horas no dessecador, as biomassas foram pesadas, fracionadas, misturadas e acondicionadas em sacos plásticos com lacre e, uma a cada vez, foram sendo identificadas conforme as concentrações pré estabelecidas.

#### **3.2 PRODUÇÃO DOS BRIQUETES**

As prensagens, no caso da produção dos briquetes para a pesquisa, foram realizadas nas dependências do Laboratório de Ensaio em Cerâmica da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC, em prensa hidráulica de marca EMIC, com capacidade limite de carga de 1.000 kN, com resolução de 0,1 kN e avanço regulável. Assim, produziu-se amostras de 11 tratamentos distintos, com 05 repetições, resultando 55 briquetes produzidos, conforme o esquema de tratamentos de variação da composição escalonadas entre as duas biomassas em relações inversas, apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 - Esquema de tratamentos para produção de briquetes.

| Tratamentos | Número de repetição | Pressão [t] | Granulometria [mesh] | Temperatura                                | Tempo de prensagem [s] | Simbologia do tratamento |
|-------------|---------------------|-------------|----------------------|--------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
|             |                     |             |                      | Sem pré-aquecimento [temperatura ambiente] |                        |                          |
| T1          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T1R1 ... T1R5            |
| T2          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T2R1 ... T2R5            |
| T3          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T3R1 ... T3R5            |
| T4          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T4R1 ... T4R5            |
| T5          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T5R1 ... T5R5            |
| T6          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T6R1 ... T6R5            |
| T7          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T7R1 ... T7R5            |
| T8          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T8R1 ... T8R5            |
| T9          | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T9R1 ... T9R5            |
| T10         | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T10R1 ... T10R5          |
| T11         | 5                   | 15          | $\geq 7$             | Ambiente [26 $\pm$ 1 °C]                   | 120                    | T11R1 ... T11R5          |

Fonte: Elaboração a partir dos dados da pesquisa.

## 4. CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DOS BRIQUETES PRODUZIDOS

### 4.1 EXPANSÃO LONGITUDINAL

A expansão longitudinal foi obtida por meio da aferição das dimensões diâmetro e altura dos briquetes com o auxílio de um paquímetro digital da marca Mitutoyo, de resolução igual a 0,01 mm, de acordo com o sugerido em Oliveira (2013), sendo a primeira medição logo após a produção dos briquetes, e as seguintes ao término das 24, 72 e 120 horas, respectivamente.

A expansão longitudinal ( $El$ ) dos briquetes foi calculada por meio da diferença entre o comprimento longitudinal da amostra após um determinado tempo da compactação ( $lf$ ) e o comprimento longitudinal da amostra logo após a compactação ( $lo$ ), dividido pelo comprimento longitudinal da amostra logo após a compactação ( $lo$ ), tudo multiplicado por cem, conforme a equação (2) a seguir:

$$El = ((lf - lo) / lo) \cdot 100 \quad (2)$$

Onde: ( $El$ ) é dado em [%]; ( $lo$ ) é dado em [mm]; e ( $lf$ ) em [mm].

Para as características de expansão longitudinal, foram analisadas as variações em três intervalos distintos, e um quarto como sendo a totalidade dos intervalos, sendo eles: i) de 0h-24h (de zero até as vinte e quatro horas); ii) de 24h-72h (de vinte e quatro até as setenta e duas horas); iii) de 72h-120h (de setenta e duas até as cento e vinte horas) e; iv) de 0h-120h (de zero até cento e vinte horas).

#### 4.2 DENSIDADE APARENTE

Ao término das 120 horas pós-produção dos briquetes, aferiu-se a massa de cada amostra por meio da balança analítica de marca Shimadzu, modelo AY 220 com resolução de 0,0001g. As medidas correspondentes à altura e ao diâmetro foram aferidas com um paquímetro digital, da marca Mitutoyo e resolução de 0,01mm, sendo realizadas três medições em posições diferentes para a altura e para o diâmetro.

O cálculo do volume foi realizado considerando a forma geométrica da amostra como sendo um cilindro circular reto. Desta forma, o cálculo do volume do briquete (*Volbr*) foi realizado multiplicando a constante ( $\pi$ ) ao diâmetro ( $\varnothing$ ) do briquete, este último elevado ao quadrado, vezes a altura do briquete ( $h$ ), dividido por (4), dividindo tudo por (1000), conforme equação (3) a seguir:

$$Volbr = ((\pi \cdot \varnothing^2 \cdot h) / 4) / 1000 \quad (3)$$

Onde: (*Volbr*) é dado em [cm<sup>3</sup>]; ( $\pi$ ) é uma constante determinada pela razão entre o perímetro de um círculo e o seu diâmetro, podendo ser considerada como sendo igual a 3,1416 (sendo uma constante, sua unidade é dada de forma adimensional); ( $\varnothing$ ) é dado em [mm]; e ( $h$ ) é dado em [mm].

Após a determinação do volume do briquete, calculou-se a densidade aparente do briquete ( $\rho_a$ ) que é a razão entre a massa do briquete ( $m$ ) e o volume do briquete (*volbr*), conforme a equação (4) a seguir:

$$(\rho_a) = (m) / (volbr) \quad (4)$$

Onde: ( $\rho_a$ ) é dado em [g·cm<sup>-3</sup>]; ( $m$ ) é dado em [g]; e (*volbr*) em [cm<sup>3</sup>].

### 4.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DIAMETRAL

Com metodologia orientada pela norma COPANT 464 (1972), específica para madeira, já configurada no equipamento, realizou-se o ensaio nas 55 amostras, 45 dias após a compactação da massa, no SENAI/CETEMM, utilizando uma máquina universal de ensaios (EMIC), com capacidade máxima de 10.000 kgf (100 kN), modelo DL 10.000. Utilizou-se uma célula de carga de capacidade de 200 kgf, disponível no momento do trabalho, e velocidade de ensaio de 3,0 mm · min<sup>-1</sup>. O resultado foi processado por um software acoplado ao equipamento.

### 4.4 PODER CALORÍFICO

Para a determinação do poder calorífico das biomassas briquetadas, seguiu-se a metodologia descrita pela norma da ABNT NBR 8633 (1984), utilizando-se o calorímetro de combustão do Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vigilância Sanitária do Centro de Ciências Biológicas da Natureza – CCBN.

Primeiro, inseriu-se em média de 0,33 g de matéria, isenta de umidade no interior de uma capsula denominada bomba calorimétrica. Ato contínuo, acoplou-se a bomba no interior do calorímetro adiabático de marca IKA e modelo C-200, ocorrendo a combustão em 8 minutos após todos os parâmetros serem inseridos no equipamento pelo operador. Como resposta, o equipamento fornece os valores, em calorias por grama [cal·g<sup>-1</sup>] diretamente no visor do calorímetro, equivalente à unidade [kcal·kg<sup>-1</sup>].

### 4.4 DENSIDADE ENERGÉTICA

A densidade energética ( $\rho_e$ ) é a quantidade de energia por unidade de volume de uma biomassa (PESSOA E FILHO, RENDEIRO, 2008; RODRIGUES, 2009). De outra forma, o produto da densidade aparente ( $\rho_a$ ) com o poder calorífico superior (PCS) também fornece a densidade energética, conforme a equação (5):

$$(\rho_e) = (\rho_a) \cdot (PCS) / (1.000.000) \quad (5)$$

Onde: ( $\rho_e$ ) é dado em [cal·m<sup>-3</sup>]; ( $\rho_a$ ) é dado em [g·cm<sup>-3</sup>]; e (PCS) em [kcal·kg<sup>-1</sup>].

## 5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BIOMASSAS BRIQUETADAS

### 5.1 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Baseado na norma ABNT NBR 8112 (1986), as amostras foram separadas em porções de 5,0 g por meio de verificação em balança analítica da marca Shimadzu, modelo AY 220, com resolução de 0,0001g e, posteriormente acondicionadas em cadinho cerâmico sem tampa, em regime de triplicatas. Em seguida, foram colocados os cadinhos com as biomassas dentro da estufa de secagem da marca QUIMIS, com circulação de ar, sendo posteriormente ajustada de forma a obter  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  de temperatura, pelo período de 120 minutos.

Ao término deste tempo, as amostras foram resfriadas em dessecador com sílica gel por 15 minutos, ou até que sua temperatura torne-se mais amena para manipulação. Em seguida, pesou-se a biomassa. Essas operações de aquecimento e resfriamento foram sistematicamente repetidas até atingir peso constante ou até que a diferença do percentual de perda de umidade de uma mesma amostra seja inferior a 1,5 %. Dessa forma, de acordo com a equação (6) a seguir:

$$(TU) = ((M0 - M1) / M0) \cdot 100 \quad (6)$$

Onde: (TU) é teor de umidade dado em [%]; (M0) é a massa inicial da amostra em [g]; e (M1) é a massa final da amostra em [g].

### 5.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MATERIAIS VOLÁTEIS

Baseado na norma ABNT NBR 8112 (1986), a determinação do teor de materiais voláteis das biomassas, as amostras isentas de umidade são separadas em porções de 1,0 g por meio de verificação em balança analítica da marca Shimadzu, modelo AY 220, com resolução de 0,0001g e, posteriormente acondicionadas em cadinhos cerâmicos com tampa, em regime de triplicatas e, posicionadas na porta do forno mufla, marca QUIMIS, onde este deverá ser previamente aquecido a uma temperatura de  $900^\circ\text{C}$ , com tolerância de mais ou menos  $10^\circ\text{C}$ , permanecendo nesta posição por 3 minutos.

Ato contínuo, o cadinho foi posicionado dentro do forno mufla com a porta fechada e permaneceu desta forma por 7 minutos. Após esse processo, o material foi resfriado em dessecador com sílica gel, até massa constante ou até que a diferença



relativa entre os valores dos teores de materiais voláteis do mesmo resíduo seja inferior a 2 %.

O teor de material volátil ( $TV$ ) foi calculado por meio da diferença entre a massa inicial do cadinho mais a amostra de biomassa ( $M_i$ ) e a massa final do cadinho mais a biomassa da amostra ( $M_f$ ), dividido pela massa da amostra seca ( $M$ ), tudo multiplicado por cem, conforme equação (7) a seguir:

$$(TV) = ((M_i - M_f) / M) \cdot 100 \quad (7)$$

Onde: ( $TV$ ) é dado em [%]; ( $M_i$ ) é dado em [g]; ( $M_f$ ) é dado em [g]; e ( $M$ ) em [g].

### 5.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CINZAS

Baseado na norma ABNT NBR 8112 (1986), para a determinação do teor de cinzas das biomassas, as amostras isentas de umidade e de materiais voláteis foram separadas em porções de 1,0 g por meio de verificação em balança analítica da marca Shimadzu, modelo AY 220, com resolução de 0,0001g e, posteriormente acondicionadas em cadinhos cerâmicos sem tampa, em regime de triplicatas e, posicionadas no interior do forno mufla, marca QUIMIS, onde este foi previamente aquecido a uma temperatura de 700 °C, com tolerância de mais ou menos 10 °C, permanecendo nesta posição por 30 minutos com a porta do forno aberta e mais 30 minutos com a porta do forno fechado, até que a calcinação ocorresse completamente.

Em seguida, foram retirados os cadinhos da mufla e colocados em dessecador com sílica gel para esfriar e depois pesado para determinação da massa final. O processo

$$(CZ) = ((M_1 - M_0) / M) \cdot 100 \quad (8) \quad \text{foi}$$

sistematicamente repetido até que se atingiu peso constante ou até que, segundo a norma ABNT NBR 8112 (1986), a diferença relativa entre os valores de teor de cinza do mesmo resíduo seja inferior a 10 %.

Dessa maneira, o teor de cinzas ( $CZ$ ) foi calculado por meio da diferença entre a massa do cadinho mais a biomassa residual após a combustão ( $M_1$ ) e a massa do cadinho ( $M_0$ ), dividido pela massa da biomassa residual seca ( $M$ ), tudo multiplicado por cem, conforme equação (8) a seguir:

Onde:  $(CZ)$  é dado em [%];  $(M0)$  é dado em [g];  $(M1)$  é dado em [g]; e  $(M)$  em [g].

#### 5.4 IDENTIFICAÇÃO DO TEOR DE CARBONO FIXO

A determinação do carbono fixo ( $CF$ ), refere-se à fração de carvão que se queima no estado sólido e é calculado subtraindo-se de 100 % a soma dos teores de cinzas ( $CZ$ ) e o teor de voláteis ( $TV$ ), conforme a equação (9) a seguir:

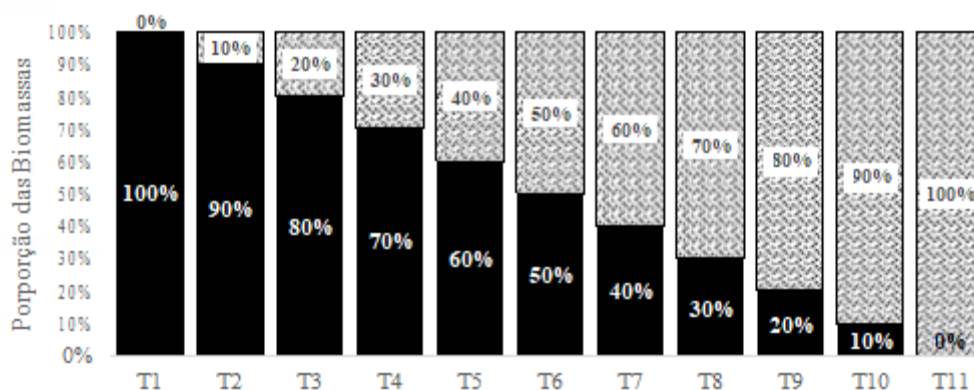
$$(CF) = 100 - (CZ + TV) \quad (9)$$

Onde:  $(CF)$ ,  $(CZ)$  e  $(TV)$  são dados em [%].

#### 5.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para a confecção dos briquetes foram utilizados a composição entre as duas biomassas em 11 proporções distintas com apenas 1 dimensão granulométrica de ( $\geq 7$  mesh), conforme apresentado no Gráfico 1. O primeiro tratamento (T1) e o último tratamento (T11) corresponde às composições únicas de biomassa de casca da castanha-do-brasil e serragem de madeira, respectivamente, como testemunhas. No esquema delineado, os briquetes foram reproduzidos com cinco repetições por tratamento, o que totalizou 55 unidades amostrais.

Gráfico 01 - Esquema da composição dos tratamentos para confecções dos briquetes.



Serragem de Madeira (%) Casca da Castanha-do-Brasil (%)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para consecução dos ensaios, os resultados aferidos foram tabulados e organizados por meio de planilhas eletrônicas e as respectivas análises foram realizadas por meio do software estatístico Minitab 19.0.

Os efeitos dos tratamentos experimentais foram analisados por meio de um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) de um único fator com 11 níveis (tratamentos) e 5 repetições, de acordo com o modelo:

$$y_{ij} = m + ti + \varepsilon_{ij} \quad (10)$$

Onde: ( $y_{ij}$ ) é o valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento ( $i$ ), na repetição ( $j$ ); ( $m$ ) é uma constante comum a todas as unidades experimentais; ( $ti$ ) é o efeito tratamento ( $i$ ); e, ( $\varepsilon_{ij}$ ) é o erro aleatório (resíduo).

Para testar a hipótese de que as médias de dois ou mais tratamentos eram iguais, utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) a um nível de significância de 5%. Neste caso, a hipótese nula afirma que todas as médias dos tratamentos são iguais, enquanto a hipótese alternativa afirma que pelo menos uma é diferente. Nos casos em que o teste F indicou diferença estatística entre o efeito dos tratamentos, realizou-se o teste de comparação múltipla de Tukey com o mesmo nível de significância.

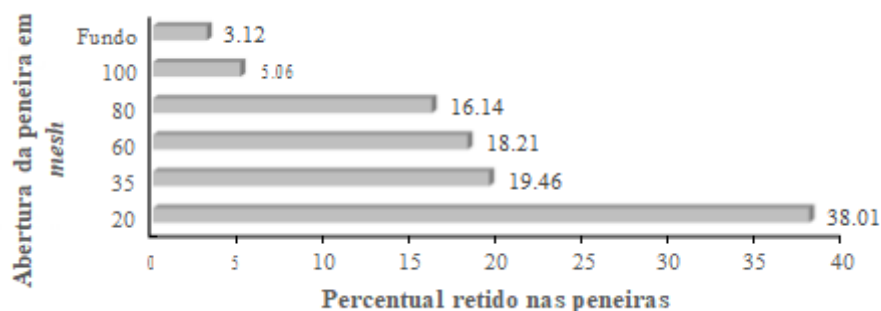
Para complementar os testes, optou-se também por um teste não paramétrico (teste sem distribuições) sempre que a pressuposição de normalidade dos resíduos fosse afetada. Para contornar estes problemas, realizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para determinar as medianas de dois ou mais grupos diferem estatisticamente a um nível de significância de 5 %.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 TRATAMENTO MECÂNICO DA BIOMASSA

O Gráfico 02 apresenta a classificação granulométrica da casca da castanha-do-brasil pós processo de trituração:

Gráfico 02 - Porcentagem da casca da castanha-do-brasil retidos nas peneiras.



Fonte: Elaboração a partir dos dados da pesquisa.

Os materiais acumulados na peneira de 20 mesh e no fundo foram os que apresentaram os maiores e menores percentuais, sendo de 38,01 e 3,12, respectivamente. Já o segundo maior percentual de resíduos acumulado foi na peneira de 35 mesh (19,46 %), seguidos da peneira de 60 mesh (18,21 %), 80 mesh (16,14 %) e 100 mesh (5,06 %). Protásio, Alves, et al. (2011) ressaltam que as diferenças na granulometria da biomassa após a trituração, devem-se provavelmente decorrentes das características iniciais (naturais/estruturais) dos resíduos.

Nesse sentido, constatou-se que a distribuição granulométrica da biomassa, dado as peneiras disponíveis, apresentaram diferenças discretas entre as peneiras de 35, 60 e 80 mesh. Portanto, esse comportamento, provavelmente, deve-se ao caráter pouco fibroso da biomassa, admitindo então que as partículas possuam certa fragilidade, acarretando no momento da trituração que as lâminas do triturador desempenhem papel semelhante a de um moinho de varas ou esferas. Esse comportamento confere ao particulado uma maior homogeneidade.

## 6.1 CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DOS BRIQUETES

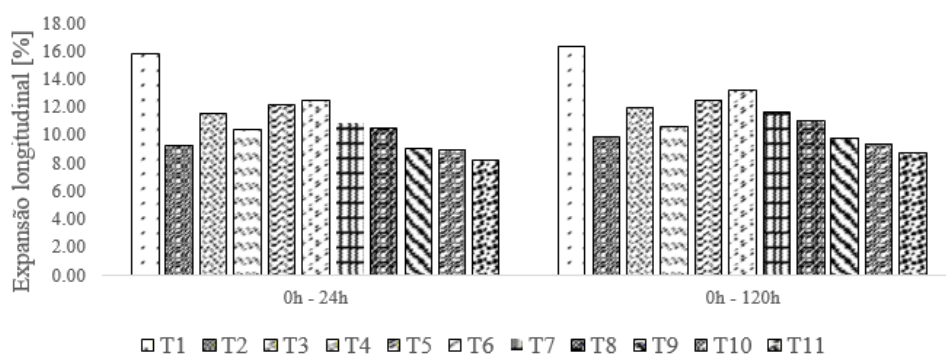
### 6.1.2 EXPANSÃO LONGITUDINAL

O Gráfico 3 apresenta o comportamento das variações da expansão longitudinal dos briquetes ao longo do intervalo (0h-24h) e para a totalidade dos intervalos (0h-120h) em função dos tratamentos amostrais utilizados.

Verificou-se que no intervalo de 0h-24h, a variação mínima e máxima encontrada entre os tratamentos foi de 8,24 % e 15,83 %, respectivamente. Comparativamente, no intervalo que representa a totalidade dos intervalos, de 0h-120h, a variação mínima e máxima encontrada entre os tratamentos foi de 8,69 e 16,33 %, respectivamente. Com relação ao comportamento médio da variação dos

tratamentos para os intervalos de 0h-24h e 0h-120h, esses foram de 10,83 % e 11,35 %, respectivamente. Os mesmos intervalos assumiram coeficientes de variações de 19,83 e 18,97, com desvio padrão de 2,148 e 2,154.

Gráfico 03 - Expansão longitudinal em função do tempo (0h-24h e 0h-120h) e dos tratamentos.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se que as maiores expansões longitudinais dos tratamentos ocorreram nas primeiras 24 horas, visto que ao término das 120h, elas representaram quase que a totalidade da variação ocorrida nas 24 horas iniciais. Isso porque nos intervalos intermediários (24h-72h e 72h-120h), as variações médias foram menores, conforme averigua-se comparando as escalas entre os dois gráficos.

Outrossim, observa-se que as maiores expansões se deram nos briquetes do tratamento T6 (13,22 %), enquanto que as menores expansões ocorreram nos briquetes T10 (9,36 %), sendo os tratamentos ordenados quanto à sua expansão da seguinte maneira: T6 > T5 > T3 > T7 > T8 > T4 > T2 > T9 > T10. Maior expansão dos briquetes indica que não ocorreu uma boa adesão entre as partículas, o que pode influenciar na resistência mecânica dos briquetes (CHISOSTOMO, 2011).

A compactação dos resíduos e a expansão longitudinal é influenciada pela granulometria utilizada para confecção dos briquetes (FERNANDEZ, GONÇALVES, et al., 2017). Observando a classificação granulométrica do material, no que tange o tamanho de partícula utilizada para confecção dos briquetes (Gráfico 02), tem-se que a maior parte da biomassa ficou retida na peneira de 20 mesh (partículas maiores).

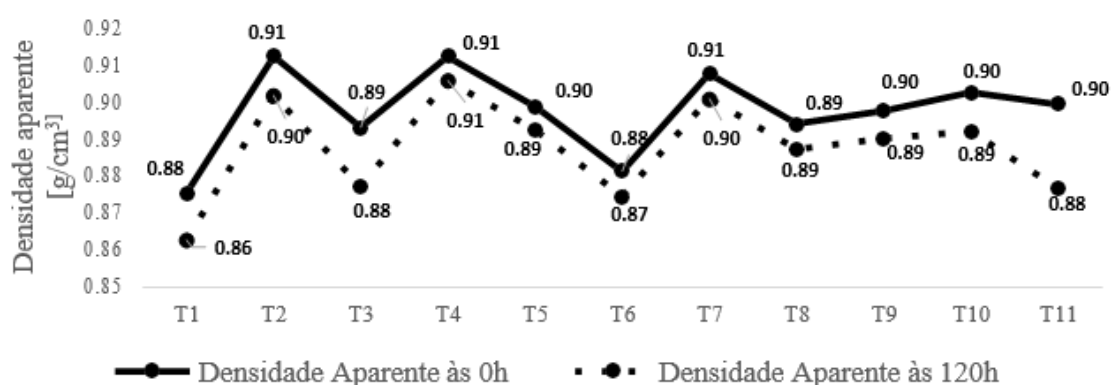
Contudo, conforme apontado por Fernandes et al. (2007), vale salientar que a expansão dos briquetes não é apenas influenciada pelo tamanho da partícula do material compactado, mas também há outros fatores que devem interferir no

processo, como por exemplo, a característica das fibras (comprimento, espessura de parede) e os constituintes das fibras (celulose, hemicelulose e lignina).

### 6.1.3 DENSIDADE APARENTE

O Gráfico 04 apresenta os valores médios da densidade aparente dos briquetes, em g/cm<sup>3</sup>, por tratamento, considerando o tempo após compactação.

Gráfico 04 - Valores médios da densidade aparente para 0h e 120h em função dos tratamentos.



Fonte: Dados da Pesquisa.

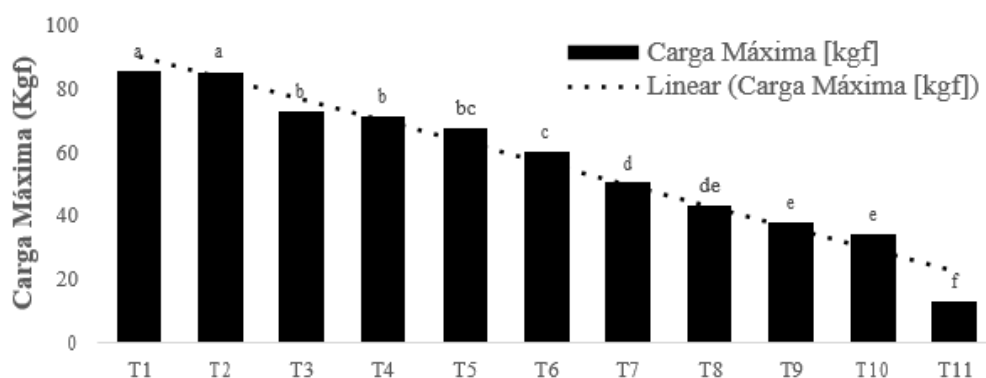
Observa-se que a densidade aparente média às 0h e 120h, foram de 0,89 e 0,88, com coeficiente de variação de 1,29 % e 1,50 %, respectivamente. As variações entre o tempo de avaliação dos briquetes não foram significativas a 5 % pelo Teste F. Em outras palavras, os tratamentos analisados apresentaram estatisticamente a mesma média de densidade aparente.

Dias, Souza, et al. (2012) ressaltam que a análise da densidade aparente é de suma importância para a compactação, uma vez que quanto maior a densidade, maior a razão energia/volume. Além do mais, destaca que produtos de alta densidade são desejáveis em termos de transporte, armazenamento e manuseio. Ainda os autores, asseveram que, em geral, a densidade aparente dos briquetes variam entre 0,5 e 1,2 g.cm-3 e no caso em comento, obteve-se valores mínimo e máximo de 0,863 e 0,906, respectivamente, com destaque para o T4 (30 % de casca de castanha-do-brasil), seguidos de T2 (10 % de casca de castanha-do-brasil) e T7 (60 % de casca de castanha-do-brasil). Veja-se que estes resultados para T4, T2 e T7, poderão influenciar na qualidade dos briquetes produzidos devido à acomodação das partículas no momento da compactação. Por outro lado, T1 (100 % de casca de castanha-do-brasil) foi o que apresentou menor valor médio de densidade aparente.

#### 6.1.4 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DIAMETRAL

O Gráfico 5 apresenta o comportamento da resistência à compressão diametral em função dos tratamentos amostrais desta pesquisa, observou-se que as médias diferem estatisticamente ao nível de significância de 5 % pelo teste F e pelo teste Kruskal-Wallis. Além disso, pelo teste de médias (Tukey) foram realizados para identificar quais os tratamentos diferem entre si.

Gráfico 05 - Resistência à compressão diametral dos briquetes em função dos tratamentos.



\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem a 5 % de significância pelo Teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se uma relação inversa entre a resistência a compressão e a quantidade de casca da castanha-do-brasil adicionada ao tratamento, como denota a linha de tendência (linha pontilhada). Pode-se inferir que a serragem tem maior efeito para melhorar as propriedades mecânicas dos briquetes moldados devido, provavelmente, à estrutura de pequenas fibras presentes na serragem da madeira (SOARES, MORIS, et al., 2015).

Sabe-se que tanto as fibras de serragem quanto a casca da castanha-do-brasil são materiais lignocelulósicos, ou seja, possuem em sua composição lignina, celulose, polioses, além de extrativos e cinzas de sais minerais. A lignina é a principal responsável pela resistência mecânica das plantas ao dobramento e impacto, além da celulose, e no caso estas características são mais presentes nas fibras de serragem do que nas cascas da castanha-do-brasil (SOARES, MORIS, et al., 2015).

Além disso, os resultados foram estatisticamente distintos e, no geral, para os 11 tratamentos avaliados, obteve-se carga máxima entre 13,06 kgf (T11) a 85,42 kgf (T1), com média de 56,49 kgf, coeficiente de variação de 40,49% e desvio padrão de 22,87.

Nota-se que T1 e T2 foram os briquetes com maior resistência à compressão, contudo, sabendo que o tratamento T1 é uma das testemunhas, possuindo 100% de serragem em sua composição, considera-se, portanto, T2 como sendo o tratamento com melhor resposta ao ensaio com valor médio de 85,28 kgf.

Uma possível explicação para este resultado estaria no valor da densidade aparente (PAULA et al., 2011), no entanto, não é possível inferir esta relação, uma vez que os tratamentos não diferiram estatisticamente, conforme Gráfico 4. Outra explicação estaria na escolha da granulometria, uma vez que ela influencia na aglomeração das partículas e, conseqüentemente, nas propriedades físico-mecânicas dos briquetes (QUIRINO e BRITO, 1991).

Normalmente, as pesquisas na área costumam utilizar os chamados “finos” granulométricos, ou seja, tamanhos de grãos a partir de 35 mesh, todavia, comercialmente tornaria o processo de briquetagem mais oneroso já que depreenderia mais energia no processo.

Por outro lado, excetuando o T11 (testemunha), tem-se que T8, T9 e T10 não diferiram estatisticamente, mas foram os de menor compressão diametral. Ressalta-se que esses resultados não desclassificam esses tratamentos para a produção de energia, apenas indicam aprofundamento dos estudos (PROTÁSIO, ALVES, et al., 2011).

#### 6.1.5 PODER CALORÍFICO

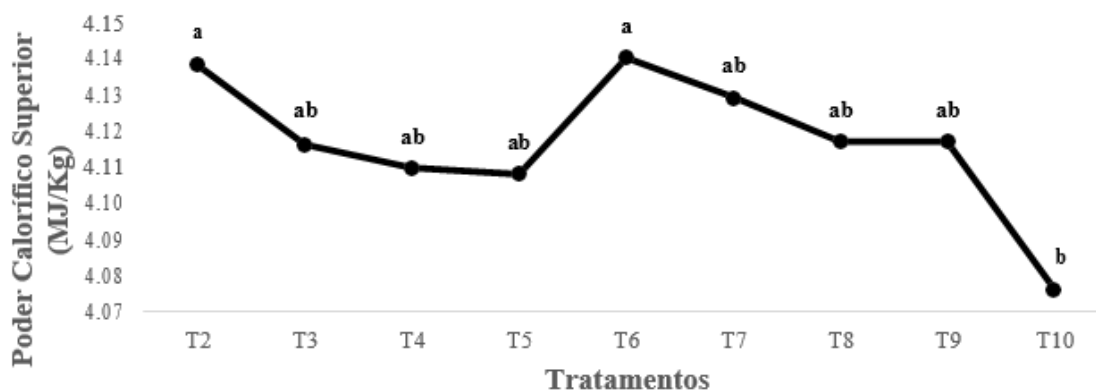
O poder calorífico é um excelente parâmetro para se avaliar a potencialidade energética de combustíveis de biomassas (PROTÁSIO, ALVES, et al., 2011). Pelo teste de Tukey verificou-se que apenas T1 diferia estatisticamente das demais médias de tratamentos. Sabendo que tanto T1 quanto T11 representam as testemunhas do experimento, dos quais o reserva a condição de extremidades (outliners) fazendo com que a ANOVA perdesse seu poder sensível de teste.

Outlier é uma observação que apresenta um grande afastamento das demais da série e normalmente implica em prejuízos de interpretação dos resultados de testes estatísticos aplicados a amostra. Para contornar tal situação, excluíram-se as testemunhas e realizou-se a ANOVA e o teste Tukey para identificar tratamentos que diferem entre si. O Gráfico 06 apresenta tais resultados, no qual verificou-se p-valor igual 0,04, portanto, as médias dos tratamentos diferem estatisticamente a um nível de significância de 5 %, no mais, realizou-se o teste de médias (Tukey) para inferir sobre a magnitude das diferenças entre os tratamentos.



É possível inferir que o PCS tem uma relação inversa com a quantidade de casca da castanha-do-brasil utilizada nos tratamentos, ou seja, na medida que há um incremento do percentual da biomassa proveniente da casca da castanha-do-brasil, há um decaimento do PCS. Em geral, o PCS varia em torno de 4,14, em média, com coeficiente de variação de 2,46% e desvio padrão de 0,10.

Gráfico 06 - Poder calorífico sem incluir as testemunhas (T1 e T11).



\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem a 5% de significância pelo Teste de Tukey.

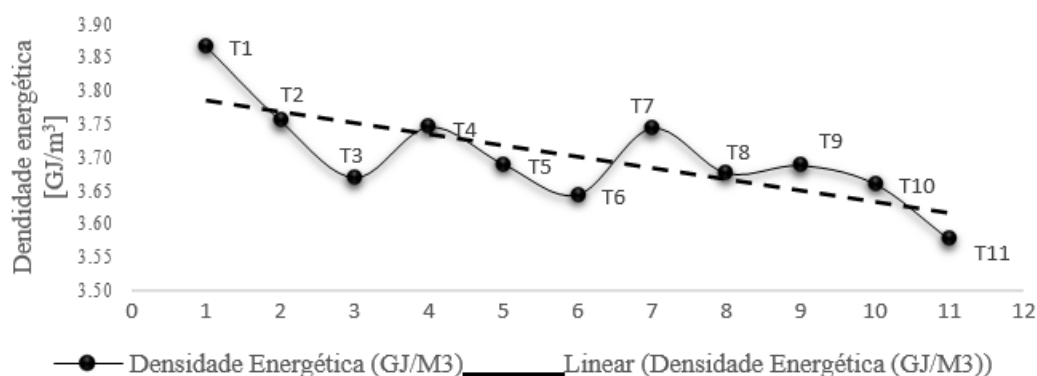
Fonte: Dados da Pesquisa.

Analisando o efeito entre os tratamentos, observa-se que T6 (50 % casca da castanha- do-brasil) tem PCS significativamente mais elevado do que T10 (90 % casca da castanha-do- brasil). Além disso, verifica-se que T3, T4, T5, T7, T8 E T9 foram estatisticamente iguais a 5 % de significância pelo teste de Tukey. Esse resultado é um indicativo da superioridade de T6 como potencialidade energética.

#### 6.1.6 DENSIDADE ENERGÉTICA

O Gráfico 07 apresenta os valores médios encontrados na determinação da Densidade Energética dos briquetes para cada tratamento. Na análise da variância entre os tratamentos, observou-se que médias não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5 % pelo teste da F, todavia, encontrou-se diferença significativa 5 % pelo teste Kruskal-Wallis (teste não paramétrico).

Gráfico 07 - Densidade energética em função dos tratamentos.



\* Médias dos tratamentos não diferem entre si a 5% de significância pelo Teste F.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Examina-se que a densidade energética entre as médias dos tratamentos, variou de 3,56 GJ/m<sup>3</sup> a 3,84 GJ/m<sup>3</sup>, com coeficiente de variação de 2,04 % e desvio padrão de 0,075. Portanto, pelas estatísticas descritivas, análoga as análises de densidade aparente, já se percebe que não houve grandes variações entre os tratamentos, o que coaduna com o resultado do teste F pela aceitação da hipótese nula de que os tratamentos possuem médias iguais.

#### 6.1.7 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS BRIQUETES

A Tabela 02 apresenta os resultados da análise química imediata, Teores de Umidade (TU), Teores de Materiais Voláteis (TMV), Teores de Cinza (TC), Teores de Carbono Fixo (TCF) e, Poder Calorífico Superior (PCS). Na análise da variância entre os tratamentos, observou-se que médias não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5 % pelo teste da F.

Observa-se que das propriedades químicas dos briquetes oriundos das biomassas aqui analisadas, os valores médios foram muito próximos entre eles, com coeficientes de variação em torno de 1 % a 5 %. Também, observou-se desvio padrão muito próximo de zero, o que indica homogeneidade dos resultados. Tais apontamentos corroboram com os resultados dos Testes F não significativos a um nível de significância a 5 %.

Tabela 02 - Análise imediata e poder calorífico superior dos briquetes.

| Tratamentos            | TU (%)      | TC (%)     | TMV (%)     | TCF (%)     | PCS (MJ/Kg) |
|------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| T1                     | 10,209<br>2 | 1,735<br>6 | 84,473<br>3 | 13,791<br>0 | 4,4383      |
| T2                     | 10,226<br>2 | 1,922<br>3 | 84,303<br>3 | 13,774<br>3 | 4,1382      |
| T3                     | 10,260<br>2 | 1,786<br>7 | 84,010<br>0 | 14,203<br>3 | 4,1162      |
| T4                     | 10,275<br>5 | 1,925<br>0 | 84,003<br>3 | 14,071<br>7 | 4,1098      |
| T5                     | 10,275<br>6 | 1,989<br>7 | 83,816<br>7 | 14,193<br>7 | 4,1081      |
| T6                     | 10,350<br>3 | 1,976<br>7 | 83,653<br>3 | 14,370<br>0 | 4,1402      |
| T7                     | 10,360<br>0 | 2,000<br>0 | 83,496<br>7 | 14,503<br>3 | 4,1293      |
| T8                     | 10,451<br>1 | 2,080<br>1 | 82,270<br>0 | 15,649<br>9 | 4,1170      |
| T9                     | 10,474<br>1 | 2,008<br>0 | 83,156<br>7 | 14,835<br>3 | 4,1170      |
| T10                    | 10,498<br>8 | 2,010<br>0 | 83,146<br>7 | 14,843<br>3 | 4,0763      |
| T11                    | 10,502<br>6 | 2,008<br>5 | 82,973<br>3 | 15,018<br>2 | 4,0540      |
| Estatística Descritiva |             |            |             |             |             |
| Média                  | 10,35       | 1,95       | 83,57       | 14,48       | 4,14        |
| Mediana                | 10,35       | 1,99       | 83,65       | 14,37       | 4,12        |
| *CV (%)                | 1,08        | 5,28       | 0,78        | 3,92        | 2,46        |
| Desvio Padrão          | 0,11        | 0,10       | 0,65        | 0,57        | 0,10        |
| Máximo                 | 10,50       | 2,08       | 84,47       | 15,65       | 4,44        |
| Mínimo                 | 10,21       | 1,74       | 82,27       | 13,77       | 4,05        |
| Correlação com PCS     | -0,55       | -0,71      | 0,65        | -0,60       | 1,00        |

\* CV= coeficiente de variação.

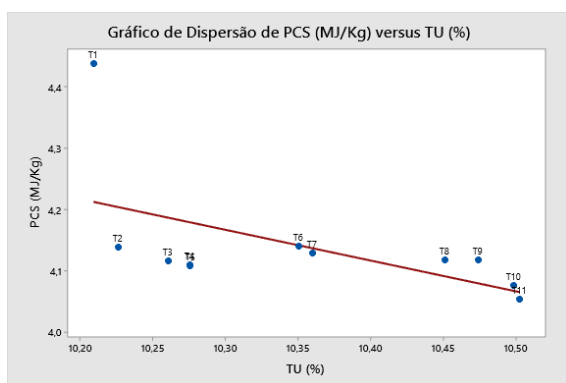
Fonte: Dados da Pesquisa.

No que tange ao teor de umidade, infere-se um valor médio entre os tratamentos de 10,35 %, valor este condizente com a literatura especializada que apontam as características típicas de briquetes com teores de umidade em torno de 10 % a 12 % (NOGUEIRA e RENDEIRO, 2008; DIAS, SOUZA, et al., 2012; VIRMOND, SENA, et al., 2012).

Uma correlação negativa de (-0,55) foi identificada entre o TU e o PCS, confirmando o que prediz a literatura de que altos teores de umidade contribuem para a diminuição do PCS. Além disso, verifica-se que quanto maior a porcentagem da casca da castanha-do-brasil nos tratamentos, maior o teor de umidade, conforme o Gráfico 8 que apresenta esta relação.

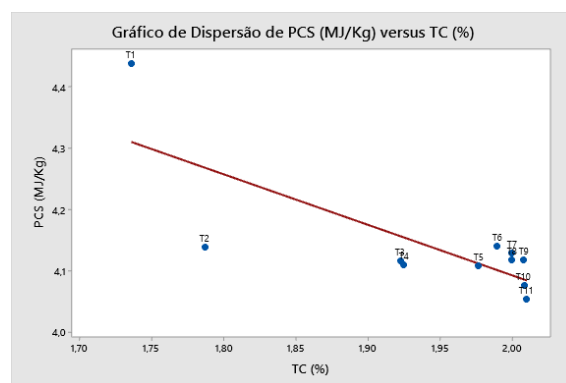
Quanto ao teor de cinzas, averigua-se um valor médio entre tratamentos de 1,95 %, também condizente com a literatura que estima em torno de 2 % (DIAS, SOUZA, et al., 2012). Importante aqui destacar que análogo ao teor de umidade, quanto maior o teor de cinzas maior seria sua contribuição para a diminuição do Poder Calorífico Superior (PCS). Assim sendo, aferiu-se uma correlação negativa de (-0,71), ratificando a literatura (QUIRINO e BRITO, 1991), conforme demonstrado no Gráfico 09.

Gráfico 08 - Dispersão do PCS em função do TU



Fonte: Dados da Pesquisa.

Gráfico 09 - Dispersão do PCS em função do TC



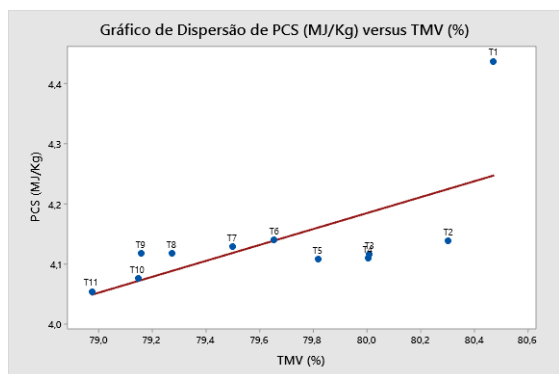
De acordo com Quirino e Brito (1991), a elevada correlação inversa entre o teor de cinzas e o poder calorífico é explicado pelo fato da cinza ser material de origem mineral, não-orgânica, inerte e não-combustível, e, o poder calorífico depender de material orgânico presente no combustível.

Portanto, tendo o teor de cinzas ficado em torno de 2 % e o teor de umidade abaixo de 12 %, estes resultados combinados são bons indicativos da aplicabilidade das biomassas em processos termoquímicos, tendo em vista que valores acima destes reduzem a energia disponível no combustível, bem como ocasionam problemas operacionais no processo de combustão (NOGUEIRA e RENDEIRO, 2008; DIAS, SOUZA, et al., 2012; VIRMOND, SENA, et al., 2012).

Quanto ao teor de materiais voláteis, deduz-se um valor médio em torno de 79,66 %, que também condiz com a literatura especializada em biomassas amazônicas, dos quais preconiza a variação em torno de 50 % a 80 % (NOGUEIRA e RENDEIRO, 2008). Adiciona-se a análise a correlação linear positiva entre PCS e TMV de (+0,65), conforme evidenciado no Gráfico 10.

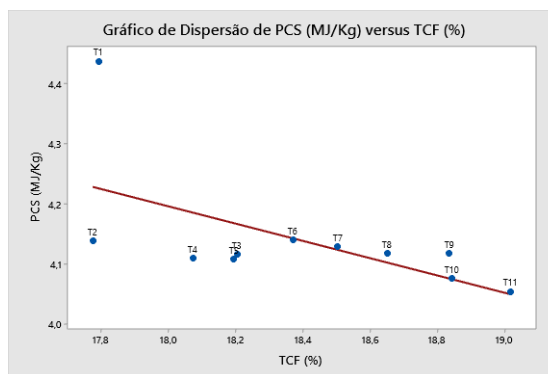
Sabe-se que quanto maior o teor de material volátil, maior a velocidade de queima e menor a estabilidade da chama, e nestes casos, portanto, valores acima dos desejáveis poderiam diminuir o poder calorífico dos tratamentos.

Gráfico 10 - Dispersão do PCS em função do TMV.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Gráfico 11 - Dispersão do PCS em função do TCF.



Por fim, no que se refere o teor de carbono fixo constata-se valores médios em torno de 18,39 %, com coeficiente de variação 2,30 %. Tais valores coadunam com os valores de Nogueira e Rendeiro (2008), que encontraram para a casca da castanha-do-brasil carbono fixo em torno de 27,1 %. Esta média entre os tratamentos estão abaixo da literatura especializada que denota um valor desejável de 20-30 % que implica numa queima mais fácil e rapidamente consumível durante a combustão (NOGUEIRA e RENDEIRO, 2008).

Também se extraiu que a correlação entre o PCS e o TCF foi negativa em (-0,60), indicando uma relação inversa entre eles, conforme verifica-se no Gráfico 11 que apresenta essa relação. Visualmente observa-se, que o PCS diminui mesmo com o aumento do TCF, o que pode ser atribuído ao comportamento dos materiais voláteis, que possuem entre outros elementos o hidrogênio que possui um bom poder calorífico, mas quando é eliminado junto a outros materiais voláteis causaria uma redução do PCS (FARIAS, 2012).

## 7. CONCLUSÕES

A confecção dos briquetes foi realizado por meio de um Delineamento Inteiramente Casualizado com 5 repetições, sendo o fator de variação o percentual das biomassas, com correção de umidade (na faixa de 10 a 12 % conforme a literatura), com granulometria maior ou igual a 7 mesh (grãos menores ou iguais a 2,83 mm), tempo de prensagem de 120 segundos (2 minutos) e pressão de prensagem de 15 toneladas.

Na caracterização mecânica foram realizadas análise das seguintes propriedades: expansão longitudinal, densidade aparente, poder calorífico superior, densidade energética e resistência à compressão. As propriedades densidade aparente e densidade energética apresentaram resultados estatisticamente não significativos a um nível de confiança de 95%, enquanto o poder calorífico superior e resistência à compressão, pelo menos uma das médias diferiram estatisticamente entrem si.

Na análise do poder calorífico superior averiguou-se que decai na medida em que há um incremento do percentual da casca da castanha-do-brasil, ou seja, há uma relação inversa, variando entre 4,14 a 4,05 kJ/kg. Dentre os tratamentos, o tratamento T6 (50 % de cada biomassa) se mostrou estatisticamente mais elevado denotando elevado potencial energético em comparação aos demais.

Quanto a resistência à compressão, também observou uma relação inversa entre a propriedade e o percentual de casca da castanha-do-brasil utilizado nas amostras. Dentre os tratamentos, T6 foi o terceiro maior com 60,20 kgf, também denotando qualidade do produto, já que representa os esforços compressivos na estocagem e no transporte. Na caracterização físico-química foram realizados por meio da análise imediata, ou seja, determinação dos teores: umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo.

Os resultados apontam em torno de 10,35 % para teor de umidade, de 1,95 % para teor de cinzas, de 79,66 % para teor de materiais voláteis e, 18,39 %, em que ambos coadunam com os valores encontrados na literatura científica (QUIRINO e BRITO, 1991; NOGUEIRA e RENDEIRO, 2008; DIAS et al., 2012; VIRMOND et al., 2012).

Em síntese, através dos experimentos realizados, pode-se afirmar a possibilidade de aplicação do uso da casca da castanha-do-brasil para briquetagem, sem necessidade de aglutinantes (ou ligante) para a formação de briquetes em prensa hidráulica e sem utilização de aquecimentos. Os resultados do PCS são favoráveis ao reaproveitamento da casca da castanha-do-brasil, devido ao potencial energético dos briquetes contendo esses resíduos, notadamente quando acrescido de serragem na proporção 1:1 (Tratamento T6).

No entanto, ressalta-se a necessidade do aprofundamento de pesquisas relacionadas às propriedades como a densidade aparente e densidade energética, a fim de obter melhores insights, principalmente para ser implementado nas indústrias como valor comercial.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 7217. **NBR 7217: Determinação da composição granulométrica.** [S.l.]. 1987.
- ABNT NBR 8112. **NBR 8112: Carvão vegetal - Análise Imediata - Método de ensaio.** [S.l.]. 1986.
- ABNT NBR 8633. **NBR 8633: Determinação do poder calorífico.** [S.l.]. 1984.
- ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica.** Agência Nacional de Energia Elétrica. [S.l.]. 2005.
- ARAUJO, H. J. B. D. **Aproveitamento de resíduos das indústrias de serraria do Acre para fins energéticos.** Embrapa - Acre. Rio Branco, p. 38p. 2003.
- BEN. **Balanco Energético Nacional.** Ministério de Minas e Energia. Brasília. 2019.
- CARVALHO, A. D.; BRINCK, V. Briquetagem. In: LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratament de Minérios.** 5ª Edição. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. Cap. 16, p. 683-702.
- CHISOSTOMO, W. **Estudo da compactação de resíduos lignocelulósicos para utilização como combustível sólido.** Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) - Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, p. 80. 2011.
- COPANT 464. **COPANT 464: Maderas: método de determinacion de la compresión axial o paralela al grano.** [S.l.]. 1972.
- DIAS, J. M. C. D. S. et al. Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, adroindustriais e florestais. **Embrapa Agroenergia - Documentos (INFORTECA-E),** Brasília, 2012.
- ESTEVES, M. R. L.; ABUD, A. K.; BARCELLOS, K. M. Avaliação do potencial energético das cascas de coco verde para aproveitamento na produção de briquetes. **Scientia Plena,** 2015.
- FARIAS, F. O. M. **Caracterização de biomassas brasileiras para fins de aproveitamento energético.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 113. 2012.
- FELFLI, F. F. et al. Biomassa briquetting and its perspectives in Brazil. **Biomass and Bionergy,** 2011. 236-242.
- FERNANDEZ, B. O. et al. Características Mecânicas e Energéticas de Briquetes Produzidos a partir de Diferentes Tipos de Biomassa. **Revista Virtual de Química,** 9, 2017. 29-38.
- GONÇALVES, J. E.; SARTORI, M. M. P.; LEÃO, A. L. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de Eucalyptus grandis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, 2009. 657-661.
- GUERRA, R. S.; NOGUEIRA, M. F. M. Caracterização da Geração de Energia Elétrica na Amazônia. In: RENDEIRO, G., et al. **Combustão e Gasificação de Biomassa Sólida - Soluções Energéticas para a Amazônia.** 1ª Edição. ed. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. Cap. Capítulo 1, p. 19-28.



KUNRATH, N. F. **Avaliação de briquetes produzidos a partir da casca de coco do mumuru (*Astrocaryum spp*) para diferentes fins energéticos**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Acre. Rio Branco, p. 101. 2016.

NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, G. Caracterização energética da biomassa vegetal. In: RENDEIRO, G., et al. **Combustão e Gasificação de Biomassa Sólida - Soluções Energéticas para a Amazônia**. [S.I.]: Ministério de Minas e Energia, 2008. p. 52-63.

OLIVEIRA, R. R. L. D. **Moldagem de briquetes com finos de carvão vegetal aglutinados com parafina: caracterização de algumas propriedades**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, p. 80. 2013.

PAULA, L. E. D. R. E. et al. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, 2011. 103-112.

PESSOA FILHO, J. S. **Análise Térmica e Energética de Briquetes de Capim Braquiária**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Urberlândia, Urbelândia, p. 110. 2013.

PIMENTA, S. et al. Utilização de resíduos de coco (cocos nucifera) carbonizado para a produção de briquetes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 2015. 137-144.

PROTÁSIO, T. D. P. **Biomassa residual do coco babaçu: Potencial de uso bioenergético nas regiões norte e nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras. Lavras. P. 173. 2014.

PROTÁSIO, T. D. P. et al. Compactação de biomassa vegetal visando à produção de biocombustíveis sólidos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, 31, 2011. 273-283.

QUIRINO, W. F.; BRITO, J. O. **Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal**. Brasília: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1991.

RENDEIRO, G. Combustão e Gasificação de Biomassa Sólida. In: \_\_\_\_\_ **Soluções energéticas para a Amazônia**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. p. 193.

RENDEIRO, G. Pré-tratamento da biomassa. In: RENDEIRO, G., et al. **Combustão e Gasificação de Biomassa Sólida - Soluções Energéticas para a Amazônia**. 1ª Edição. ed. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. Cap. Capítulo 4, p. 64-72.

RODRIGUES, T. O. **Efeitos da torrefação no condicionamento de biomassa para fins energéticos**. Universidade de Brasília. [S.I.], p. 82. 2009.

SILVA, D. A. D. et al. Caracterização de biomassas para a briquetagem. **Floresta**, 45, n. n. 4, 2015. 713-722.

SOARES, L. D. S. et al. Utilização de Resíduos de Borra de café e Serragem na Modelagem de Briquetes e Avaliação de Propriedades. **Revista Matéria**, 2015. 550-560.

VALE, A. T. et al. Caracterização energética e rendimento da carbonização de resíduos de grãos de café (*Coffea arabica*, L) e de madeira (*Cedrelinga catenaeformis*). **Duke CERNE**, 13, n. 4, 2007. 416-420.

VIRMOND, E. et al. Characterisation of agroindustrial solid residues as biofuels and potential application in thermochemical processes. **Waste Management**, 32, October 2012. 1952-1961.

ZHU, X. et al. Challenges and models in supporting logistics system design for dedicated biomass based bioenergy industry. **Bioresource Technology**, 2011. 1344-1351.

# CAPÍTULO 20

## ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO PARA TIPOS DIFERENTES.

### **Tarcisio Barcellos Bellinaso**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Pesquisas Hidráulicas - UFRGS/IPH.

Endereço: Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale, Porto Alegre/RS.

E-mail: [tarcisiobellinaso@gmail.com](mailto:tarcisiobellinaso@gmail.com)

### **Vania Elisabete Schneider**

Universidade de Caxias do Sul - Instituto de Saneamento Ambiental - UCS/ISAM

Endereço: Av. Getúlio Vargas, 1130 - Campus da Cidade Universitária, Caxias do Sul/RS.

E-mail: [veschnei@ucs.br](mailto:veschnei@ucs.br)

**RESUMO:** Este trabalho teve como propósito realizar a estimativa das perdas médias anuais de solo (A) para as condições da parcela padrão de Wischmeier para diferentes tipos de solos do Estado do Rio Grande do Sul. Foram estimadas as perdas de solo das unidades de mapeamento São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS), São Pedro (Estação Experimental de Silvicultura - Santa Maria/RS), Passo Fundo (Embrapa/CNPT - Passo Fundo/RS) e Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS). Foram relacionados os índices de erosividade médio anual da chuva (fator R -  $EI_{30}$ ) com os índices de erodibilidade do solo (fator K) e estimado as perdas médias anuais do solo esperados para as condições da parcela padrão. Também foram confeccionados curvas de perdas de solo (A) com o índice de erosividade da chuva (R -  $EI_{30}$ ) e perdas de solo (A) com a intensidade da chuva (i), para valores de erosividade e intensidade de chuva, respectivamente, iguais a 10, 20, 40, 60, 80 e 100 MJ.mm/ha.h e mm/h.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perdas de solo; Parcela de Wischmeier; USLE.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to estimate the average annual soil losses (A) for the conditions of the standard Wischmeier plot for different soil types in the State of Rio Grande do Sul. The soil losses of the mapping units were estimated from the São Jerônimo (EEA - Guaíba / RS), São Pedro (Experimental Station of Silviculture - Santa Maria / RS), Passo Fundo (Embrapa / CNPT - Passo Fundo / RS) and Santo Ângelo CTC - Ijuí / RS). The mean annual rainfall erosivity indices (factor R -  $EI_{30}$ ) with soil erodibility indices (factor K) were estimated and estimated the average annual soil losses expected for the conditions of the standard plot. Soil loss curves (A) with rainfall erosivity index (R -  $EI_{30}$ ) and soil losses (A) with rainfall intensity (i) were also made for erosivity and rainfall, respectively, equal to 10, 20, 40, 60, 80 and 100 MJ.mm/ha.h and mm/h.

**KEYWORDS:** Loss of soil; Portion of Wischmeier; USLE.

## 1. INTRODUÇÃO

A estimativa das perdas médias anuais de solo (A) para as condições da parcela padrão de Wischmeier foram feitas para diferentes tipos de solos do Estado do Rio Grande do Sul considerando-se as unidades de mapeamento: São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS); São Pedro (Estação Experimental de Silvicultura - Santa Maria/RS); Passo Fundo (Embrapa/CNPT - Passo Fundo/RS); e; Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS).

Os índices de erosividade médio anual da chuva (fator R -  $EI_{30}$ ) foram relacionados com os índices de erodibilidade do solo (fator K) e estimadas as perdas médias anuais do solo esperadas para as condições da parcela padrão. Foram confeccionadas ainda as curvas de perdas de solo (A) com o índice de erosividade da chuva (R -  $EI_{30}$ ) e perdas de solo (A) com a intensidade da chuva (i), para valores de erosividade e intensidade de chuva, respectivamente, iguais a 10, 20, 40, 60, 80 e 100 MJ.mm/ha.h e mm/h.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A parcela padrão também chamada parcela unitária ou parcela de Wischmeier é definida por Wischmeier (1959) como parcelas experimentais com 3,5 metros de largura por 22,1 metros de comprimento, sendo definida como a distância entre dois terraços, tendo uma área total de 77,35 m<sup>2</sup> e com 9 % de declive uniforme, em solo descoberto continuamente e sistema de preparo convencional (uma aração + duas gradagens do solo) no sentido de declive e mantida livre de cultura ou resíduos, permanentemente em pousio.

A parcela padrão proporciona a máxima perda de solo, servindo para realização de chuvas naturais ou simuladas. Esta parcela é importante por ser referência para estudos de perdas de solo, uma vez que é utilizada uma condição de máxima perda de solo. A parcela de Wischmeier é utilizada como parâmetro em experimentos de campo de conservação do solo, para estudos de erosão hídrica a partir da Equação Universal de Perda de Solo (USLE), calculada pela seguinte equação 1:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

Onde:

A - é a perda de solo calculada por unidade de área (t/ha.ano);

*R* - é o índice de erosividade da chuva ou o fator energético da chuva (MJ.mm/ha.h.ano);

*K* - é o índice de erodibilidade do solo (t.h/MJ.mm);

*LS* - é o fator topográfico ou o fator conjunto comprimento de rampa e grau de declive do terreno;

*C* - é o fator de uso e manejo do solo;

*P* - é o fator de práticas conservacionistas ou fator de práticas de controle de suporte.

A parcela padrão deve ser mantida em condições para o monitoramento e coleta dos dados de campo por um período mínimo de dois anos. A parcela de Wischmeier funciona como comparativo de parcelas experimentais com dimensões, declives, manejo do solo e da cultura diferenciado, ou seja, para que os resultados obtidos com determinados tratamentos realizados em parcelas que não tenham as mesmas dimensões e declividades da parcela padrão, possam ser corrigidas e comparadas sobre diferentes condições.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi realizado para os solos das unidades de mapeamento São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS), São Pedro (Estação Experimental de Silvicultura - Santa Maria/RS), Passo Fundo (Embrapa/CNPT - Passo Fundo/RS) e Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS), apresentado na Figura 01.

Figura 01 - Mapa com as localidades de Guaíba/RS, Santa Maria/RS, Passo Fundo/RS e Ijuí/RS para obtenção do índice de erodibilidade do solo.



Fonte: Os autores.

### 3.2 - OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE EROSIVIDADE DA CHUVA (R)

#### 3.2.1 MÉTODO $EI_{30}$ PROPOSTO POR WISCHMEIER (1959)

No método  $EI_{30}$  a obtenção da energia cinética da chuva foi obtida através da metodologia proposta por Wischmeier (1959), conforme é apresentado na equação 2.

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log_{10} I \quad (2)$$

Onde:

$E_c$  - energia cinética por mm de chuva, em MJ/ha.mm;

$I$  - Intensidade de chuva, em mm/h.

O índice de erosividade da chuva  $El_{30}$  obtido em MJ.mm/ha.h, foi determinado utilizando a equação 3:

$$El_{30} = E_c \times I_{30} \quad (3)$$

Onde:

$El_{30}$  - índice de erosividade da chuva, em MJ.mm/ha.h;

$E_c$  - energia cinética por mm de chuva, em MJ/ha.mm;

$I_{30}$  - intensidade máxima da chuva no período de 30 minutos, em mm/h.

O índice de erosividade da chuva  $El_{30}$  foi desenvolvido por Wischmeier (1959) com base em dados de parcelas padrões em condições típicas de chuvas americanas, isto é, em condições típicas de chuvas nos Estados Unidos de clima temperado.

### 3.3 OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE ERODIBILIDADE DO SOLO (K)

#### 3.3.1 MÉTODO DIRETO: SOB CHUVA NATURAL

As parcelas experimentais com 22 metros de comprimento e com 9% de declive são instaladas em solo descoberto e preparado convencionalmente no sentido do declive e coletando-se os dados por longos períodos de 15 a 20 anos, temos como determinar o índice de erodibilidade do solo (K) pela equação 4.

$$K = \frac{A}{R} \quad (4)$$

Onde:

$K$  - corresponde ao índice de erodibilidade do solo, em t.ha.h/ha.MJ.mm;

$A$  - representa as perdas de solo, em t/ha/ano; e;

$R$  - é a erosividade média anual das chuvas, em MJ.mm/ha.h.ano.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - ESTIMATIVA DAS PERDAS MÉDIAS ANUAIS DE SOLO (A)

A obtenção do índice de erosividade da chuva (fator  $R - El_{30}$ ) foi obtida através do método proposto por Wischmeier (1959). Na Tabela 01 são apresentados os valores absolutos mensais do índice de erosividade da chuva das localidades Guaíba/RS, Ijuí/RS e Passo Fundo/RS. O valor anual do fator  $R$  para Santa Maria/RS utilizado foi de 6.506 MJ.mm/ha.h.

Tabela 01 - Valores absolutos mensais do índice  $El_{30}$  (MJ.mm/ha.h).

|     | Guaíba/RS <sup>1</sup> |      |         | Ijuí/RS <sup>2</sup> |      |         | Passo Fundo/RS <sup>3</sup> |      |         |
|-----|------------------------|------|---------|----------------------|------|---------|-----------------------------|------|---------|
| Mês | $El_{30}$              | (%)  | (%) ac. | $El_{30}$            | (%)  | (%) ac. | $El_{30}$                   | (%)  | (%) ac. |
| Jan | 752                    | 11,8 | 11,8    | 643                  | 7,3  | 7,3     | 605                         | 8,1  | 8,1     |
| Fev | 1046                   | 16,4 | 28,1    | 1314                 | 15,0 | 22,3    | 1186                        | 15,8 | 23,9    |
| Mar | 855                    | 13,4 | 41,5    | 751                  | 8,6  | 30,9    | 843                         | 11,3 | 35,2    |
| Abr | 166                    | 2,6  | 44,1    | 579                  | 6,6  | 37,5    | 207                         | 2,8  | 38,0    |
| Mai | 189                    | 3,0  | 47,0    | 394                  | 4,5  | 42,0    | 335                         | 4,5  | 42,4    |
| Jun | 739                    | 11,6 | 58,6    | 802                  | 9,1  | 51,1    | 554                         | 7,4  | 49,8    |
| Jul | 376                    | 5,9  | 64,5    | 224                  | 2,6  | 53,7    | 323                         | 4,3  | 54,2    |
| Ago | 357                    | 5,6  | 70,0    | 632                  | 7,2  | 60,9    | 548                         | 7,3  | 61,5    |
| Set | 363                    | 5,7  | 75,7    | 714                  | 8,1  | 69,0    | 448                         | 6,0  | 67,5    |
| Out | 278                    | 4,3  | 80,1    | 756                  | 8,6  | 77,6    | 458                         | 6,1  | 73,6    |
| Nov | 354                    | 5,5  | 85,6    | 642                  | 7,3  | 84,9    | 666                         | 8,9  | 82,5    |
| Dez | 922                    | 14,4 | 100     | 1322                 | 15,1 | 100     | 1311                        | 17,5 | 100     |
|     | 6397                   | 100  |         | 8773                 | 100  |         | 7484                        | 100  |         |

<sup>1</sup> 1968 a 1976/1977 (9 anos e 6 meses)

<sup>2</sup> 1963 a 1975 (13 anos)

<sup>3</sup> 1966 a 1977 (12 anos)

Fonte: Os autores.

Neste trabalho, foi utilizado como critério para alta erosividade anual 13.000MJ.mm/ha.h e para baixa erosividade anual 4.000 MJ.mm/ha.h. O índice de erodibilidade do solo (fator K) foi determinado através do método direto, isto é, com método sob chuva natural. Na Tabela 02 são apresentados os resultados do índice de erodibilidade do solo (K) estimados com aqueles obtidos a campo, isto é, sob chuva natural.

Tabela 02 - Resultados do índice de erodibilidade do solo (K) obtidos através do método direto (Chuvas naturais).

| Unidade de mapeamento | Método direto Chuvas naturais (K) (t.ha.h/ha.MJ.mm) |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| São Jerônimo          | 0,033                                               |
| São Pedro             | 0,039                                               |
| Passo Fundo           | 0,020                                               |
| Santo Ângelo          | 0,009                                               |

Fonte: Os autores.



Na Tabela 03 são apresentados os valores das estimativas das perdas médias anuais de solo para as condições da parcela padrão de Wischmeier, para diferentes tipos de solo do Estado do RS.

Tabela 03 - Estimativas das perdas médias anuais de solo (A) para as condições da parcela padrão para diferentes tipos de solo do Estado do Rio Grande do Sul.

| Unidade de mapeamento                    | Índice de erosividade da chuva (R) (MJ.mm/ha.h) | Índice de erodibilidade do solo (K) (t.ha.h/ha.MJ.mm) | Perda de solo $A = (R \cdot K)$ (t/ha) |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS)           | 6397                                            | 0,033                                                 | 211,101                                |
| São Pedro (EES - Santa Maria/RS)         | 6506                                            | 0,039                                                 | 253,734                                |
| Passo Fundo (EMBRAPA/CNPT - Passo Fundo) | 7484                                            | 0,020                                                 | 149,68                                 |
| Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS)             | 8773                                            | 0,009                                                 | 78,957                                 |

Onde:

R - Índice de erosividade da chuva ( $EI_{30}$ );

K - Índice de erodibilidade do solo; e;

A - Perda de solo, em t/ha.

Fonte: Os autores.

## 4.2 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As perdas de solo (A) por erosão hídrica variam diretamente com o índice de erodibilidade do solo (K), ou seja,  $A \propto K$ . Isso significa que, em termos práticos, um solo com o índice de erodibilidade do solo igual a 0,040 terá uma perda de solo duas vezes maior do que um solo com o índice de erodibilidade igual a 0,020, se submetidos à mesma chuva. Solos com altos valores do índice de erodibilidade do solo são, por isso, os que sofrem muito da erosão, se medidas para protegê-las não forem tomadas a tempo.

Conforme é apresentado na Tabela 03, os índices de erosividade da chuva para as localidades de Passo Fundo/RS e Ijuí/RS são maiores comparados com as localidades de Guaíba/RS e Santa Maria/RS, pois, isso se deve as características da chuva de cada região, essencialmente intensidade e duração da chuva.

Nos solos São Jerônimo e São Pedro as perdas de solo são em função do índice de erodibilidade do solo, pois, a textura do solo é arenosa, portanto mais suscetível a erosão.

Nos solos Passo Fundo e Santo Ângelo as perdas de solo são em função do índice de erosividade da chuva (R), isto é, o índice de erosividade da chuva é alto para Passo Fundo e Santo Ângelo com 7484 MJ.mm/ha.h e 8773 MJ.mm/ha.h, respectivamente.

Podemos concluir a importância do fator K, que depende das características que afetam a desagregação, o transporte e a infiltração de água no solo, tais como, textura, porcentagem de argila, teor de matéria orgânica e umidade, conferindo uma maior ou menor vulnerabilidade e susceptibilidade do solo que um determinado solo tem em resistir ao trabalho, causado pela energia cinética do impacto da gota da chuva, no caso da erosão hídrica.

Verifica-se pela bibliografia existente que as perdas de solo (A) variam diretamente com o índice de erosividade ( $EI_{30}$ ) da chuva, isto é,  $A \propto EI_{30}$  e com o quadrado da intensidade (i) da chuva ( $A \propto i^2$ ). Com isso, foram confeccionados as relações das perdas de solo (A) com o índice de erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ), conforme apresentado na Tabela 4 e Figura 2 e as perdas de solo (A) com a intensidade da chuva (i), conforme apresentado na Tabela 5 e Figura 3, isto para valores de erosividade e intensidade de chuva, respectivamente, iguais a 10, 20, 40, 60, 80 e 100 MJ.mm/ha.h e mm/h. Foi arbitrado que o valor inicial 10 é correspondente a perda de solo de 2 t/ha.

Tabela 04 - Relação das perdas de solo (A) com índice de erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ).

| $EI_{30}$<br>(MJ.mm/ha.h) | Perda de solo (A)<br>(t/ha) |
|---------------------------|-----------------------------|
| 10                        | 2                           |
| 20                        | 4                           |
| 40                        | 8                           |
| 60                        | 12                          |
| 80                        | 16                          |
| 100                       | 20                          |

Tabela 05 - Relação da perda de solo (A) com intensidade da chuva (i).

| Intensidade da<br>chuva<br>(mm/h) | Perda de<br>solo (A)<br>(t/ha) |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 10                                | 2                              |
| 20                                | 8                              |
| 40                                | 32                             |
| 60                                | 72                             |
| 80                                | 128                            |
| 100                               | 200                            |

Fonte: Os autores.

Figura 02 - Relação das perdas de solo (t/ha) x Índice de erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ) (MJ.mm/ha.h).

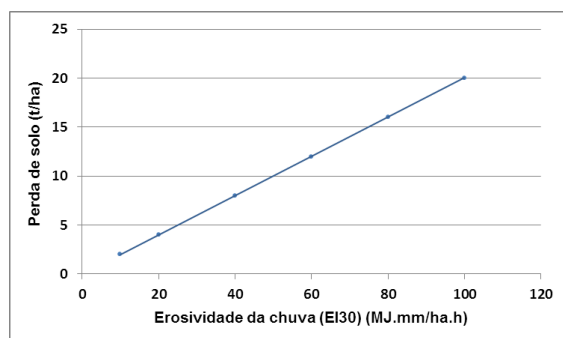
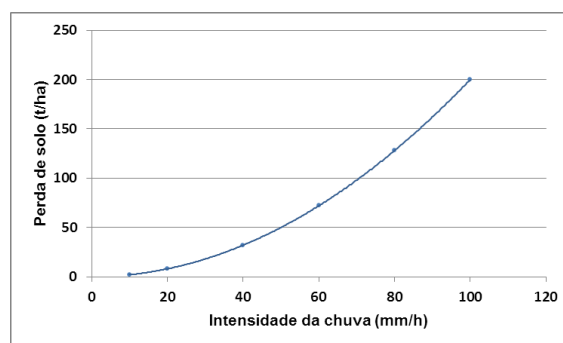


Figura 03 - Curva de perdas de solo (t/ha) x Intensidade da chuva (i) (mm/h).



Fonte: Os autores.

Conforme apresentado na Figura 02 - Perda de solo e Erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ) observa-se que enquanto as perdas de solo estimadas aumentam linearmente à medida que aumenta a erosividade da chuva, as perdas de solo aumentam exponencialmente com o aumento da intensidade da chuva.

Para perda de solo x erosividade da chuva e perda de solo x intensidade da chuva de 20 t/ha e 200 t/ha, respectivamente, a erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ) fornece um valor de perda de solo que é aproximadamente dez vezes inferior ao estimado pela intensidade da chuva, demonstrando dessa forma que as chuvas de alta intensidade são capazes de provocar elevadas perdas de solo por erosão.

Observam-se também pelas Figuras 02 e 03, que para aumentos proporcionais do índice de erosividade da chuva e da intensidade da chuva as diferenças entre as perdas de solo acentuam-se cada vez mais.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentadas pode-se selecionar ou escolher o tipo de preparo, tipo de cultura, sistema de manejo e época de plantio, que melhor protege o solo contra os desgastes provocados pela erosão, sendo que, nos períodos de maiores potencialidades erosivas das chuvas o solo esteja suficientemente protegido por uma adequada quantidade de cobertura (resíduos) proporcionada pelas culturas e evitando perdas de solo por erosão.

Além disso, com as informações obtidas podem-se agendar as atividades agrícolas de preparo, manejo do solo, plantio das culturas de forma a proteger o solo.

## REFERÊNCIAS

COGO, N.P. (2005). *Hidrologia aplicada à conservação do solo*. Erosão e Conservação do Solo (AGR 03006). 2005. 13f. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

WISCHMEIER, W.H. (1959). *A rainfall erosion index for a Universal Soil Equation*. Proceedings Soil Science Society of America, Madison, v. 23, p. 246-249, 1959.

# CAPÍTULO 21

## COOPERATIVA ECOVILLA: COMPLEXO DE CONSTRUÇÃO VERDE VOLTADO PARA FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA EM PALMAS-TO.

### Jayron Alves Ribeiro Junior

Mestrando em infraestrutura e desenvolvimento energético (Universidade Federal do Pará - UFPA).

Endereço: Rod. Br 422 - Km 13, Canteiro de Obras - UHE Tucuruí, S/N, Tucuruí, PA.

E-mail: jayronribeiro@gmail.com

### Angela Ruriko Sakamoto

Doutora em Administração de Empresas da Escola de São Paulo / Fundação Getulio Vargas (EAESP / FGV).

Instituição de atuação atual: Centro Universitário Luterano de Palmas - CEULP/ULBRA.

Endereço: 1501 Sul, Av. Joaquim Teotônio Segurado, s/n - Plano Diretor Sul, Palmas - TO, CEP: 77019-900.

E-mail: angelars@ceulp.edu.br

**RESUMO:** A qualidade da moradia é intrínseca ao desenvolvimento humano, pois está relacionada à segurança, proteção e conforto necessários para uma vida saudável. Nesse contexto, este projeto integra em seu partido arquitetônico soluções verdes, permacultura e usa os conceitos do Vastu Shastra para o design e bem-estar dos moradores. Portanto, trata-se de um estudo empírico para atender uma cooperativa habitacional de 20 famílias de baixa renda: a ECOVILLA. Este trabalho faz parte das ações do Núcleo de Empreendedorismo e Inovação (NEI) do CEULP/ULBRA, cujo projeto arquitetônico e urbanístico adota soluções de materiais ecoeficientes, reuso de águas e adota os parâmetros necessários para a integração com os demais projetos construtivos numa plataforma interoperável BIM (Building Information Modeling). Assim, a ECOVILLA é um empreendimento que envolve uma rede de colaboração e será construída dentro dos critérios de sustentabilidade para todo o seu ciclo de vida.

**PALAVRAS-CHAVE:** BIM, cooperativa habitacional, habitação de interesse social.

**ABSTRACT:** The quality of housing is intrinsic to human development, as it is related to the safety, protection and comfort necessary for a healthy life. In this context, this project integrates in its architectural party green solutions, permaculture and uses the concepts of Vastu Shastra for the design and well-being of the residents. Therefore, it is an empirical study to serve a housing cooperative of 20 low-income families: ECOVILLA. This work is part of the actions of the CEULP / ULBRA Center for Entrepreneurship and Innovation (NEI), whose architectural and urban design project adopts solutions for eco-efficient materials, water reuse and adopts the necessary parameters for integration with other construction projects on an interoperable platform

BIM (Building Information Modeling). Thus, ECOVILLA is an enterprise that involves a collaborative network and will be built within the criteria of sustainability throughout its life cycle.

**KEYWORDS:** BIM; housing cooperative; social interest housing.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objeto de estudo uma cooperativa habitacional para 20 famílias de baixa renda, a Ecovilla. Trata-se de um conjunto de 20 habitações de interesse social (HIS), que no contexto brasileiro, são moradias para população de baixa renda que sofrem com questões relacionadas à qualidade da habitação e da construção. Como resultado final, este estudo apresenta um projeto arquitetônico e urbanístico com uma configuração viável de construção verde para o município de Palmas-TO, evidenciando como a compreensão destas práticas sustentáveis podem ser aplicadas na realidade local, sem detrimento da qualidade de vida dos moradores.

O projeto da Ecovilla alinha a construção verde à sustentabilidade, uma vez que o conceito de sustentabilidade, conforme o Relatório Brundtland de 1987 (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49), criado pelas Nações Unidas, tem como ponto de partida o “desenvolvimento conforme as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades”. Em outra perspectiva, conforme Adam (2001), a sustentabilidade abrange atitudes como: redução do desperdício de materiais, eficiência no consumo energético, reciclagem de materiais da construção civil e resíduos sólidos, buscando a preservação da vida humana. Quando mesclada com a sustentabilidade, a construção torna-se positiva em todo seu desenvolvimento, contribuindo para redução do consumo dos recursos naturais e instigando o uso de energias renováveis.

Este projeto de pesquisa está inserido dentro das iniciativas doo NEI do CEULP/ULBRA, que tem como objetivo a formação de uma cooperativa habitacional para 20 famílias de baixa renda para a construção de suas moradias, a Ecovilla. O NEI congrega os cursos de administração, arquitetura, engenharia civil e de minas como objetivo aproximar os acadêmicos das necessidades da sociedade. Ao propor o sistema de mutirão e a autoconstrução para a Ecovilla pretende-se estudá-los como instrumentos para aumentar a autoestima e consciência ambiental da classe de baixa renda, contribuindo para o seu empoderamento.

A proposta é que o empreendimento seja gerenciado pelos próprios moradores e construído por eles, voluntários e assalariados. Assim o tema se relaciona como uma alternativa ao déficit habitacional em Palmas-TO, onde há especulação imobiliária. Este estudo apresenta a solução arquitetônica e visa a qualidade de vida dos moradores, tanto da moradia como do entorno, incluindo os requisitos

urbanísticos e paisagísticos associados. Assim, se integra ao contexto dos movimentos populares em prol da moradia e com os programas habitacionais promotores da habitação. Do ponto de vista técnico, o projeto adota os conceitos de BIM e uso do IFC. O primeiro, origina-se do termo em inglês Building Information Modeling (BIM), na década de 70, Charles M. “Chuck” Eastman publicou um artigo descrevendo um processo de criação central em que toda a concepção do projeto fosse formada apenas uma vez e que qualquer mudança seria aplicada em todas as áreas automaticamente (EASTMAN, 1975); que se tornou a base para o BIM.

Para alguns autores, BIM não é apenas um processo ou software, “mas uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção” (EASTMAN, 2014). De acordo com Eastman et al. (2014) “a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão”. A linguagem IFC é um formato de arquivo que representa a geometria, relações, processos e materiais, desempenho, fabricação e outras propriedades necessárias para o projeto e a produção Segundo Khemlani (2004), o IFC foi projetado para tratar todas as informações da construção, sobre todo o seu ciclo de vida, da viabilidade e planejamento, por meio do projeto (incluindo análise e simulação), construção, até a ocupação e a operação. Portanto, abrangendo todo o ciclo de vida da edificação.

Este artigo está estruturado nas seguintes seções: objetivos e síntese do referencial teórico; método; projeto; análise dos resultados; e, conclusões.

## **2. OBJETIVOS E REFERENCIAL TEÓRICO**

O objetivo central do trabalho foi elaborar o projeto arquitetônico de um complexo HIS para servir de referência para produção de unidades habitacionais verdes e para a população de baixa renda. Para realizar este objetivo teve a preocupação em: Identificar os requisitos mínimos de qualidade de vida para os moradores; Observar os princípios de sustentabilidade com a adoção de práticas verdes; Integrar com os demais projetos do NEI que atuam dentro da plataforma BIM; e, Verificar os entraves municipais e estaduais que coíbem a ocupação dos vazios urbanos.



## 2.1 DÉFICIT HABITACIONAL E A URBANIZAÇÃO DE PALMAS, TO

Palmas (TO) foi fundada em 1989 e implantada no ano de 1990, sendo a capital mais jovem do país e conhecida como a cidade das oportunidades e, com isto, tem atraído moradores das mais diversas regiões do país (VELASQUES, 2010).

Com uma população de 228.332 habitantes, Palmas foi a capital com a maior taxa média de crescimento anual, segundo dados do IBGE 2010 (PALMAS, 2015). Contudo, apesar de ser planejada, a cidade segue o percurso de outras capitais, sofrendo com o déficit habitacional. Segundo dados desenvolvidos pela Fundação João Pinheiro a respeito do déficit habitacional no Brasil, 2010, cerca de 28,2 % das moradias de Palmas não respeitam os padrões mínimos de habitabilidade e 18,19 % precisam ser substituídas por novas (Ibid., p.85).

Os últimos dados disponíveis sobre déficit habitacional são da portaria nº 49 de novembro de 2015 – relação geral de famílias cadastradas para programas habitacionais é de 22.005 famílias (Prefeitura Municipal – Secretaria de Integração Social e Defesa do Consumidor, 2015) numa população prevista de aproximadamente 280.000 habitantes para 2016 (IBGE, 2016). Como agravante, existe ainda a dificuldade de acesso à terra urbanizada de forma legal, devido ao alto custo, ocasionado pela especulação imobiliária, dificultando o acesso de bens e serviços para às famílias com menor poder aquisitivo e fazendo com que a prefeitura busque terrenos distantes da área central da cidade para construir as unidades de HIS.

Como processo resultante, há produção habitacional sem infraestrutura, de baixa qualidade e distantes dos polos comerciais, com ocorrências de problemas sociais que definem a ausência de urbanidade, interferindo assim na qualidade de vida dessa população. Realidade que obriga a convivência com mazelas urbanas, em residências com dimensões inadequadas para a realidade familiar.

## 2.2 INTEROPERABILIDADE

De acordo com Eastman et al. (2014, p. 65) “a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão”. Por isso, é comum relacionar o uso da plataforma BIM com a integração de sistemas. Segundo Faria (2007), a interoperabilidade permite a incorporação dos projetos em um mesmo arquivo, disponível a todos responsáveis pelo projeto.

O uso da interoperabilidade foi premissa no contexto da ECOVILLA, concebida de forma integrada, para possibilitar aos envolvidos um maior grau de confiabilidade

em respeito ao escopo, evoluções e segurança da edificação. Além disso, Hu et al. (2016) ressaltam a necessidade de integração do modelo da edificação com o as built para assegurar a credibilidade da edificação e transparência na execução.

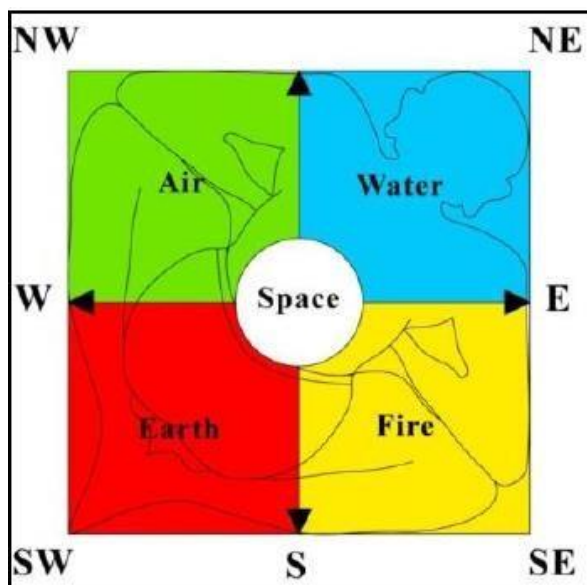
### 2.3 VASTU SHASTRA E A PERMACULTURA

Para concepção do projeto, foram aplicados princípios da arquitetura milenar védica Vastu Shastra e da Permacultura. O Vastu surgiu entre 1500AC a 1000AC para lidar com as influências energéticas das paisagens, trazendo consigo a melhor maneira de harmonizá-las com os cinco elementos (PINDORAMA, 2017).

O projeto aplica conceitos do Vastu Shastra, o Feng Shui Indiano, onde planejamento vernacular usa métodos e técnicas arquitetônicas tradicionais; materiais locais disponíveis; e, técnicas de urbanismo, como a técnica das Mandalas, criando locais sustentáveis, amigáveis ao meio ambiente e esteticamente agradáveis (AR, 2016, p. 27).

No Vastu, os cinco elementos (espaço, água, fogo, terra e ar) embasam a geolocalização, onde cada direção, vide figura 1, é responsável por transmitir vibrações e sensações diferentes, conforme a energia elemental em contrapartida à disposição dos ambientes da edificação (PARDESHI, 2016). Assim, O Vastu contribui para projetar e harmonizar os espaços, de forma condizente com os elementos da natureza, coerente com as demais forças naturais e trazendo benefícios aos residentes.

Figura 01 - 5 elementos no Vaastu Purusha Mandala.



Fonte: GOODARZI; FAZELI (2014)

A permacultura por integrar a questão da moradia consciente e sustentável, tornou-se imprescindível para o desenvolvimento da concepção projetual, visando a produção dos próprios alimentos, energia limpa e convívio harmonioso dos moradores. O conceito da permacultura está interligado ao desenvolvimento de pequenos sistemas produtivos organicamente integrados, tendo como partido fundamental, o respeito pela natureza e a reprodução de seus ciclos nas ações e criações diárias (IPEMA, 2012).

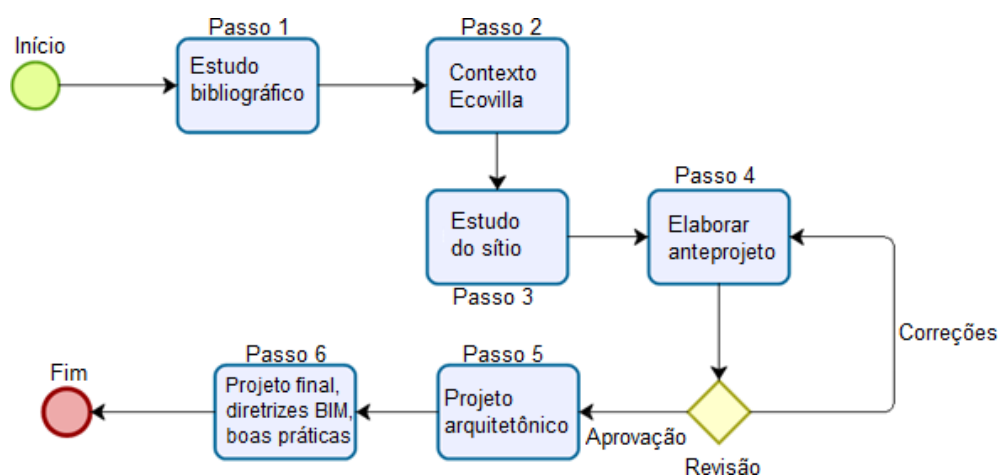
### 3. MÉTODO

Para alcançar os objetivos deste estudo foi definido um procedimento de pesquisa que possibilitasse a integração com os projetos do NEI, realizados e em andamento, assim como a colaboração e o feedback dos pares (acadêmicos, técnicos e professores).

Trata-se de uma pesquisa exploratória e aplicada, de abordagem qualitativa com estudo de caso na Ecovilla; fazendo uso de investigação bibliográfica com levantamento de casos de HIS sustentáveis; e, a coleta de informações sobre as diretrizes e regulamentações urbanísticas do plano diretor de Palmas-TO.

A pesquisa iniciou com o levantamento de boas práticas adotadas para construção verde e estudo do zoneamento municipal para localização da Ecovilla e integração com outros trabalhos do NEI. O período deste estudo ocorreu entre os meses de agosto de 2016 a junho de 2017. A figura 2 apresenta o fluxo dos passos realizados ao longo do projeto.

Figura 02 - Etapas do projeto de pesquisa.



Fonte: AUTOR (2017).

No passo 1 foram realizados estudos bibliográficos em materiais publicados em base de dados de artigos e revistas científicas com objetivo de levantar e identificar as bases teóricas para sustentar a proposta da pesquisa.

Já no passo 2, foi realizado de estudo de campo, como procedimento para coleta de informações afim de alcançar os objetivos propostos, dentro do contexto da Ecovilla. No mesmo momento foram realizadas entrevistas com os moradores de HIS e com o líder do Movimento Nacional da Luta Pela Moradia para entender o problema da moradia na cidade de Palmas e compreender a evolução histórica do tema proposto. Esta etapa também envolveu o estudo dos projetos já realizados pelo NEI.

No passo 3, a partir da identificação das principais práticas contemporâneas pertinentes ao contexto, houve o estudo de sítio, envolvendo a escolha do terreno, leitura e análise dos condicionantes físico-ambientais e sociais.

Com base nos dados obtidos nos passos anteriores, o passo 4 teve como propósito a elaboração do anteprojeto, incluindo: ferramentas disponíveis para uso, riscos relacionados, materiais construtivos já definidos, técnicas para a incorporação de custos e os desafios da interoperabilidade BIM. A elaboração do anteprojeto envolveu as soluções adotadas nos âmbitos urbanístico, paisagístico e arquitetônico, deixando clara a relação do condomínio da ECOVILLA com o entorno.

O passo 5 iniciou com a aprovação do partido arquitetônico, neste passo foi elaborado o projeto arquitetônico resultante do desenvolvimento e aprimoramento do anteprojeto e englobando os estudos anteriores, apresentando níveis de desenvolvimento e detalhamento compatíveis com a extensão e abrangência, assegurando a característica de um produto finalizado.

Por fim, no passo 6, ao projeto arquitetônico foram integrados os outros estudos da Ecovilla desenvolvidas pelo NEI, as referências técnicas, diretrizes BIM e as boas práticas de construção verde, visando incentivar futuros trabalhos do tema HIS sustentável.

### 3.1 PRÉ-PROJETO

Esta etapa estudou os condicionantes do terreno, necessidades dos moradores e a partir de análises com a discriminação de qualidades visuais, acidentes naturais topográficos e circunvizinhança foram associados às condições de insolação e ventilação para organizar o dimensionamento básico dos ambientes, materiais e sistemas construtivos.

### 3.2 ESCOLHA DO TERRENO

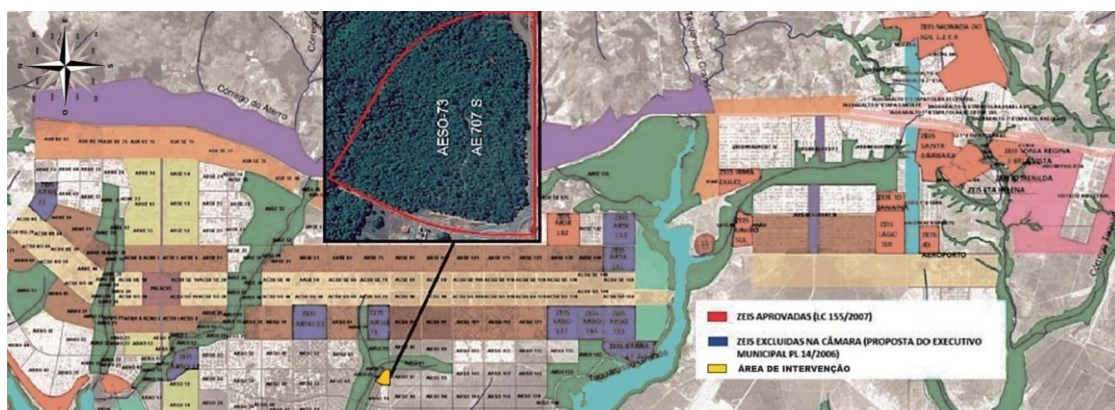
Em Palmas (TO), a destinação de HIS é feita predominantemente nas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Em 2007, a Prefeitura levou em consideração as áreas inocupadas existentes providas de infraestrutura, as áreas irregulares e os loteamentos regulares com carência de infraestrutura e por meio de parceria com os loteadores elaborou a proposta de ZEIS, onde viabilizaria a permuta de áreas para a implantação de programas sociais em troca da implantação de infraestrutura (CORIOLANO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2013).

Foram considerados neste plano, quatro tipos de ZEIS: tipo 1 – glebas urbanas para fins de loteamento HIS; tipo 2 – Loteamentos regulares aprovados ou não, sem infraestrutura, passíveis de consórcio com o poder público, para construção de HIS; tipo 3 – Loteamentos irregulares para fins de regularização; e, tipo 4 – lotes de habitação multifamiliar vazios ou subutilizados com infraestrutura nas áreas mais valorizadas de Palmas, Avenida JK e Teotônio Segurado. Porém a proposta da ZEIS tipo 4 foi totalmente excluída, assim como parte da ZEIS tipo 1 (PALMAS, 2007 apud CORIOLANO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2013).

A câmara municipal impediu a aprovação de ZEIS na área central, o que tornou ainda mais forte a articulação de interesses particulares e a especulação imobiliária, não descaracterizando o processo de segregação socioespacial que tem feito parte da cidade desde o início de sua formação.

Devido às áreas aprovadas como ZEIS inseridas no plano diretor norte estarem ocupadas, o terreno escolhido para o desenvolvimento deste trabalho foi a AESO 73 (707 sul). As figuras 3 e 4 exibem a área escolhida para o projeto, seu entorno e principais acessos.

Figura 03 – ZEIS propostas e área escolhida para implantação do projeto.



Fonte: PALMAS (2007), adaptado pelo autor (2017).



A gleba escolhida, vide figura 4, está localizada ao lado de áreas de preservação permanente e nascentes, reforçando a caracterização da vila ecológica, bem como oportuniza trabalhos sociais voltados para preservação do meio ambiente e a interação humana com a natureza. Fica a 7,6km da principal avenida comercial da cidade, Avenida Juscelino Kubitschek, 7,3km da rodoviária e 16,2km do aeroporto.

Figura 04 - Quadra escolhida e entorno.



Fonte: GOOGLE EARTH (2016) adaptado pelo autor (2017).

### 3.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA

Em visita ao local, foi possível constatar o processo de antropização humana sob a biodiversidade da fauna existente, não respeitando as áreas verdes e as nascentes próximas a área de intervenção deste estudo, conforme figura 05.

Figura 05 - Área de intervenção e circunvizinhança.



Fonte: AUTOR (2017).

Pode-se observar a destinação incorreta de resíduos sólidos, que contribuem para a degradação ambiental e também da bacia hidrográfica do córrego do Prata, demonstrando a falta de conscientização ambiental da população (PALMAS, 2017).

### 3.4 FAUNA E FLORA

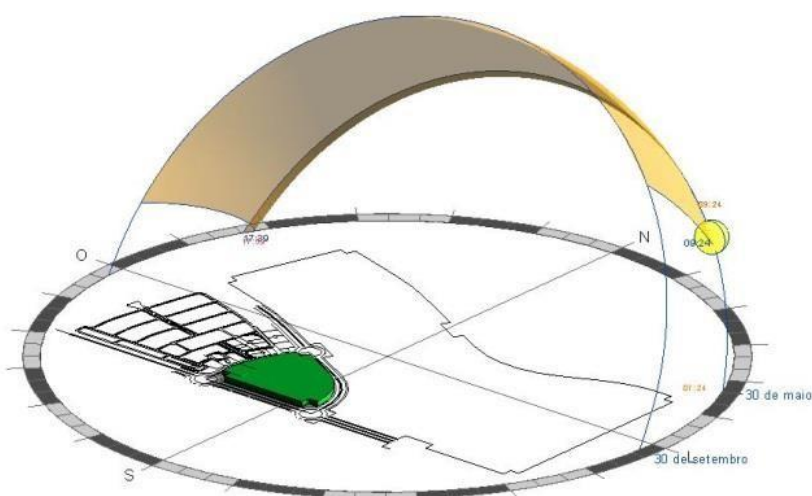
A vegetação da quadra é distribuída uniformemente, sendo densamente arborizada e com pouca vegetação rasteira nas bordas. Um levantamento arbóreo mais detalhado não foi obtido na prefeitura municipal devido à falta de técnicos para fazerem tal estudo. Porém, a vegetação é típica do cerrado e encontra-se antropizada em pequenos trechos, inclusive próximos à entrada da ECOVILLA. Já a fauna é representada por mamíferos de pequeno e médio porte e aves (Ibid., p. 38).

### 3.5 INSOLAÇÃO E VENTILAÇÃO

Foi realizada visita “in loco” e busca no banco de dados da prefeitura para a obtenção de informações. Conforme os dados coletados pelo autor, utilizando o software Catavento 2015, verificou-se que os ventos predominantes sopram nos sentidos norte e leste. A leste podem chegar a velocidade de 3,39 m/s entre maio e agosto. Durante o resto do ano sopram do norte, predominante, não ultrapassando a 1,36 m/s.

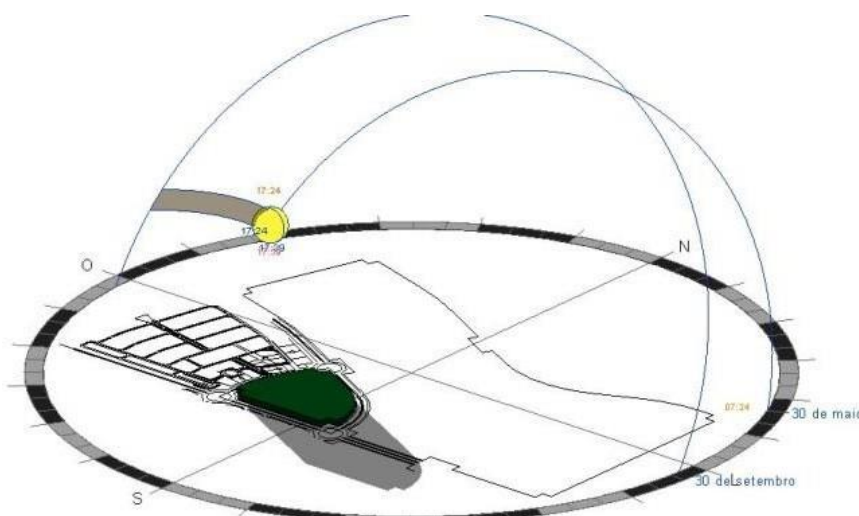
Para compreender a interferência da insolação foi aplicado o uso da carta solar no local, considerando os meses de maio a setembro que são os meses mais quentes, pode-se perceber o resultado a interferência solar conforme figuras 7 e 8.

Figura 07 – Simulação da Insolação – Manhã.



Fonte: AUTOR (2017)

Figura 08 - Simulação de Insolação – Tarde.



Fonte: AUTOR (2017).

A simulação foi realizada nos horários entre 07:30 e 17:30 no programa Autodesk Revit 2018, para a definição da disposição dos elementos no projeto.

O clima regional corresponde ao tropical chuvoso das savanas tropicais, caracterizado por atingir o máximo de precipitação no verão e seco no inverno. As temperaturas máximas absolutas superam os 41° C, e no frio, são maiores que 18° C, com o comportamento térmico vem a influência dos alísios do quadrante leste, em sua maioria, com uma diminuição da temperatura mais drástica de 2,5° C esperados para um desnível de 400 ou 500 m (SILVA, 2013).

De acordo com a NBR 15220<sup>1</sup>, Palmas-TO pertence a zona bioclimática número sete, logo caracterizado por um clima quente e seco (FERREIRA et. al, 2014 apud VALADARES, 2016), com regime pluviométrico maior nos meses de outubro a abril (BARBOSA; LIMA, 2010) e média térmica anual de 27,4° C.

### 3.6 TOPOGRAFIA E SOLO

Durante o estudo topográfico foi observado que a área é relativamente plana, com pequenos acidentes, as inclinações médias relatadas foram de 0,9% a 1,6% conforme figura 09.

<sup>1</sup> NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.



Figura 09 - Topografia da área escolhida com perfil longitudinal.



Fonte: GOOGLE EARTH (2016), adaptado pelo autor (2017).

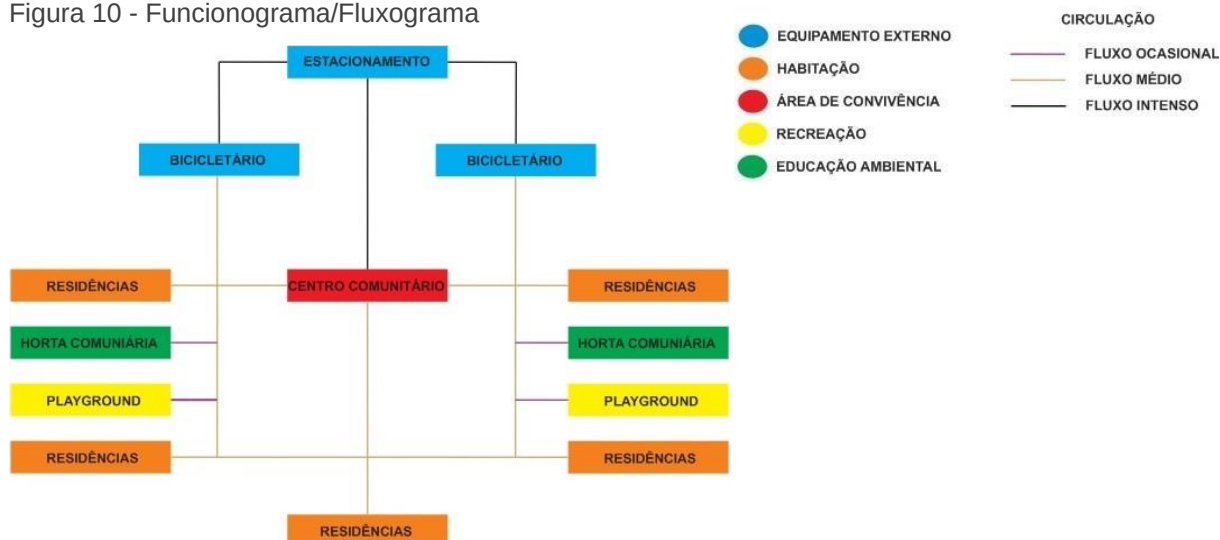
Ainda foi possível identificar, conforme o sistema de informações geográficas de Palmas (2004), que o solo é caracterizado pela associação de latossolo vermelho-amarelo, textura média e argilosa, relevo suave e ondulado.

### 3.7 O PROJETO

O projeto realizado tornou-se produto resultante da pesquisa, expressando a solução de problemas conceituais, metodológicos, formais, funcionais e ambientais. O diagrama com sua respectiva legenda, vide figura 10, representa os diversos elementos da Ecovilla incorporadas as variadas formas de relação entre si e a setorização funcional do projeto.

Legenda:

Figura 10 - Funcionograma/Fluxograma

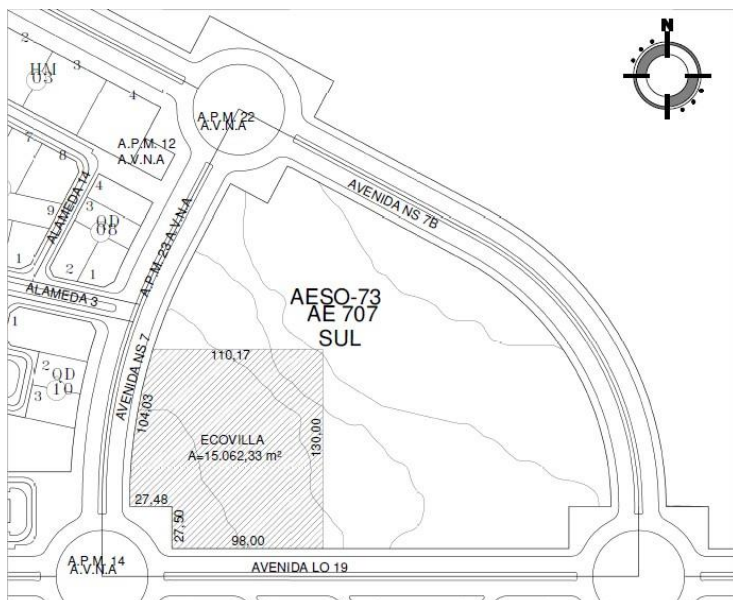


Fonte: Autor (2017).

### 3.8 DELIMITAÇÃO DO TERRENO

A área delimitada para implantação da Ecovilla, vide figura 11, possui área de 15.062,33 m<sup>2</sup>, correspondendo a 19,31% da área original da quadra.

Figura 11 – Localização



Fonte: AUTOR (2017).

O terreno possui 104,03m frontais, 130,00m de fundo, 110,17m de lateral direita e 98,00m+27,48m+ 27,50m de lateral esquerda. A acessibilidade ao terreno, vide figura 12, é facilitada para automóveis através das grandes coletoras executadas e previstas pelo plano diretor.

Figura 12 - Acesso principal.



Fonte: AUTOR (2017).

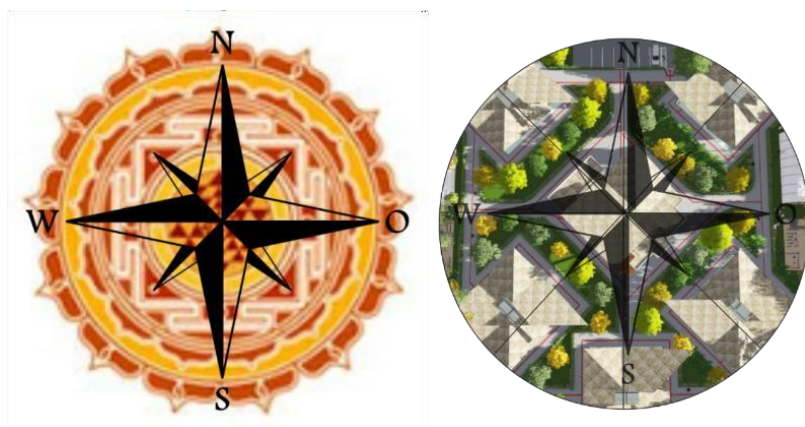
O relevo “suave” favorece o uso de motos e bicicletas, sendo uma alternativa viável, principalmente para as comunidades carentes (PEREIRA et al., 2006). A

entrada do terreno é realizada por um acesso de 6,00m paralelo a avenida NS 07, que funciona como rua de acesso particular.

### 3.9 IMPLANTAÇÃO DA ECOVILLA: ESTRATÉGIAS COMPOSITIVAS, ARTICULAÇÕES FUNCIONAIS E MODULAÇÕES ESTRUTURAIS

A estratégia compositiva da Ecovilla, vide figura 13, foi realizada conforme o Vastu Purusha Mandala<sup>2</sup>, tratando-se de uma concepção em forma de malha de energia que sustenta todas as fontes de energia corporificadas, inclusive o homem e outros seres animados que vivem na Terra.

Figura 13 – Estratégia compositiva para implantação.



Fonte: AUTOR (2017).

A mandala no plano projetado propõe a forma, a ordem e as organizações espaciais, utilizando conceito das oito direções da rosa dos ventos, e do centro, que contemplam direções auspiciosas. A localização do complexo habitacional, as direções das edificações, a orientação no plano e a disposição das esquadrrias favorecem o melhor aproveitamento da insolação e ventilação adequada, assim como remetem a questões ligadas a espiritualidade, harmonia e integração.

Atendendo ao programa de necessidades proposto inicialmente, o projeto contará com equipamentos como estacionamento, bicicletário, hortas comunitárias, equipamentos de lazer e convívio social. Todas as edificações e equipamentos serão interligados por calçadas que levarão ao centro comunitário, localizado no centro. Os

---

<sup>2</sup> Vastu Purusha mandala é basicamente a figura de um corpo voltado para a terra cuja cabeça está em direção nordeste. (VASUDEV; DASH, 1998 apud GOODARZI E FAZELI, 2014).



espaços comuns serão de administração social, onde cada família será responsável, reforçando o cooperativismo, vide figura 14.

Figura 14 - Implantação geral da Ecovilla.



Fonte: AUTOR (2017).

- LEGENDA
- 1. Horta comunitária
  - 2. Residência unifamiliar seriada
  - 3. Playground
  - 4. Centro comunitário
  - 5. Estacionamento/bicicletário
  - 6. Quadra de vôlei de areia
  - Piso tátil

Os conceitos do Vastu Shastra foram utilizados tanto para a concepção da implantação, quanto para a modulação estrutural das edificações, vide figura 15, que por sua vez, utilizam das direções geográficas obtidas a partir da rosa-dos-ventos.

Figura 15 – Composição estrutural.



Fonte: AUTOR (2017).

### 3.10 HABITAÇÕES UNIFAMILIARES SERIADAS

A Ecovilla tem um programa de necessidades inicial realizado para atender 20 famílias, o projeto contempla 20 residências a serem executadas de forma seriada, adaptadas para portadores de necessidades especiais e possibilitando de ampliação futura.

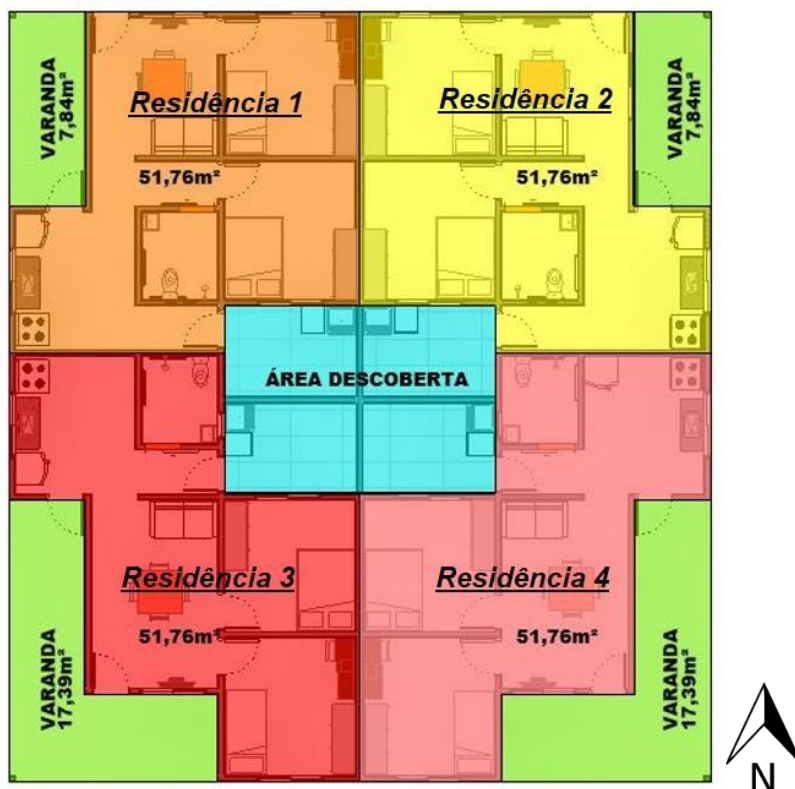
A lei complementar de Palmas nº 209/2010 dispõe normas específicas para empreendimentos HIS, obedecendo a lei, cada residência contempla dois quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro adaptado para pessoas com necessidades especiais e uma área de serviço, conforme figura 16.

As residências 1 e 2, foram pensadas para famílias que preferem mais privacidade, portanto possuem um hall separando o quarto de casal da sala, porém possuem um menor aproveitamento gerado pelo perímetro resultante da cozinha e possuem varandas menores. Já nas residências 3 e 4, as varandas são maiores, porém a privacidade é menor, tendo vista que os quartos têm acesso direto à sala. Nas cozinhas foram colocadas portas de acesso às varandas, pensando na possibilidade de os moradores poderem criar seu próprio jardim ou horta vertical.

Apesar de bem semelhantes, as residências também possuem distinções na localização das janelas, que foram inseridas conforme melhor orientação solar obtida

a partir da carta solar para Palmas. Para proteger as esquadrias da insolação, será utilizada arborização local, que também servirá como elemento de proteção visual para as janelas dos quartos, afim de proporcionar mais privacidade e conforto térmico.

Figura 16 – Setorização com Layout.



Fonte: AUTOR (2017).

O layout, vide figura 16, foi disposto de maneira condizente às recomendações Vastu. Nos quartos, as cabeceiras da cama ficaram voltadas para o Sul, pois é a melhor posição conforme o Ashub Palang, conceito popular na Índia. Oeste e Leste, são consideradas posições neutras, não há ganho de benefícios. Contudo deve-se evitar cabeceiras para o Norte, pois geram distúrbios no sono e nas articulações, devendo haver apenas escrivaninhas e camas no quarto de dormir, conforme Shayan Kaksh, devem ser evitados aparelhos eletrônicos, pois causam distúrbios eletromagnéticos que prejudicam o sono e a saúde.

Os sofás devem ser colocados de maneira que para quem utilize, permita sempre olhar para o norte ou leste. As visitas podem olhar para o sul. Neste ambiente são permitidos aparelhos eletrônicos. Na mesa de jantar, deve-se preferencialmente sentar no lado leste e norte.

Vale ressaltar que, como a disposição das residências não permite que estes quesitos sejam atendidos em totalidade, recomenda-se aos moradores que tentem adaptar o layout às recomendações citadas.

As residências possuirão padrão de acabamento popular e remeterão aos 5 elementos do Vastu Shastra, que se referem ao uso de cores, formas e decorações para criar lugares únicos, que identifiquem facilmente suas funções (GOODARZI; FAZELI, 2014). Portanto, cada residência receberá uma cor distinta, vide figura 17, conforme variações de cor do açafrão da terra e urucum, que além serem de fácil obtenção e sustentáveis, reforçam a identidade local.

Figura 17 - Eco Tintas nas residências unifamiliares.



Fonte: AUTOR (2017).

As variações de altura dos telhados formam volumes que criam interseções e vazios centrais, que por sua vez, foram projetados de forma intencional, pois no Vastu Shastra, o espaço aberto central é projetado para absorver as energias cósmicas invisíveis e também para permitir o ar fresco dentro da casa (Ibid., p. 13).

#### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram necessários diversos levantamentos bibliográficos com intenção de destacar as necessidades, condicionantes e funções dos espaços projetados, expondo tecnicamente os requisitos básicos para o funcionamento do projeto como um todo e da proposta projetual que se acredita ser coerente com os estudos realizados.

Encontrar projetos de vilas ecológicas mais detalhados foi uma das dificuldades encontradas durante os estudos de caso, principalmente no que se refere às vilas



ecológicas existentes Brasil. No intuito de fazer frente ao déficit habitacional por moradias em Palmas, foi desenvolvida uma proposta arquitetônica e urbanística de um complexo HIS, almejando qualidade arquitetônica a estas edificações dentro das premissas sustentáveis e das leis municipais vigentes.

A Ecovilla deverá ser um agrupamento de pessoas onde exista diversidade, tornando-se uma única família. Este trabalho envolve uma pegada social e ecológica, propondo mudanças nos padrões de consumo, fazendo alusão do presente e o futuro, remetendo à um paradigma de qual modelo de sociedade estamos vivendo e queremos viver.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao partido arquitetônico aplicado ainda se somam a ECOVILLA, adoção de fossas wetland para tratamento de águas negras, coleta seletiva, reuso de águas cinzas e uso de energia solar. As recomendações do Vastu Shastra não devem ser negligenciadas e muito menos esquecidas, pois as cidades, comunidades, vilas e casas ao serem construídas conforme esse conhecimento milenar podem incorporar melhorias sutis no bem-estar e harmonia dos habitantes.

O desenvolvimento do projeto reforçou a constante necessidade da criação de espaços que reforçam a união, espiritualidade, moradia e lazer. Além disso, traça a interação entre o ambiente construído e o seu entorno, trazendo soluções inteligentes para seus usos, fluxos, conforto ambiental e acessibilidade, ajustadas ao seu usuário final, o morador.

Este estudo é um primeiro passo para possibilitar a integração dos diversos atores e também da relevância de usar os recursos atuais de tecnologia não só para implementar os projetos em plataforma BIM, mas principalmente para integrar os setores nas parcerias, público, privado e pessoas para transformar e construir uma sociedade menos desigual e mais justa.

## **AGRADECIMENTOS**

À CAPES e ao CNPq, pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de estudos.



## REFERÊNCIAS

ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do ecoedifício**: interação entre ecologia, consciência e edifício. São Paulo: Aquariana, 2001.

AR, Kaninika Dey Sarkar. Historic Architecture & The Ancient Art of Planning: The Era Forgotten. **Civil Engineering And Urban Planning: An International Journal (CiVEJ)**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.21-29, 30 mar. 2016. Academy and Industry Research Collaboration Center (AIRCC). <http://dx.doi.org/10.5121/civej.2016.3103>. Disponível em: <<http://airccse.com/civej/papers/3116civej03.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

BARBOSA, Djean da Costa; LIMA, Mariana Brito de. Arquitetura bioclimática: recomendações apropriadas para palmas/TO. In: 1ª jornada de iniciação científica e extensão do ifto, 1., 2010, Palmas. **ANAIS ELETRÔNICOS - 1ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO DO IFTO**. Palmas: O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2010. p. 1 - 7. Disponível em: <[http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/17 ARQUITETURA-B.pdf](http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/17%20ARQUITETURA-B.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2016.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

CORIOLOANO, Germana Pires; ROGRIGUES, Waldecy; OLIVEIRA, Adão Francisco de. Estatuto da Cidade e seus instrumentos de combate às desigualdades socioterritoriais: o Plano Diretor Participativo de Palmas (TO). **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s.l.], v. 5, n. 480, p.131-145, 2013. Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. <http://dx.doi.org/10.7213/urbe.05.002.ac04>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-33692013000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692013000200011)>. Acesso em: 25 nov. 2016.

EASTMAN, Charles M et al. **Manual de BIM**. Porto Alegre: Bookman Editora LTDA., 2014. P.IXEASTMAN, Charles M. **The use of computers instead of drawings in building design**. Journal of the American Institute of Architects, 1975. March: 46 – 50

FARIA, Renato. **Construção Integrada**. Técnica, Ed. Pini, São Paulo, v. 127, p. 44-49, outubro 2007. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/127/artigo286443-1.aspx>> . Acesso em: 07 de Outubro de 2016.

GOODARZI, Ali; FAZELI, Hengameh. Identifying the Principles of Traditional Iranian Architecture in the Light of Vastu Shastra, the Traditional Indian Wisdom. **Journal Of Design And Built Environment**. Malaysia, p. 1-19. jun. 2014. Disponível em: <<https://doaj.org/article/14725ee608b94e26a51a7ca6e90107fd>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

HU, Zhen-zhong et al. Construction and facility management of large MEP projects using a multi-Scale building information model. **Advances In Engineering Software**, [s.l.], v. 100, p.215-230, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.advengsoft.2016.07.006>.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; **Informações estatísticas do município de Palmas-TO**. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=172100>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

IPEMA. Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica, 2012. Disponível em:

<<http://ipemabrasil.org.br/>>. Acesso em: 25 mai. 2017.

KHEMLANI, Lachmi. **The IFC Building Model: A Look Under the Hood**. 2004. Disponível em:  
<[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/temp\\_lixo/bc7466dd436cdf1fb4556f4f3a7b512f\\_sergio.leal\\_8dac58d154bc337780a9c3c3124d0d9259095\\_29WedWednesday3th24135AugustAug088312012152822000000PM.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/temp_lixo/bc7466dd436cdf1fb4556f4f3a7b512f_sergio.leal_8dac58d154bc337780a9c3c3124d0d9259095_29WedWednesday3th24135AugustAug088312012152822000000PM.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2016.

PALMAS, Prefeitura Municipal de; CONSUMIDOR, Secretaria de Integração Social e Defesa do. **Diário oficial do município de Palmas: Ano VI Suplemento ao diário nº 1383**. 2015. Disponível em: <<http://diariooficial.palmas.to.gov.br/media/diario/1383-suplemento-1-24-11-2015-9-53-43.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2016.

PALMAS. Eleusina Lavôr Holanda de Freitas. Prefeitura Municipal de Palmas (Comp.). **Plano de ação Palmas Sustentável**. Palmas: Pólis, 2015. 289 p. Disponível em: <<http://polis.org.br/publicacoes/plano-de-acao-palmas-sustentavel/>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

PALMAS. Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas - Fma. Prefeitura Municipal de Palmas. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PRATA: relatório técnico**. Palmas: Prefeitura Municipal de Palmas, 2017. 82 p.

PALMAS. Geopalmas. Prefeitura Municipal de Palmas. **Solos do município de Palmas-TO**. 2004. Disponível em:  
<<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0BzAbPDPK2voLfmhzYzVKUW9HTXJHQ2t6UUUxUjVJaVJwZU9KTjg3NUtUOTBjTmtBbGIRQkU>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

PALMAS. Prefeitura Municipal de; **Inscritos no Cadastro Habitacional devem atualizar dados até sexta-feira, 11**. 2015. Disponível em:  
<<http://www.palmas.to.gov.br/secretaria/0/noticia/1501587/inscritos-no-cadastro-habitacional-devem-atualizar-dados-ate-sexta-feira-11/>>. Acesso em: 08 set. 2016.

PARDESHI, Durgesh G. Vastu Shastra New Concept In Architecture. **Mat Jornals: Journal of Architectural Drawing**. Índia, p. 1-15. jan. 2016. Disponível em:  
<[matjournals.in/index.php/JoAD/article/download/1151/724](http://matjournals.in/index.php/JoAD/article/download/1151/724)>. Acesso em: 03 abr. 2017.

PEREIRA, Gabriel Velloso da Rocha et al. **Concurso Público Nacional de Idéias e Soluções para Habitação Social no Brasil: Prêmio Caixa/IAB 2006**. 2006. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/07.077/2786?page=7>>. Acesso em: 14 maio 2017.

PINDORAMA, Instituto. **Vastu Shastra**. 2017. Disponível em:  
<<https://www.pindorama.org.br/curso/curso-online-vastu-shastra>>. Acesso em: 15 maio 2017.

SILVA, William José. **Intervenção Urbana: Parque Linear no Córrego Machado**. 2013. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2013. Cap. 5.

VALADARES, Nathália de Almeida. **Edifício Energia Zero: Aplicação de conceito em um anteprojeto residencial**. 2016. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016. Cap. 5.

VELASQUES, Ana Beatriz Araujo. **A CONCEPÇÃO DE PALMAS (1989) E SUA CONDIÇÃO MODERNA**. 2010. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Prourb/UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

# CAPÍTULO 22

INCIDÊNCIA DE FEZES ANIMAIS E ARTEFATOS CAUSADORES DE RISCOS BIOLÓGICOS EM PARQUES E PRAÇAS DE RECREAÇÃO INFANTIL NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP.

## Giovanna Carnevalli Klein

Bacharel em Biomedicina pela Universidade Paulista-UNIP

Instituição: Universidade Paulista - UNIP

Endereço: Av. Ordem e Progresso, 1030, Ap 22 B1, Jardim das Laranjeiras/SP, Brasil.

E-mail: giovannacklein@gmail.com

## Fernanda Malagutti Tomé

Doutora em Biopatologia bucal pela Universidade Estadual Paulista

Universidade Paulista

Endereço: Rodovia Presidente Dutra, Km 157,5 - pista Sul, Jardim Limoeiro, São José dos Campos, SP, Brasil.

E-mail: fernanda.tome@docente.unip.br

## Fernanda S de Siqueira Oliveira

Doutorado Eng Biomédica Anhembi Morumbi

Universidade Paulista

Endereço: Rodovia Presidente Dutra, Km 157,5 - pista Sul, Jardim Limoeiro, São José dos Campos, SP, Brasil.

E-mail: fernandassiq@yahoo.com.br

**RESUMO:** Em praças e parques públicos a presença de artefatos e fezes animais, são veículos diretos a microrganismos patogênicos, sendo responsáveis pela geração de doenças infecciosas graves. **Objetivo:** Identificar artefatos e fezes presentes em parques e praças, detectando possíveis riscos às crianças que utilizam estes locais para lazer, visando ainda, a correlação entre as fezes animais e os objetos encontrados com doenças infecciosas descritas em referências anteriores. **Método:** Baseado no Manual de Biossegurança, Parte I - Aspectos Gerais, publicado pela Fiocruz para prevenção à contaminação por risco biológico, ocorrendo a coleta em praças dos bairros Parque Industrial, localizado na zona Sul, Vila Industrial, região Leste e no Centro do município de São José dos Campos. Para prevenção de uma eventual contaminação pelo material estudado, foram utilizados aparatos de segurança, como, jaleco, sapato fechado e luva. **Resultados:** Referente a incidência de fezes animais, em 100% das praças estudadas foram encontradas estas excretas, aumentando consideravelmente os riscos de contaminação. Com relação aos objetos, pode-se analisar que no bairro Parque Industrial, nas praças que possuem área de recreação infantil, visualiza-se a incidência de artefatos perfuro-cortantes maior que nos demais espaços analisados, sendo locais de alto risco de contaminação. Já na praça localizada no bairro Vila Industrial, todos os objetos encontrados são perfuro-cortantes, realidade oposta as praças presentes no Centro da cidade, as quais são mais bem conservadas e com risco biológico inferior as outras regiões estudadas.

**Conclusão:** Em todas as praças analisadas foram encontradas evidências de fezes animais, contudo, em relação aos artefatos há uma variação na incidência dos mesmos por região.

**PALAVRAS- CHAVES:** Artefatos, crianças, fezes, riscos biológicos.

**ABSTRACT:** The presence of animal excrements and artefacts in public parks are direct sources to pathogenic microorganisms, being responsible for the engendering of serious infectious diseases. **Objective:** The objective of this thesis is to identify the presence of animals' faeces and artefacts and objects in parks and squares aiming to detect possible risks in children who frequent these spots for leisure and to correlate the samples found with infectious diseases described in previous references. **Method:** The method of work is based on the Manual de Biossegurança, Parte I - Aspectos Gerais, published by Fiocruz foundation to prevent the contamination by biohazard, collecting samples in squares of the Parque Industrial neighbourhood, located in the south zone, Vila Industrial neighbourhood, east region, and in the São José dos Campos downtown. Safety devices were used to avoid infection by the material studied, such as lab coats, closed shoes and gloves. **Results:** As a result of the research, animals' faeces were found in all of the squares studied, increasing considerably the risks of contamination. It was also found larger amounts of sharp-objects in squares with children's playground located in Parque Industrial, addressing these squares to a high level of infection. In squares located in Vila Industrial, all of the objects found are sharp, in contrast of parks placed in downtown, which are more conserved, offering fewer risks compared with other regions. **Conclusion:** As a conclusion, in all squares analyzed were found shreds of evidence of animals' faeces, but there is a variation in the incidence of artefacts between regions.

**KEY-WORDS:** Artefacts, biohazards, children playground, faeces, parks.

## 1. INTRODUÇÃO

Os agentes microbiológicos causadores de riscos biológicos estão presentes não apenas em ambientes hospitalares, mas também em locais abertos e públicos, no qual é possível que haja contato direto dos mesmos com crianças que utilizam estas praças e parques para recreação, desta forma, possibilitando a contaminação por artefatos jogados de forma inapropriada e por fezes, muitas vezes originárias de animais pertencentes a própria população que utiliza a praça para lazer.

Até o século passado no Brasil, o lixo gerado pela população, incluindo materiais com alta taxa de risco biológico era melhor absorvido pelo meio ambiente, o que é apresentado em quadro diferenciado atualmente, colaborando para o crescimento de doenças infecciosas, contaminação do solo e água, enchentes, dentre os fatores causados pela geração de resíduos sólidos<sup>1</sup>.

Além dos prejuízos ao meio ambiente já citados, artefatos expostos a ambientes abertos são meios de risco biológico, principalmente para crianças, as quais o sistema imunológico ainda é imaturo, desenvolvido durante o pouco tempo de vida e pela aquisição de anticorpos passados da mãe para o filho pela barreira útero – placentária e através da amamentação<sup>2</sup>.

Também, ainda a respeito do sistema imunológico de crianças, pode-se comentar sobre a vacinação, que tem por objetivo a imunização ativa, onde ocorre a produção de anticorpos pela inoculação da cepa do agente etiológico causador da doença, sendo o meio de prevenção mais eficaz, fornecido pelo programa de vacinação do Ministério da Saúde. Dessa forma, crianças que não tiverem imunização prévia e entrarem em contato com estes materiais contaminados, têm o risco de contaminação por agentes biológicos aumentado, podendo adquirir uma doença infecciosa grave<sup>3</sup>.

Segundo o livro Classificação de Riscos dos Agentes Biológicos publicado pelo Ministério da Saúde, é importante a avaliação dos riscos dos agentes biológicos para o direcionamento de decisões e medidas para prevenção e contenção de possíveis contaminações, devendo ser considerados fatores como a natureza do agente biológico, sua virulência, seu modo de transmissão, a estabilidade e podendo citar ainda a concentração e volume do agente patológico<sup>4,5</sup>.

Com isso, é de suma importância a análise macroscópica de artefatos e a identificação da prevalência das fezes encontradas no ambiente estudado, no caso praças e parques, os quais são veículos de transmissão de doenças. Os artefatos e

as fezes contaminadas apresentam grande risco biológico, sendo meio de contaminações geradas por agentes bacterianos, virais ou parasitários, fontes de prejuízo à saúde da faixa etária estudada<sup>6,7</sup>.

## **2. OBJETIVOS**

A pesquisa tem como objetivo a avaliação da incidência de artefatos possivelmente contaminados, e de fezes animais, todos encontrados nos ambientes estudados e com alto risco de transmissão de microrganismos, priorizando áreas como praças e parques abertos do bairro Parque Industrial, Vila Industrial e Centro, localizados na região Sul, Leste e Centro do município de São José dos Campos, no ano de 2019.

Dentre os riscos, correlacionar as sintomatologias e os danos cognitivos decorrentes das patologias causadas a crianças que entrarem em contato de alguma forma com os objetos e as fezes, os quais podem estar contaminados por algum agente patológico.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi feito no município de São José dos Campos, através de pesquisa de campo, onde houve a coleta de artefatos e a identificação da incidência de fezes animais presentes em parques e praças de recreação infantil, utilizando-se como base o Manual de Biossegurança, Parte I - Aspectos Gerais, publicado pela Fiocruz para prevenção à contaminação por risco biológico, usado ao decorrer da pesquisa.

Para obtenção das amostras foram coletados objetos com risco biológico em 8 praças diferentes, localizadas no bairro Parque Industrial, Vila Industrial e Centro, com o intuito de ampliar a análise macroscópica nas regiões estudadas.

Principais Equipamentos e Dispositivos de Proteção Individual segundo o Manual de Biossegurança da Fiocruz: Como aparato de segurança deve-se fazer uso de jalecos, guarda-pós, aventais, e outros dispositivos complementares de roupas de trabalho, se necessário. Ainda faz parte dos dispositivos de segurança descritos no manual o uso de sapatos fechados, importantes para a prevenção de contaminação por via cutânea ou através de objetos cortantes, tendo-se em vista o local utilizado para estudo.

Por fim, também houve o uso de luvas devido ao grande risco de perfurações.

Separação das amostras coletadas e uso de recursos gráficos: As amostras

coletadas foram devidamente selecionadas e identificadas de acordo com o local de coleta, procedimento de suma importância para o auxílio à classificação dos objetos encontrados.

O trabalho também se utiliza de recursos visuais por meio de tabelas e gráficos explicativos, exemplificando os resultados obtidos através da pesquisa de campo.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para descrição as praças foram classificadas numericamente, sendo as praças de numeração 1 a 4 localizadas no bairro Parque Industrial, praça 5 no bairro Vila Industrial e praças 6 a 8 presentes no Centro da cidade.

A pesquisa apresentou como resultado, diversos objetos que de forma direta ou indireta são meios de possíveis doenças, principalmente a faixa etária estudada: as crianças, uma vez que o sistema imunológico das mesmas ainda está em processo de amadurecimentos e desenvolvimento<sup>8</sup>.

Com relação a incidência de fezes animais, em todas as praças pesquisadas foram encontradas evidências desse material biológico, o que aumenta ainda mais o risco de contaminação presente nos ambientes estudados, principalmente se os artefatos perfuro-cortantes encontrados nas praças, estiverem infectados por agentes biológicos transmitidos por meio das fezes.

Figura 01: Foto registrada na praça 2, demonstrando a prevalência de fezes animais presentes nos espaços de lazer estudados.



Fonte: O autor.



Tabela 01: Artefatos encontrados nas praças estudadas, no bairro Parque Industrial, Vila Industrial e Centro, havendo a presença de parques de recreação infantil nas praças 1, 3 e 6.

| Artefatos                                     | Praça 1 | Praça 2 | Praça 3 | Praça 4 | Praça 5 | Praça 6 | Praça 7 | Praça 8 |
|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Caco de vidro                                 | Sim     | Não     | Sim     | Sim     | Sim     | Não     | Sim     | Não     |
| Tampa enferrujada de garrafa                  | Sim     | Não     | Sim     | Sim     | Sim     | Não     | Não     | Sim     |
| Pedaço de madeira quebrado                    | Não     | Sim     | Sim     | Sim     | Sim     | Não     | Não     | Não     |
| Pino de droga                                 | Sim     | Não     | Sim     | Não     | Não     | Sim     | Sim     | Sim     |
| Linha de pipa                                 | Sim     | Não     | Não     | Não     | Não     | Não     | Não     | Não     |
| Pedaço de pá enferrujada                      | Não     | Sim     | Não     | Não     | Não     | Não     | Não     | Não     |
| Pedaço de metal cortado                       | Não     | Sim     | Não     | Não     | Não     | Não     | Não     | Não     |
| Pedaço de azulejo quebrado                    | Não     | Não     | Não     | Não     | Sim     | Não     | Sim     | Sim     |
| Pedaço de tijolo quebrado                     | Não     | Não     | Não     | Não     | Sim     | Sim     | Não     | Não     |
| Artefato desconhecido, enferrujado e cortante | Não     | Não     | Não     | Não     | Sim     | Não     | Não     | Não     |
| Tampa de garrafa de cerveja/refrigerante      | Sim     | Não     | Sim     | Sim     | Sim     | Não     | Sim     | Não     |

Fonte: O autor, 2019.

Tendo em vista os artigos encontrados, pode-se verificar que objetos cortantes, possuem um nível de contaminação maior por ser um vínculo direto e facilitado para a



penetração de seres microscópios, dessa forma, possibilitando que a disseminação de uma infecção ocorra rapidamente.

Como analisado no presente estudo, nem todos os artefatos foram encontrados no mesmo local, havendo uma diferenciação dos objetos por praça, podendo se observar que nas praças do bairro Parque Industrial onde há parques de recreação infantil a disponibilidade de artigos cortantes é maior e de mais fácil localização, apresentando um quadro preocupante para a saúde de crianças que utilizam o espaço para lazer.

Ainda observado, que apesar do fluxo de indivíduos que transitam na região Centro do município de São José dos Campos, a mesma possui uma incidência de artefatos com alto risco biológico menor, podendo verificar que esta região por ser uma área de grande rotatividade comercial e próxima a órgãos públicos é melhor conservada em relação as demais praças pesquisadas nos bairros adjacentes.

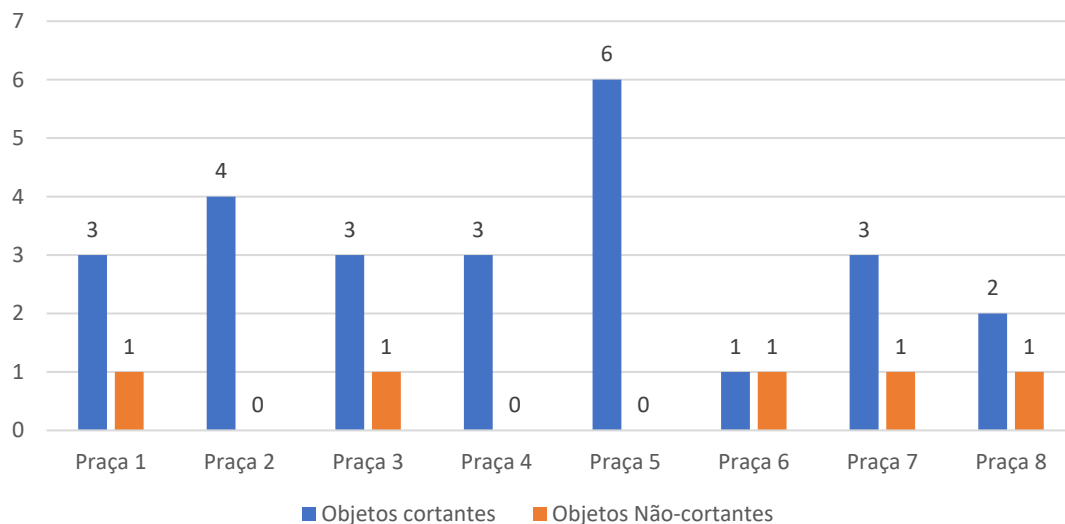
Figura 02: Imagem registrada logo após a ocorrência de manutenção da praça 6, presente na região Centro.



Fonte: O autor.

De acordo com os resultados obtidos, a Praça 5 presente na região Leste possui a maior incidência de objetos perfuro-cortantes entre as praças estudadas nos bairros Parque Industrial, Vila Industrial e Centro, demonstrando ser uma área de lazer de alto risco biológico às crianças que utilizam o local (Gráfico 01).

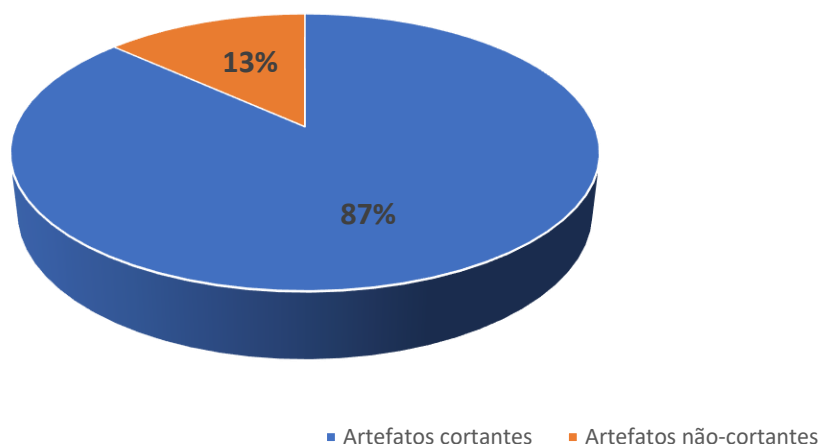
Gráfico 01: Amostragem dos objetos cortantes e não-cortantes presentes em cada praça estudada, sendo as praças numeradas de 1 a 4 localizadas no bairro Parque Industrial, praça 5 no bairro Vila Industrial e praça 6 a 8 no Centro da cidade.



Fonte: O autor.

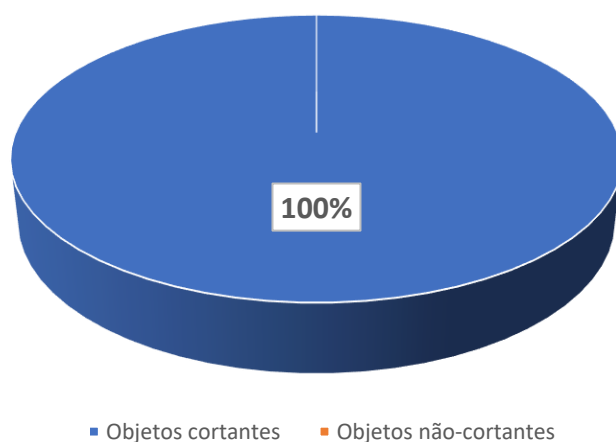
A respeito da incidência total entre as regiões analisadas, 87 % dos objetos encontrados no bairro Parque Industrial, 100 % dos artefatos localizados no bairro Vila Industrial e 84 % dos materiais estudados na região Centro apresentam risco de potenciais ferimentos aos frequentadores do local (Gráficos 2, 3 e 4).

Gráfico 2: Representação da porcentagem dos objetos cortantes e não-cortantes encontrados no total das praças do bairro Parque Industrial, localizadas na zona Sul.



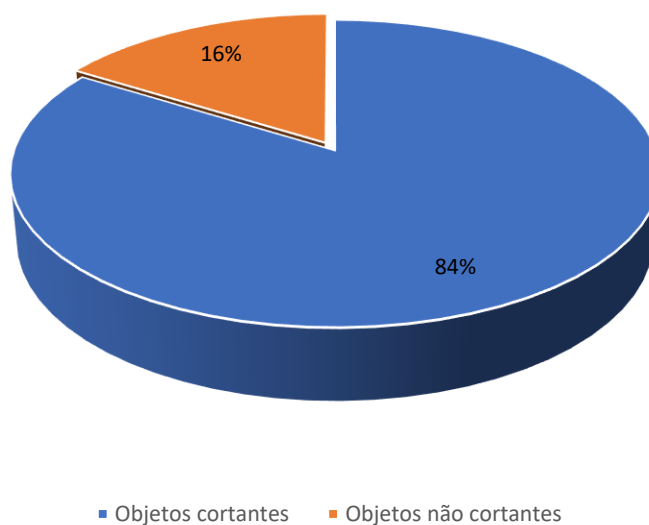
Fonte: O autor.

Gráfico 03: Incidência de artefatos cortantes e não-cortantes encontrados no bairro Vila Industrial, localizado na zona Leste.



Fonte: O autor.

Gráfico 04: Representação da porcentagem dos objetos cortantes e não-cortantes encontrados no total das praças do Centro da cidade.



Fonte: O autor.

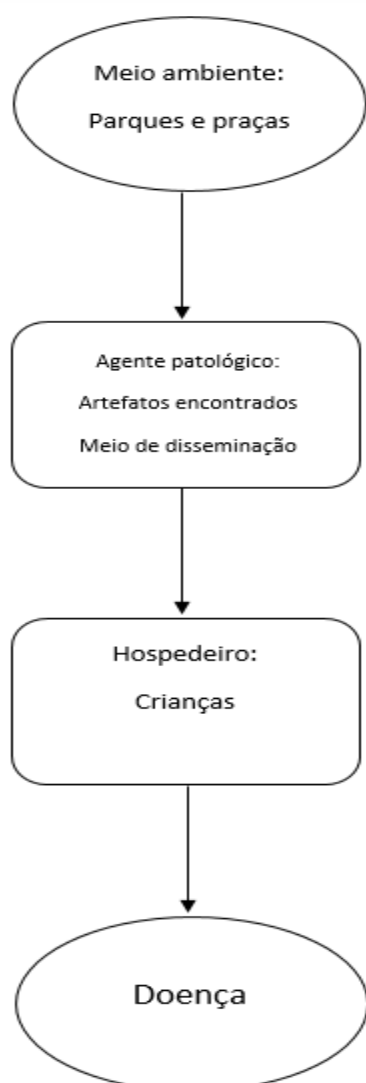
Desse modo, com a taxa de artefatos cortantes superiores aos não cortantes, os mesmos propiciam o início de um processo de contaminação que acontece em dois períodos, chamados de período pré-patogênico e período patogênico.

Com isso, para que ocorra uma contaminação, alguns fatores devem ser levados em conta, como o período pré-patogênico, no qual para acontecer é necessário que esteja presente o agente, o hospedeiro e o meio ambiente,

promovendo condições apropriadas para o processo de contaminação, dando origem ao período patogênico, este que é produzido estímulo-doença suficiente para causar uma alteração na homeostase dos organismos vivos<sup>8</sup>.

De acordo com a pesquisa de campo, as praças analisadas possuem todos os fatores precisos para que haja uma alta incidência de acidentes e lesões, havendo a possível presença de agentes contaminantes, o hospedeiro, no caso crianças e o meio ambiente pelo qual acontece o vínculo entre o agente e o hospedeiro, sendo representado pelos parques e praças.

Fluxograma 01: Relação do período pré-patogênico e patogênico com o estudo de campo.



Fonte: O autor.

A maior parte dos seres microscópicos habitam o solo, contudo, não necessariamente pelo fato de um objeto estar em um ambiente externo que esteja contaminado. Para que isso ocorra é preciso que o artefato esteja infectado por algum agente patológico, sendo as doenças mais comuns aquelas provocadas por vírus, as bacterioses, causadas por agentes bacterianos, por fungos, e aquelas geradas por seres não-microscópicos como helmintos e protozoários.

Com isso, tendo em vista os artefatos encontrados e o que foi citado acima, houve a correlação dos mesmos com os agentes biológicos causadores de doenças infecciosas, como as tampas enferrujadas de garrafas, objetos metálicos enferrujados e as farpas de madeira que são vínculos diretos e de perfuração para a contaminação por ***Clostridium tetani***, bactéria anaeróbia, produtora de neurotoxina e presente na natureza em forma de esporos.

Essa bactéria causadora do Tétano, produz a paralisia muscular espástica, gerada pela inibição do neurotransmissor Gama-aminobutírico (Gaba) nos neurônios motores, se ligando ao tecido neural e causando paralisia e os espasmos, podendo levar à morte por insuficiência respiratória<sup>9</sup>.

Figura 03: Tapa enferrujada de garrafa coletada na praça 1.



Fonte: O autor.



Figura 04: Tampa enferrujada de enlatado coletada na praça 2.



Fonte: O autor.

Outro objeto encontrado nas praças e parques, foram os cacos de vidro presente em 5 das 8 praças analisadas, artefato causador de doenças como o Tétano, já citado, e a Gangrena gasosa, que possui como agente infeccioso o ***Clostridium perfungens***, uma bactéria anaeróbia, esporulada, produtora de toxinas, gram-positiva e da mesma família do Clostridium causador do Tétano. Essa bactéria possui como meio de transmissão objetos cortantes presentes no solo, em ambientes urbanos e rurais, apresentando um quadro clínico de dor, anemia hemolítica, insuficiência renal aguda, icterícia, fraqueza, braquicardia e sua principal característica, as feridas com presença de bolha de gás e mal odor <sup>9</sup>.

Figura 05: Representação de caco de vidro localizado na praça 5.



Fonte: O autor.

Dentre os agentes infecciosos que podem ser transmitidos por meio de lesões causadas por objetos como os encontrados nas praças estudadas, pode-se citar também o ***Staphylococcus aureus***, uma bactéria em forma de cachos e gram-positiva, produtora de diversas toxinas e substâncias pelas quais podem levar a infecções em feridas.

Essas bactérias podem se multiplicar e permanecer em apenas um local, liberando toxinas e matando as células do tecido atingido, podendo causar um abscesso, contudo, é possível que ocorra a disseminação por meio da corrente sanguínea até tecidos mais próximos, levando a uma infecção secundária, que em casos mais graves pode acarretar em quadros de pneumonia, meningite, e abscesso em órgãos como os rins, fígado, baço, pâncreas, entre outras estruturas<sup>10</sup>.

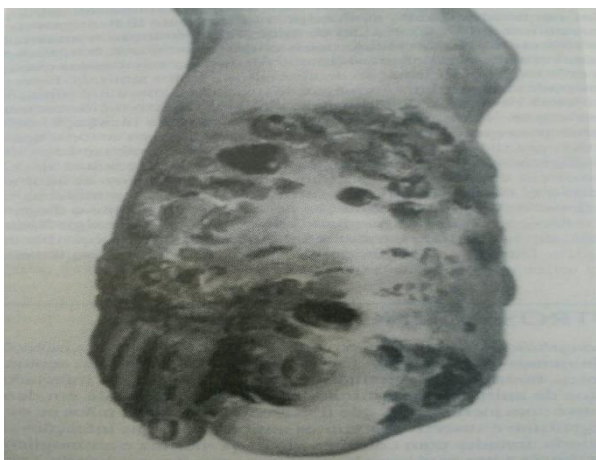
Figura 06: Parque presente na praça 1.



Fonte: O autor.

Também causado pelos artefatos localizados nas praças e parques, pode haver a contaminação de outros microrganismos como as bactérias do gênero ***Actinomadura***, ***Nocardiosis***, ***Streptomyces***, ***Nocardia*** e os fungos do gênero Eumicetos, os quais podem causar infecção em tecido cutâneo e subcutâneo conhecido por Micetoma, adquirida por meio de traumas na pele, principalmente na região dos pés. Essa infecção pode gerar abscessos que se rompem dando origem as fístulas, apresentando um quadro crítico de lesões na pele<sup>11,12</sup>.

Figura 07: Imagem retirada do livro Microbiologia Médica, Murray P. R, 2000, representando um indivíduo acometido por Micetoma.



Fonte: O autor.

Figura 08: Representação de pedaço de pá enferrujada encontrada na praça 2.



Fonte: O autor.

Contudo, estes são apenas alguns dos diversos agentes patológicos que podem causar uma grave contaminação em crianças que utilizam estes ambientes para recreação, abordados como exemplificação de microrganismos causadores de doenças provocadas por artefatos que estiverem contaminados e principalmente perfuro-cortantes.

Sobre os artefatos não cortantes, o grau de risco de contaminação por microrganismos é inferior se comparado aos itens cortantes, devendo se atentar aos perigos de uma criança ingerir algum resíduo químico contido nos pinos de droga, por



exemplo, ou até mesmo provocar uma asfixia por obstrução de vias aéreas por estes materiais.

Tabela 02: Representação de algumas possíveis doenças transmitidas pelos objetos encontrados nos parques e praças.

| Agente Etiológico                                                                                 | Doenças causada              | Meio de transmissão                                                                 | Sintomas                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Clostridium tetani</i>                                                                         | Tétano                       | Objetos cortantes e contaminados, encontrados no solo.                              | Comprometimento generalizado, em músculos bulbares e paraespinhais, localizado com lesões na região primária e cefálica, com acometimento no ouvido.                    |
| <i>Clostridium perfringens</i>                                                                    | Gangrena gasosa              | Objetos cortantes e contaminados, encontrados no solo de regiões urbanas e rurais.  | Dor, anemia hemolítica, insuficiência renal aguda, icterícia, fraqueza, braquicardia e presença de bolhas de gás e mal odor.                                            |
| <i>Staphylococcus aureus</i>                                                                      | Doença infecciosa bacteriana | Objetos cortantes e contaminados, encontrados no solo.                              | Lesão primária: abscesso no tecido local.<br><br>Lesão secundária: pneumonia, meningite, e abscesso em órgão como os rins, fígado, baço, pâncreas, entre outros órgãos. |
| Gêneros:<br><i>Actinomyces</i> ,<br><i>Nocardia</i> ,<br><i>Streptomyces</i> e<br><i>Nocardia</i> | Micetoma                     | Traumas na pele, por meio de objetos cortantes e contaminados, encontrados no solo. | Abcesso e fístulas. Lesões graves na pele.                                                                                                                              |
| Fungos do gênero:<br><i>Eumycetes</i>                                                             | Micetoma                     | Traumas na pele, por meio de objetos cortantes e contaminados, encontrados no solo. | Abcesso e fístulas. Lesões graves na pele.                                                                                                                              |

Fonte: O autor, 2019.

## 5. CONCLUSÃO

Tendo em vista os artefatos nas regiões estudadas, pode-se concluir que as regiões periféricas ao Centro do município de São José dos Campos são mais contaminadas com artefatos de alto risco biológico, sendo ambientes com maior probabilidade de acidentes por meio de objetos perfuro-cortantes, devendo haver um cuidado mais minucioso ao se utilizar estas praças para lazer de crianças. Contudo, em relação a incidência das fezes não há uma diferenciação por praça, uma vez que, em 100 % das praças analisadas foram encontrados este material, aumentando consideravelmente os riscos de contaminação e proliferação de microrganismos.

Por fim, pode ser comentado ainda a respeito da conscientização da própria população residente de outras e das regiões estudadas com relação ao descarte de objetos que possuem risco iminente de contaminação, para que assim haja minimização de prejuízos a estas crianças e ao próprio meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

1. Ministério do Meio Ambiente. Lixo, 2013 [acesso 12 set 2019] Disponível em [https://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur/\\_publicação/140\\_publicacao09062009031109.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicação/140_publicacao09062009031109.pdf)
2. Côndilo Neves. A, Susceptibilidade a infecções: imaturidade imunológica ou imunodeficiência?, revista Rev Med (São Paulo). 2014; 93(2):78-82.
3. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. Organização Mundial da Saúde. Cartilha de vacinas [acesso 9 set 2019] Brasília; 2003. Disponível em: [bvsms.saude.gov.br](http://bvsms.saude.gov.br).
4. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde: Classificação de Riscos dos Agentes Biológicos, Brasília, Ed.3, 2017.
5. Rapparini C, Reinhardt E.L, Programa de prevenção de acidentes com materiais perfurocortantes em serviços de saúde, Ministério do Trabalho e emprego, São Paulo, 2010.
6. Vasconcelos Vilela R. B, Riscos Biológicos Guia Técnico, Secretária de Inspeção do Trabalho, Brasília, 2008.
7. Paganella Otto W. Reconhecimento e controle de riscos ambientais nas atividades de triagem de material reciclável [especialização]. Porto Alegre: Programa de especialização em Reconhecimento e controle de riscos ambientais nas atividades de triagem de material reciclável da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.
8. Philippi Santos M.L, Malavassi M.E, Arone E.M. Enfermagem em doenças transmissíveis. São Paulo: Senac São Paulo, 2000. p. 17.
9. Carneiro Ventura N. J. As Neurotoxinas de Clostridium sp. – Os mecanismos de ação e a sua importância clínica [dissertação de mestrado]. Porto: Programa de pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Fernando Pessoa; 2015.
10. Pelczar Jr. M.J, Chan E.C.S, Krieg R.N, Microbiologia, São Paulo: Makron Books Ltda, Ed.2, Volume 2, 1996.
11. Murray P. R, Microbiologia Médica Básica, 1ª ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro; 2018.
12. Murray P. R, Rosenthal K.S, Kobayashi G.S, Pfaller M.A, Microbiologia Médica, 3ª ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro; 2000;

# CAPÍTULO 23

## FUNGOS NEMATÓFAGOS: UMA OPÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DOS NEMATÓIDES DAS GALHAS.

### **Ana Maria Maciel dos Santos**

Doutora em Melhoramento Genético de Plantas pela UFRPE  
Pesquisadora do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste.  
Av. Prof. Luís Freire, 1 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-545.  
E-mail: agrom1960@yahoo.com.br

### **Lindomar Maria de Souza**

Doutora em Botânica pela UFRPE  
Pesquisadora do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste.  
Av. Prof. Luís Freire, 1 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-545.  
E-mail: lindomarsouza.ufrpe@gmail.com

### **Bianca Galúcio Pereira Araújo**

Doutoranda em Melhoramento Genético de Plantas pela UFRPE  
Tecnologista do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE  
Av. Prof. Luís Freire, 1 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-545.  
E-mail: bianca.araujo@cetene.gov.br

### **Kleyton Danilo da Silva Costa**

Doutor em Melhoramento Genético de Plantas pela UFRPE  
Professor do IFAL, Campus Piranhas  
Av. Sergipe, 1477, Piranhas - AL, 57460-000.  
E-mail: kd.agro@gmail.com

### **Cristina dos Santos Ribeiro Costa**

Doutoranda em Melhoramento Genético de Plantas pela UFRPE  
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900  
E-mail: cristinasrcosta@gmail.com

### **Larissa Vasconcelos Santos**

Graduanda em Engenharia Agrônômica pela UFAL  
Av. Lourival Melo Mota, s/n – Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, 57072-900  
E-mail: larissavasconcelos18@outlook.com

**RESUMO:** Os nematoides são patógenos que causam grandes prejuízos nas áreas agrícolas, parasitam as plantas causando danos e prejuízos econômicos, tendo em vista que, uma vez presentes no solo, é praticamente impossível erradicá-los do local. Dentro desse grupo de parasitas de plantas, os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* são os de maior importância, agrupando espécies cosmopolitas, polífagas e agressivas. Visando controlar as populações dos nematoides das galhas em áreas agrícolas contaminadas por esses patógenos, recomenda-se a adoção do manejo integrado de nematoides, buscando a interação de técnicas que possibilitem alcançar uma produtividade desejada da maneira mais sustentável possível. Nesse contexto, o controle biológico a partir de fungos nematófagos é uma opção que deve ser

incorporada ao manejo dos nematoides das galhas. Buscando colaborar na compreensão do controle dos nematoides das galhas por meio de fungos nematófagos, foi elaborado no presente trabalho uma abordagem descritiva detalhada a partir de uma revisão de literatura nos trabalhos publicados na área.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Meloidogyne*; manejo sustentável; microrganismo; armadilhas; endoparasitas; toxinas.

**ABSTRACT:** Nematodes are pathogens that cause great damage in agricultural areas, parasitize plants causing economic damage and losses, considering that, once present in the soil, it is practically impossible to eradicate them from the site. Within this group of plant parasites, phytonematodes of the genus *Meloidogyne* are the most important, grouping cosmopolitan, polyphagous, and aggressive species. To control the root-knot nematodes populations in agricultural areas contaminated by these pathogens, the adoption of integrated nematode management is recommended, seeking the interaction of techniques that make it possible to achieve the desired productivity in the most sustainable way possible. In this context, biological control from nematophagous fungi is an option that should be incorporated into the management of root-knot nematodes. Seeking to collaborate in the understanding of the control of root-knot nematodes utilizing nematophagous fungi, a detailed descriptive approach was elaborated in the present work based on a literature review in the works published in the area.

**KEYWORDS:** *Meloidogyne*; sustainable management; microorganism; traps; endoparasites; toxins.

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas são acometidas por diversas espécies nocivas, dentre as quais se destacam os insetos e ácaros, animais metazoários do filo Arthropoda, conhecidos como pragas agrícolas. Além das pragas, as plantas também são atacadas por fungos, bactérias, vírus, phytoplasma, nematoides, entre outros patógenos que causam uma ampla diversidade de doenças. Os nematoides parasitas de plantas apresentam uma alta densidade populacional, o que causa redução no rendimento da maioria das culturas de importância agrícola. Tais patógenos causam perdas da ordem de 12 % na produção mundial de alimentos, fato que acarreta prejuízos econômicos de cerca de US\$ 121 bilhões por ano (CHITWWOD, 2003; NICOL et al., 2011; FERRAZ & BROWN, 2016).

Dentre os nematoides parasitas de plantas, os pertencentes ao gênero *Meloidogyne* (nematoides de galhas); *Heterodera* e *Globodera* (nematoides de cistos); *Rotylenchulus* (nematoides reniformes); *Pratylenchus* (nematoides das lesões radiculares); *Radopholus* (nematoides cavernícolas); *Tylenchulus* (nematóide dos citros) e *Nacobbus* (falsos nematoides de galhas), são os que possuem maior importância no Brasil e no mundo (FERRAZ & BROWN, 2016).

Os nematoides das galhas são os que possuem maior importância mundial devido ao alto grau de polifagia, ampla distribuição geográfica e grandes perdas econômicas nas lavouras agrícolas de todo o mundo. São conhecidas mais de 100 espécies de *Meloidogyne*, dentre as quais, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* são as de maior importância para agricultura mundial por parasitarem mais de 3000 espécies de plantas. No Brasil, além das espécies citadas anteriormente, podemos acrescentar na lista o *M. enterolobii* e *M. paranaensis* (HUNT & HADDOO, 2009; FERRAZ & BROWN, 2016).

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são patógenos de difícil controle e que promovem danos às espécies cultivadas, resultando em perdas de aproximadamente 5% da produção agrícola mundial (MCCARTER, 2008). Um fator que influencia fortemente na distribuição do *Meloidogyne* spp. é a textura do solo, sendo os solos arenosos os que melhor favorecem o desenvolvimento do patógeno, além da textura, a presença e desenvolvimento dos nematoides das galhas está associada a solos de pH neutro (ROBINSON, 1987), onde podem persistir em dormência por determinado período de tempo. Davis e Anderson (2012) afirmam que sem o hospedeiro os ovos

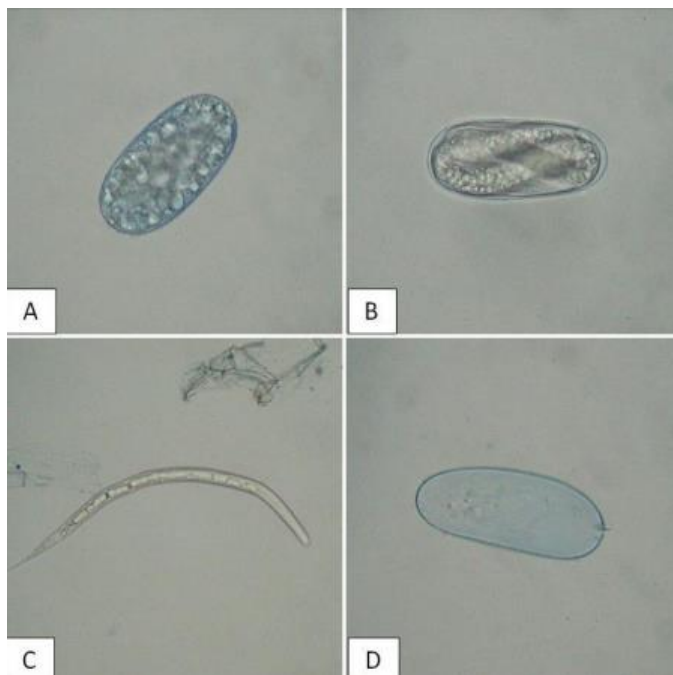
desses nematoides resistem a estresses ambientais e nematicidas e eclodem apenas sob a estimulação de emanções da raiz da planta.

Os nematoides das galhas são endoparasitas obrigatórios, com dimorfismo sexual (fêmeas adultas apresentam corpo globoso, periforme e são sedentárias enquanto os machos possuem corpo vermiforme, o ciclo de vida é afetado por fatores ambientais e pela espécie vegetal hospedeira, fato esse, que influencia diretamente na diferenciação sexual, reprodução e fecundidade (MOURA, 1996; GOMES, 2006; DIAS-ARIEIRA, 2008; STROZE, 2013).

Em geral, as fêmeas põem as ootecas (matriz gelatinosa de constituição lipoprotéica contendo em torno de 500 - 2000 ovos), conhecidas por massas de ovos aderidas externamente ao tecido vegetal. Ainda dentro do ovo ocorre a formação do juvenil de primeiro estágio (J1) e, posteriormente, há a primeira ecdise formando o juvenil de segundo estágio (J2) (Figura 1). O J2 (forma infectante) perfura o ovo com seu estilete e eclode, indo posteriormente em busca de uma raiz para parasitar. Ao encontrar uma raiz, penetra pela região meristemática, próxima à coifa, e migra até as células do feixe vascular onde injeta secreção esofagiana que irá ativar genes da planta para o desenvolvimento de cerca de 5 - 6 células gigantes, as quais constituirão o sítio de alimentação do patógeno.

Nessa região, irá ocorrer a formação da galha, a qual é um sinal visível no sistema radicular da presença do patógeno. Após instalação do sítio de alimentação, o nematoide torna-se sedentário e continuará seu desenvolvimento passando por mais três ecdises, originando o J3, J4 e adulto, respectivamente. A fêmea continua na raiz e reinicia um novo ciclo, enquanto o macho deixa a raiz e vai para o solo.

**Figura 01.** Desenvolvimento de *Meloidogyne enterolobii*: A) ovo; B) juvenil no ovo; C) juvenil de segundo estágio eclodido; D) ovo vazio (Fonte: SILVA, 2015).



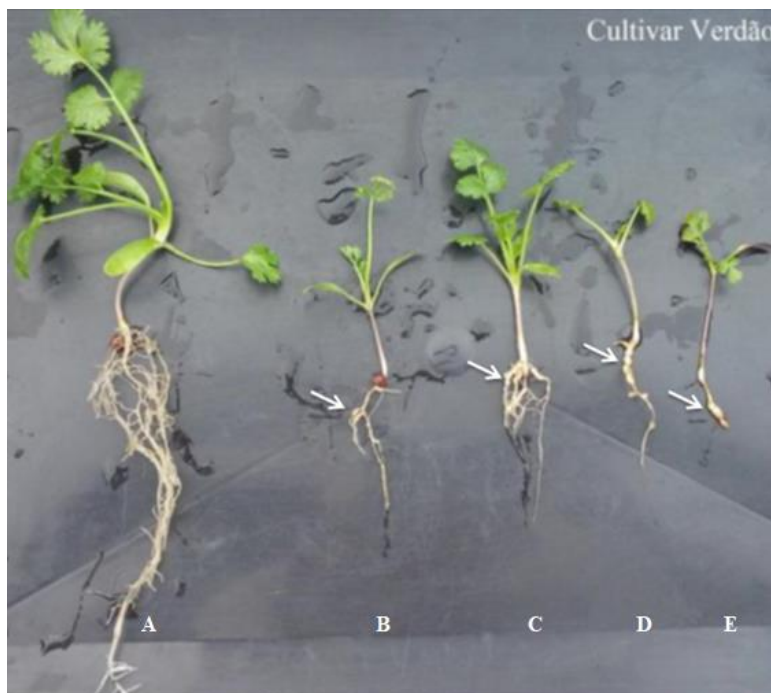
Fonte: Os autores.

Após a instalação do sítio de alimentação, o nematoide será um dreno na planta, reduzindo a translocação da seiva bruta das raízes para as folhas o que irá promover a formação de sintomas semelhantes aos apresentados por deficiência nutricional. Isso ocorre devido à atividade metabólica das células gigantes, que forma o sítio de alimentação, que vão promover a mobilização de fotoassimilados da parte aérea para as raízes e, principalmente para as próprias células gigantes, local onde o nematoide se alimenta (PERRY et al., 2009).

A redução do desenvolvimento e produção vegetal é variável em função de diversos fatores: nível populacional e espécie do nematoide; ação combinada dos nematoides com outros agentes patogênicos como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.; nível de suscetibilidade do genótipo cultivado; fertilidade do solo (GOMES et al., 2011); entre outros. A presença das galhas no sistema radicular das plantas infectadas pelos nematoides do gênero *Meloidogyne* fez com que esses ficassem conhecidos como nematoides das galhas (Figura 02).



Figura 02. Galhas (indicadas pelas setas brancas) em plantas de coentro da cultivar Verdão aos 30 dias após a inoculação com diferentes concentrações de inóculo de *M. incognita* raça 1.



A) 0 ovos/planta; B) 1.000 ovos/planta; C) 2.000 ovos/planta; D) 4.000 ovos/planta; E) 8.000 ovos/planta. É visível a redução no desenvolvimento das plantas à medida que se aumenta o número de ovos inoculados por planta (SANTOS, 2018).

Fonte: Os autores.

O ciclo de vida dos nematoides do gênero *Meloidogyne* sofre influência de diversos fatores: temperatura, umidade, características do solo, manejo cultural e planta hospedeira. Geralmente a reprodução é partenogenética, mitótica ou meiótica (estando a presença de machos relacionada às condições ambientais adversas); com tempo de duração do ciclo (de ovo a ovo) entre 22 a 30 dias em temperatura média de 27° C. Temperaturas acima dos 40° C e inferiores a 5° C interrompem as atividades vitais de tais espécies, pois a temperatura influencia tanto no nematoide (desde o processo de embriogênese, desenvolvimento, eclosão, até a mobilidade e distribuição geográfica), quanto no hospedeiro, promovendo alterações morfológicas e fisiológicas (SIDDIQI, 2000; FOGANHOLI, 2012; STROZE, 2013).

Quanto à disseminação, as larvas J2 caminham no solo aproximadamente um centímetro por dia. Logo, para que ocorra a difusão é necessária a intervenção de agentes de disseminação como atividades agrícolas: a utilização de mudas enraizadas produzidas em viveiros infestados; solo aderido às ferramentas, máquinas agrícolas, cascos de animais, água de irrigação e enxurradas podem conter ootecas (BRASS et al., 2008).

Devido ao elevado custo e dificuldades encontradas no controle dos nematoides das galhas, faz-se necessária a adoção do manejo integrado por meio da associação de estratégias de exclusão (por meio de fiscalização e/ou interceptação de material contaminado); controle varietal (desenvolvimento e utilização de variedades de polinização livre e de híbridos com resistência); controle cultural (utilização de manejo que favoreça as plantas cultivadas em detrimento ao nematoide, como a rotação de culturas); controle químico (utilização de agrotóxicos); controle biológico, o qual consiste na utilização de uma ampla gama de predadores ou parasitas dos nematoides: nematoides, microartrópodes, protistas, tardígrados, bactérias e fungos. Geralmente a aplicação de agrotóxicos é utilizada em algumas culturas visando controlar os nematoides, contudo, a exclusão desses produtos do mercado devido aos efeitos maléficos causados à saúde humana e ao meio ambiente (WESEMAEL et al., 2011; FERRAZ & BROWN, 2016) tem estimulado a adoção de outras medidas de controle, dentre elas o manejo biológico.

O fato de alguns solos apresentarem comportamento supressivo aos nematoides, juntamente com a interdição de alguns nematicidas, reviveu o interesse do controle biológico de fitonematoides (CARNEIRO, 1992). Neste contexto, a busca por novas estratégias de controle biológico é uma opção que deve ser explorada com mais intensidade visando uma produção sustentável.

Segundo Nunes et al., (2010), o controle biológico apresenta muitas vantagens quando comparado ao controle químico: é mais barato; apresenta fácil aplicação; não contamina; não deixa resíduos e nem desequilibra o meio ambiente. A escolha dos microrganismos que serão utilizados como agentes de controle de nematoides, parasitas de plantas, é fundamentada em características essenciais: não ser patógeno de plantas, seres humanos e demais animais; ter alta capacidade de reduzir a densidade de nematoides; apresentar a capacidade de sobrevivência no solo mesmo em condições adversas e na ausência do hospedeiro; parasitar diversas espécies de fitonematoides; ter capacidade de se disseminar no solo; apresentar viabilidade produtiva e econômica; ser compatível com fertilizantes, defensivos e demais práticas culturais; manter-se infectivo durante o tempo de armazenamento (FERRAZ et al., 2010).

## 2. FUNGOS NEMATÓFAGOS

Em 1852, Fresenius isolou e descreveu o primeiro fungo nematófago (*Arthrobotrys oligospora*). No entanto, só em 1888 que foi descoberto seu hábito predatório pelo pesquisador Zopf. Já o primeiro fungo nematófago endoparasito descrito foi *Harposporium anguillulae*, em 1874 por Lohde. Apenas em 1937, foi publicado por Drechsler um trabalho extenso no qual explanou detalhes sobre as espécies já descritas e descreveu mais 15 novas espécies de fungos nematófagos.

Esse trabalho deu grande contribuição para área de controle biológico de fitonematoides com fungos nematófagos. Drechsler (período de 1933 a 1975), Duddington (período de 1950 a 1972) e Barron (desde 1969) contribuíram imensamente para o desenvolvimento inicial na área de controle biológico de nematoides, isolando e descrevendo detalhadamente novas espécies de fungos. Em 1964 Cooke & Godfrey reuniram em uma única obra informações sobre os fungos nematófagos que estavam dispersas e sem nenhuma organização até aquele momento. (GRAY, 1987; GRAY, 1988; FERRAZ & SANTOS, 1995).

No Brasil, os estudos a respeito do controle biológico de nematoides com fungos nematófagos foram iniciados em 1981 com Alcântara e Azevedo por meio do isolamento de fungos nematófagos a partir de nematoides infectados, contudo, esses fungos eram apenas oportunistas. Freire e Bridge em 1985 estudaram o parasitismo do *M. incognita* pelos fungos *Verticillium chlamydosporium* e *Paecilomyces lilacinus* (FERRAZ & SANTOS, 1995).

A partir desse trabalho, diversos outros vêm sendo realizados estudando diferentes espécies de fungos nematófagos (predadores, endoparasitas, parasitas de ovos e fêmeas, produtores de toxinas) no manejo de diferentes fitonematoides de importância para a agricultura nacional e mundial (nematoides das galhas, nematoides dos cistos, nematoides das lesões, nematoide reniforme, entre outros).

O solo apresenta uma rica diversidade de espécies, com diversos microrganismos que interagem entre si, como os fungos nematófagos que apresentam potencial para o controle biológico dos nematoides parasitas de plantas. Entre os 200 parasitas, predadores e patógenos de nematoides conhecidos, cerca de 75 % são fungos que apresentam diferentes mecanismos de capturar e atacar nematoides, sendo esses fungos encontrados em solos agrícolas em todo o mundo. Além disso, cerca de 76 % das pesquisas na área de controle biológico de nematoides têm como

alvo os fungos nematófagos (JATALA, 1986; CARNEIRO, 1992; FERRAZ et al., 2001; DEVI, 2018).

Esses fungos exercem influência no comportamento dos nematoides, no reconhecimento da planta pelo patógeno e inibem a população dos fitonematoídes através de dispositivos de captura ou por meios de enzimas e produtos metabólicos (DEVI, 2018). Nesse contexto, o isolamento e avaliação desses fungos têm sido realizados por diversos grupos de pesquisa no mundo, buscando isolados promissores para a produção de bionemáticas que possam ser utilizados no manejo integrado de nematoides.

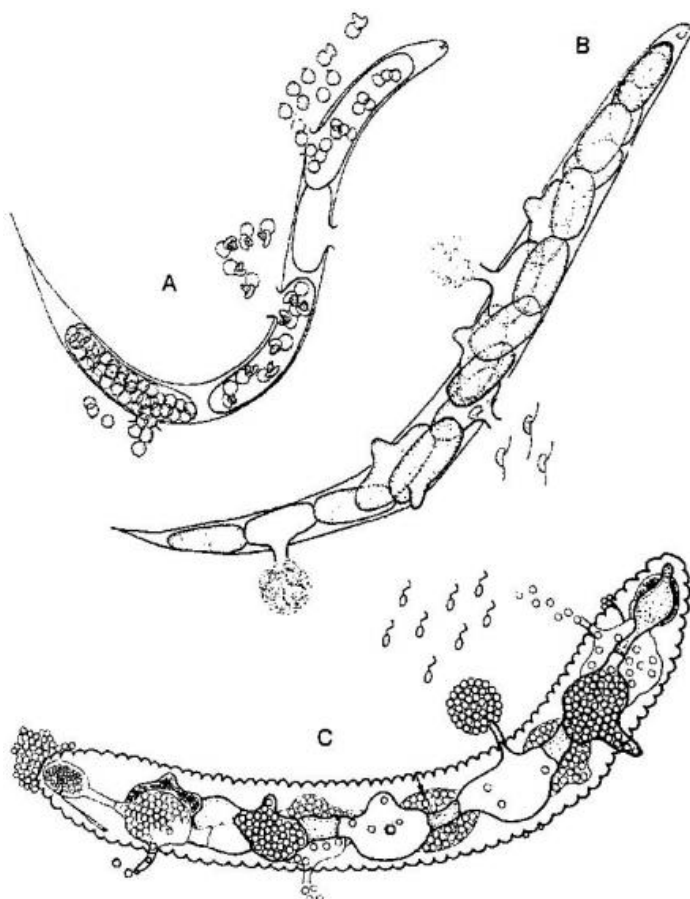
### 3. FUNGOS NEMATÓFAGOS ENDOPARASITAS

Os fungos nematófagos são divididos em endoparasitas de formas ativas, predadores, produtores de metabólitos tóxicos e oportunistas (parasitas de ovos, cistos e fêmeas sedentárias). Os endoparasitas (*Catenaria*, *Haptoglossa*, *Hirsutella*, *Nematoctonus*) produzem esporos com pouca reserva (para imediata colonização do solo), ficando dormentes até a adesão a um nematoíde que entre em contato com ele. Entretanto, esses fungos apresentam algumas limitações: são dependentes do parasitismo de nematoides; apresentam fase saprofítica limitada; não desenvolvem hifas externas, dificultando sua disseminação no solo e comprometendo a eficiência do controle dos nematoides, já que depende do número e distribuição dos esporos no solo; são sensíveis às variações de pH, metais, sais, etc. Dessa forma, esses fungos apresentam pouco potencial de uso no controle biológico devido sua baixa competitividade (BARRON, 1977; FERRAZ & SANTOS, 1995; SIDDIQUI & MAHMOOD, 1996).

Normalmente os fungos nematófagos endoparasitas apresentam alta especificidade com os nematoides, sendo dificilmente mantidos na ausência dos vermes, e dependendo da espécie do fungo, são capazes de atacar qualquer estágio do nematoíde. No caso da espécie *Hirsutella rhossiliensis*, os conídios aderem-se ao nematoíde liberando toxinas para imobilizá-lo. Em seguida ocorre a germinação dos conídios, a partir dos quais irão se desenvolver as hifas, que penetram na cutícula do nematoíde entrando no seu interior e consumindo seu conteúdo interno. Após o consumo do conteúdo interno do nematoíde, conídios adesivos emergem da cutícula do verme prontos para parasitar outro nematoíde que entre em contato com eles (DEVI, 2018).

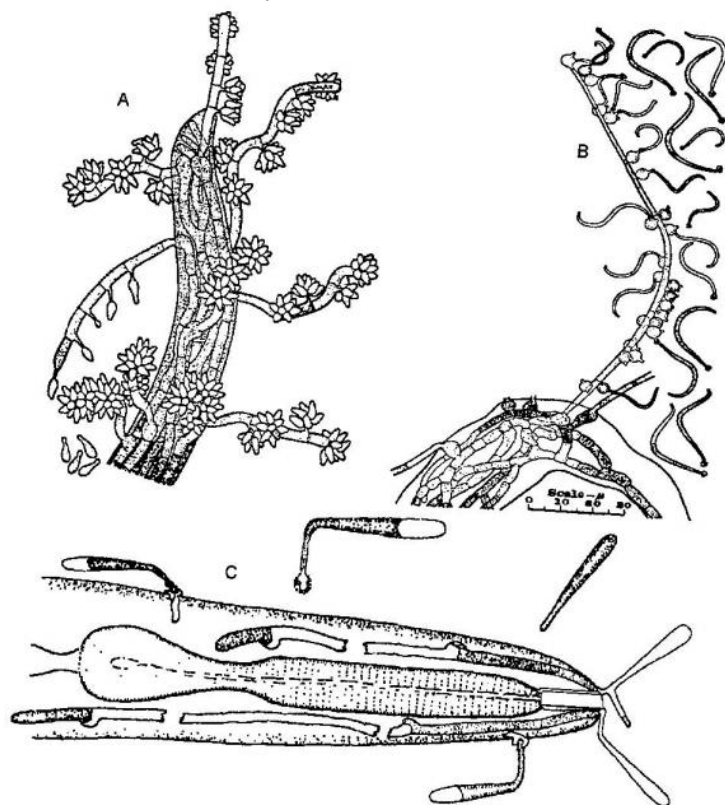
Abaixo segue a ilustração de algumas espécies de fungos nematófagos endoparasitos (Figura 03 e 04).

**Figura 03.** Fungos nematófagos endoparasitos da subdivisão Mastigomycotina: A) *Haptoglossa heterospora*; B) *Myzocytiium lenticular*; C) *Catenaria anguillulae* (Fonte: FERRAZ & SANTOS, 1995; adaptado de ESSER & RIDINGS, 1973; BARRON, 1976; BARRON, 1977).



Fonte: Os autores.

**Figura 04:** Fungos nematófagos endoparasitos das subdivisões Deuteromycotina e Basidiomycotina: A) *Harposporium helicoides*; B) *Drechmeria coniospora*; C) *Nematoctonus leiosporus* (Fonte: FERRAZ & SANTOS, 1995; adaptado de DRECHSLER, 1941; BARRON, 1977).



Fonte: Os autores.

O controle dos nematoides das galhas pelos fungos endoparasitas de formas ativas não é interessante, já que o nematoide é endoparasita, estando o J2 durante pouco tempo no solo, aliado a isso há as limitações desse grupo de fungos, citadas anteriormente.

#### 4. FUNGOS NEMATÓFAGOS PREDADORES

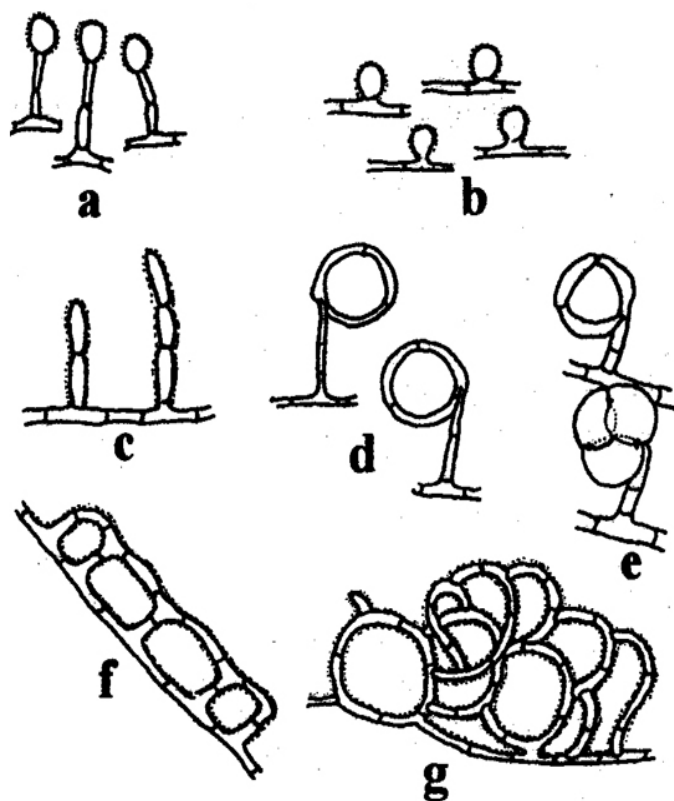
Semelhante aos fungos endoparasitas, os fungos predadores dependem dos nematoides não entrarem nas raízes para ter maior possibilidade de sucesso no controle, já que produzem armadilhas para capturar as formas ativas dos fitonematoides presentes no solo (STIRLING, 1991).

Devido os fungos não se movimentarem, necessitam atrair os nematoides, para isso, os fungos nematófagos predadores liberam compostos quimioatrativos no ambiente como as substâncias paganin A e blumenol A produzidas pelos botões adesivos de *Arthrobotrys entomopaga* (WU et al., 2013; DEGENKOLB &

VILCINSKAS, 2016). Tais substâncias atraem os nematoides às armadilhas produzidas pelos fungos para captura-los.

Os hifomicetos predadores são caracterizados por estruturas de captura especializadas, que secretam substâncias colantes as quais se aderem aos nematoides quando esses entram em contato. Entre as estruturas (Figura 5 e 6) estão: nódulos adesivos pedunculados; nódulos adesivos sésseis; hifas adesivas não modificadas; hifas modificadas em anéis não constritores; hifas modificadas em anéis constritores; hifas adesivas modificadas em redes bidimensionais; hifas adesivas modificadas em redes tridimensionais ou anéis adesivos. Tais estruturas estão presentes em gêneros como *Arthrobotrys*, *Dactylaria*, *Dactylella*, *Thrichothecium*, *Monacrosporium*, *Candelabrella*, *Stylophaga*, *Cystophaga* (CARNEIRO, 1992; PADILHA, 1996).

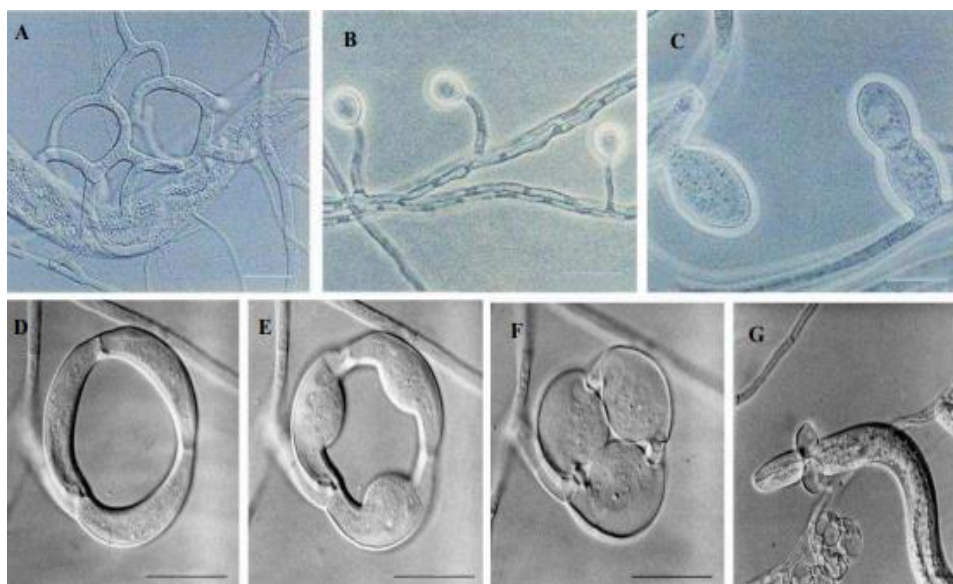
**Figura 05.** Armadilhas utilizadas por fungos nematófagos: a) nódulos adesivos pedunculados; b) nódulos adesivos sésseis; c) hifas adesivas não modificadas; d) hifas modificadas em anéis não constritores; e) hifas modificadas em anéis constritores (abertos e fechados); f) hifas adesivas modificadas em redes bidimensionais; g) hifas adesivas modificadas em redes tridimensionais (Fonte: PADILHA, 1996; adaptado de BARRON,1977).



Fonte: Os autores.



**Figura 06.** Armadilhas de captura de nematoides: A) Rede adesiva tridimensional de *A. oligospora*, digerindo nematoide, barra, 20µm; B) Botões adesivos de *Monacrosporium haptotylum*, barra, 10µm; C) Hifas adesivas de *Monacrosporium geophyropagum*, barra, 10µm; D-F) Anel constritor de *Arthrobotrys brochopaga* formado por três hifas septadas que enchem de fluido quando estimuladas, barra 10µm; G) Nematóide aprisionado de forma irreversível por anel constritor de *A. brochopaga*, barra 5 µm. (Fonte: SILVEIRA, 2018; Reproduzido e adaptado de NORDBRING-HERTZ et al., 2006).



Fonte: Os autores.

As armadilhas são produzidas em intervalos ao longo da hifa, como resposta dos fungos nematófagos predadores à presença de nematoides ou das substâncias derivadas deles. Porém, o ambiente também influencia, onde a escassez de água e/ou de nutrientes são fatores promotores para o desenvolvimento das armadilhas. Devido a essas necessidades para a produção das armadilhas, muitos desses fungos não produzem armadilhas em meio de cultura pura. Geralmente a diferenciação da hifa nas estruturas de captura ocorre em um intervalo de 24h a partir do estímulo (PRAMER, 1964; BALAN & GERBER, 1972).

As armadilhas mais simples são as hifas adesivas não modificadas. Nessas, há um adesivo (muito forte capaz de capturar num único ponto de contato) na hifa sendo todas as partes do micélio capazes de capturar nematoides. As ramificações adesivas também são estruturas simples constituídas de 1-3 células que podem formar redes simples e bidimensionais.

Há também modificações morfológicas formando nódulos (sésseis ou pedunculados) que apresentam uma camada de adesivo externamente visando capturar nematoides. As estruturas de captura mais comum são as redes tridimensionais, nas quais a superfície interna possui uma fina camada adesiva. Por



fim, há os anéis, os quais podem ser não constritores (são mais raros e ficam passivamente alojados no corpo do nematoide) e constritores. Esses são as armadilhas mais agressivas, que são constituídos por três células arqueadas, com diâmetro interno de 20 a 40 micrômetros, unidas a hifa por um talo curto. Quando o nematoide entra no anel constritor ocorre um estímulo na superfície interna das células que após 2-3 segundos absorvem água e ficam infladas, fechando-se ao redor da presa, que quanto mais se movimenta mais preso fica. Assim que o fungo consegue capturar o nematoide (independente da armadilha utilizada), provoca uma invasão fúngica no interior do corpo do nematoide, consumindo seu conteúdo interno e lançando sobre a cutícula suas estruturas vegetativas e reprodutivas (BARRON, 1977; GRAY, 1987).

Como os fungos nematófagos predadores necessitam que as formas ativas estejam se locomovendo no solo para serem capturadas, também apresenta limitações para o controle dos nematoides das galhas, já que esses têm como forma ativa no solo o J2 que passa pouco tempo, indo logo parasitar uma raiz. Porém, mesmo que tenham menor efetividade no controle biológico desse grupo de fitonematoides, não significa que tais fungos não possam ser utilizados em associações a outras espécies (compatíveis) de fungos nematófagos (em especial produtores de metabólitos tóxicos, parasitas de ovos, fêmeas e cistos).

## **5. FUNGOS NEMATÓFAGOS PRODUTORES DE METABÓLITOS TÓXICOS**

Os fungos que produzem metabólitos tóxicos aos nematoides (representados pelos gêneros *Aspergillus*, *Pleurotus*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Myrothecium*) exercem grande influência sobre o desenvolvimento dos fitonematoides e fisiologia da planta, tornando-a menos atrativa ao nematoide. Entre tais espécies de fungos podem-se destacar as espécies do gênero *Trichoderma* como *T. harzianum*, *T. virens*, *T. viride*, *T. asperellum*, *T. atroviride* e *T. longibrachiatum* (KHAN et al., 1984; ELAD et al., 1993; HERMOSA et al., 2000).

Esses fungos atacam os nematoides por meio de metabólitos inibidores (toxinas difusíveis), não havendo a necessidade de contato físico. Esses metabólitos imobilizam os nematoides (que são penetrados pelas hifas) através de fortes atividades proteolíticas e quitinolíticas que causam a mortalidade de juvenis ou inibe a eclosão dos ovos, a partir da alteração na composição da casca do ovo ocasionando

a formação de ovos deformados que variaram em tamanho e forma e não eclodem (LIU & LI, 2004; LLORCA et al., 2008; WESTPHAL & BECKER, 2011; DEVI, 2018).

O controle de fitonematoides com uso de *Trichoderma* é bem estabelecido, já havendo produtos comerciais formulados a partir de propágulos desse fungo. As interações que ocorrem entre *Trichoderma* e nematoides podem acontecer no solo, sobre os sistemas radiculares e rizosfera. Tais fungos apresentam crescimento rápido, produzindo elevado número de conídios, o que favorece a colonização da rizosfera das plantas (HOWELL, 2003; HARMAN et al., 2004; MEYER et al., 2019).

A colonização das raízes por esses fungos controla doenças e, geralmente, traz uma série de benefícios às plantas: melhoria do crescimento e desenvolvimento; melhoria do vigor da planta em relação a estresses abióticos e bióticos; maior eficiência na utilização de nutrientes e aumento da produtividade (HARMAN et al., 2004; HAJIEGHRARI, 2010).

A espécie *Trichoderma atroviride* em atividade direta contra o *Meloidogyne javanica* promoveu redução de 42 % no número de galhas, 60 % no número de massas de ovos e 90 % no número de nematoides adultos dentro das raízes, em tomateiro cultivado em casa de vegetação. Além disso, o fungo induziu resistência sistêmica em tomateiro contra *M. javanica*, sem a necessidade de estar diretamente em contato com esse parasita, reduzindo significativamente o número de galhas em 20 % e no número de nematoides adultos no interior do sistema radicular em 87 %.

Os autores também verificaram que a primeira geração (F1) das plantas herdou a resistência induzida por *T. atroviride*, juntamente com a promoção de crescimento induzida por esse fungo, sem que houvesse alteração da resistência ao nematoide das galhas; resultando em efeito “*priming*”, com as progênies apresentando tanto aumento em crescimento quanto resistência ao nematoide, sem o custo adaptativo (MEDEIROS et al., 2017).

Caso o “*priming*” com essa ou outras espécies de fungo nematófagos possibilite a indução (herdável) de resistência para outros fitonematoides de importância, poderá possibilitar no futuro, a comercialização de sementes com resistência induzida, contribuindo para o manejo integrado de nematoides e trazendo grandes benefícios à agricultura mundial. Nesse sentido, são necessárias pesquisas buscando estudar as interações (fungos x fitonematoides x culturas x ambientes) promissoras que possam embasar a utilização de “*priming*” na indução da resistência em culturas de importância agrícola.

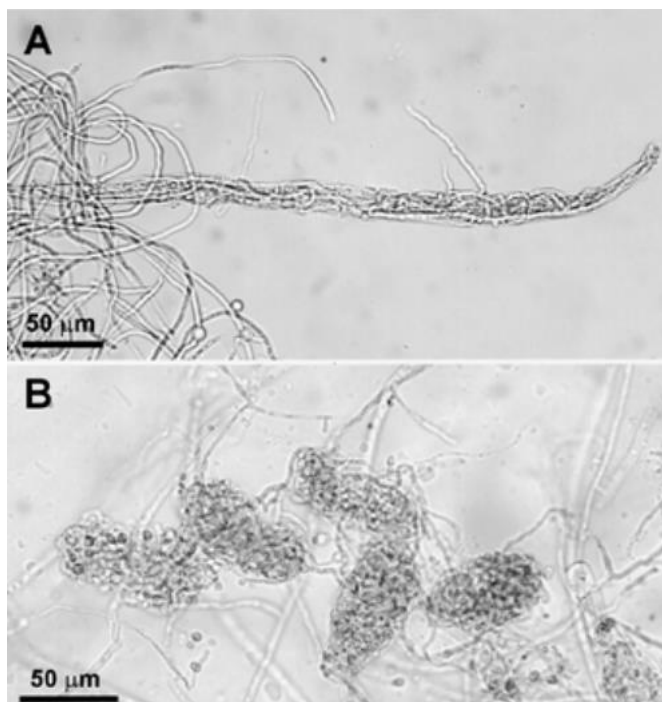
Avaliando a eficiência de isolados de *Trichoderma* spp. contra *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar, verificou-se que os isolados 3M, 8M, 17M e 225T e os isolados 1M, 3M, 10M, 17M, 311T e 322 apresentaram alto potencial para controle de *M. incognita*, diminuindo significativamente o índice de galhas e o fator de reprodução do nematoide. In vitro, todos os filtrados dos isolados de *Trichoderma* spp. utilizados foram eficientes em promover a mortalidade dos juvenis (FREITAS et al., 2012). Trabalhando também com cana-de-açúcar, Oliveira (2018) verificou que o controle de nematoides com os nematicidas biológicos Quality (*Trichoderma asperellum*), Rizos (*Bacillus subtilis* linhagem QST 713) e Onix (*Bacillus methilotrophicus*) mostrou-se eficaz tanto na redução da comunidade de nematoides no solo quanto em melhorias no crescimento das plantas.

Em trabalho com feijoeiro, também se verificou que a aplicação de *Trichoderma* ao solo exerceu efeitos na redução da severidade do ataque de *M. incognita*, sendo o fungo tão eficiente quanto o nematicida terbufós para o controle de *M. incognita*, em condições de casa de vegetação (BORGES et al., 2013).

Estudando a ação de três isolados de *Trichoderma* no controle de *M. enterolobii* em alface, Chaves (2015) verificou que os isolados apresentam potencial antagônico no controle do nematoide das galhas, onde as plantas apresentaram menores índices de galhas e massas de ovos em comparação ao tratamento com apenas nematoide. Isso pode ser explicado pela capacidade do *Trichoderma* spp. em degradar quitina, polissacarídeo que constitui o ovo do nematoide.

Segundo Santin (2008), o potencial de isolados de *Trichoderma* spp. no biocontrole de nematoide está associado a capacidade que esse fungo tem em colonizar a matriz gelatinosa (ootecas), parasitando ovos e juvenis de segundo estágio. Fato constatado por trabalho realizado por Sharon et al (2001) que avaliou a capacidade de cepas de *Trichoderma harzianum* em controlar *M. javanica* em tomates (em casa de vegetação). Os autores verificaram que o fungo reduziu o número de galhas e aumentou a biomassa fresca da parte aérea dos tomates infectados com nematoides após o pré-tratamento do solo com preparações de farelo de turfa das cepas de *Trichoderma*. Além disso, nos testes in vitro, verificou que todas as cepas do fungo utilizadas foram capazes de colonizar ovos e juvenis de segundo estágio (J2) (Figura 07).

**Figura 07.** Parasitismo direto de *Trichoderma harzianum* (T-203) em *Meloidogyne javanica*: A) juvenis de segundo estágio; B) ovos. (Fonte: SHARON et al., 2001).



Fonte: Os autores.

De acordo com Almeida (2018) o uso de *T. harzianum* tem capacidade de controlar algumas espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne* em diferentes culturas agrícolas. Já havendo vários produtos comerciais disponíveis à base de *Trichoderma lignorum* (Mycobac WP®), *Trichoderma viride* (Trifisol), *Trichoderma asperellum* (Quality) indicados para o controle de nematoides (BETTIOL et al., 2012; CARVALHO, 2017).

## 6. FUNGOS NEMATÓFAGOS PARASITAS DE OVOS E FÊMEAS

Diversas são as espécies de fungos que apresentam atividades oportunistas ou parasitas de ovos e fêmeas: *Dactylella oviparasitica*, *Cylindrocarpon destructans*, *C. didymum*, *C. gracile*, *C. tonkinense*, *Fusarium equisetii*, *F. lateritium*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. semitectum*, *F. solani*, complexo *Exophiala-Phialophora*, *Gliocladium catenulatum*, *G. roseum*, *Verticillium lecanii*, *V. suchlasporium*, *V. lamellicola*, *Pochonia chlamydosporia* (*V. Chlamydosporium*), *Purpureocillium lilacinum* (*Paecilomyces lilacinus*) (FERRAZ & SANTOS, 1995).

Dentre esses fungos nematófagos parasitas de ovos e fêmeas, destacam-se as espécies *Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia*, conhecida

anteriormente como *Paecilomyces lilacinus* e *Verticillium chlamydosporium*, respectivamente. Segundo Kerry (1981), esses fungos eliminam grande número de nematoides de uma só vez.

São várias as vantagens que *P. chlamydosporia* apresenta no controle biológico de fitonematoides: sobrevive na ausência do fitonematoides, pois atua como saprófito; produz clamidósporos, estruturas de resistência que aumentam sua sobrevivência no solo, facilitando na elaboração de bioprodutos; pode ser aplicado próximo às raízes de uma cultura suscetível ao nematoide e estabelece-se no solo, protegendo culturas posteriores; parasita facultativamente ovos e fêmeas dos nematoides das galhas e de cistos, amplamente distribuídos em todo o mundo; seus inóculos podem ser produzido em meios contendo grãos de milho, trigo ou cevada triturados, e grãos de arroz. Tais características tornam essa espécie promissora no biocontrole de nematoides de plantas (KERRY et al., 1982; KERRY, 2001; KERRY & BOURNE, 2002; DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2011).

O *P. chlamydosporia* desintegra parcialmente a camada vitelínica dos ovos pela ação de exoenzimas liberadas pelo fungo. Após essa desintegração, ocorre a penetração da hifa e a dissolução enzimática das camadas de quitina e de lipídios nos ovos dos nematoides. Quando aliado com culturas de cobertura como gramíneas, aveia preta e milheto, o fungo consegue reduzir a população de fitonematoides presentes no solo (DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2011; MANZANILLA-LÓPEZ et al., 2013).

Embora a temperatura ótima de infecção do *P. chlamydosporia* seja de 25°C, há uma variação dependendo do tipo de isolado, sendo importante a obtenção de isolados de diferentes regiões, buscando os materiais mais adaptados para determinadas condições ambientais e que possibilite maior eficiência no controle de fitonematoides de importância agronômica.

Dallemole-Giaretta et al., (2014) observaram que a utilização de arroz infectado por *P. chlamydosporia* contendo micélio e conídios foi eficiente no controle de *M. javanica* em tomateiro reduzindo o número de galhas e de ovos do nematoide em 40 % e 72,83 %, respectivamente. Constataram também, que a redução do número de ovos ocorreu em doses a partir de 5g kg<sup>-1</sup> de solo e no número de galhas nas doses de 25 e 30g kg<sup>-1</sup> de solo, verificando que *P. chlamydosporia* Pc-10 controlou *M. javanica* em tomateiro, mesmo sendo aplicado ao solo na forma de grãos de arroz colonizados e sem clamidósporos.

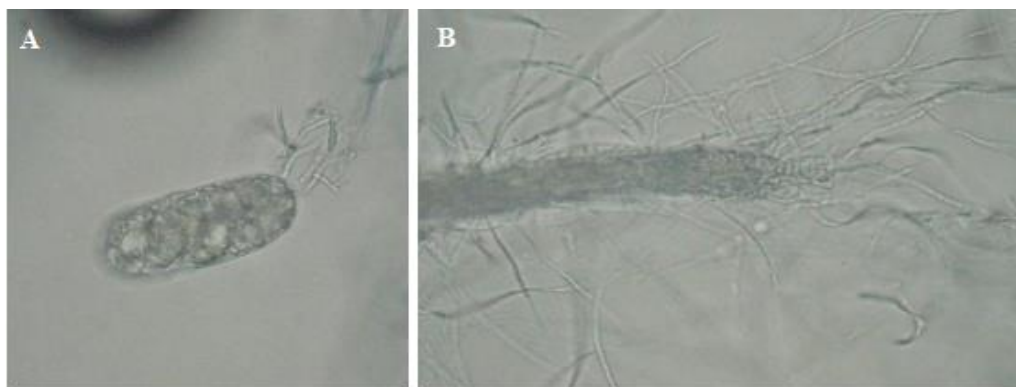
Em trabalho avaliando o efeito de *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia*, Nemix (produto comercial à base de *Bacillus* sp) e do nematicida químico Aldicarb no controle de *Meloidogyne incognita* em soja (em casa de vegetação), verificou-se que *P. lilacinus* foi o microrganismo mais atuante, proporcionando a manutenção da quantidade de matéria seca da raiz de soja e reduzindo o número de ovos do nematoide. O *Pochonia chlamydosporia* também promoveu a redução do número de ovos de *M. incognita* nas plantas de soja, embora não tenha mantido a matéria seca da raiz (NUNES et al., 2010).

Como *P. chlamydosporia* é um fungo que tem ação saprofítica, há estudos verificando o efeito da matéria orgânica sobre a ação do fungo no controle de nematoides. A exemplo, o trabalho conduzido por Figueiredo (2014) com *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro e *Meloidogyne enterolobii* em plantas de acerola. Nesse trabalho o autor verificou que o material orgânico com maior teor de nitrogênio estimulou a atividade do fungo sobre ovos de *M. javanica*, enquanto que materiais ricos em carbono exerceram ação negativa sobre o efeito nematicida do fungo. Tais resultados podem dar um direcionamento na utilização de adubos orgânicos aliado ao fungo no controle de nematoides das galhas.

Estudo com bananeira e tomateiro em casa de vegetação avaliando 19 isolados de *P. chlamydosporia* e 17 isolados de *Paecilomyces lilacinus* no controle de *M. enterolobii* constatou que o isolado CG1006 (*P. chlamydosporia*) proporcionou uma redução de 33 % no número de ovos em bananeira, enquanto o isolado CG179 (*P. lilacinum*) apresentou redução de 44,2 % no número de ovos em tomateiro. Já na avaliação in vitro, os isolados CG1006, CG1044, CG1042 e CG1101 (*P. chlamydosporia*) e CG179, CG1038, CG348 e CG959 (*Paecilomyces lilacinus*) proporcionaram reduções superiores a 66 %, quando aplicados sobre ovos (SILVA, 2015).

Diante dos resultados obtidos em diversas pesquisas percebe-se que *Purpureocillium lilacinum* (*Paecilomyces lilacinus*) e *Pochonia chlamydosporia* são importantes aliados no controle dos nematoides das galhas, parasitando esses fitonematoides em diferentes fases de seu ciclo de vida (Figura 08).

**Figura 08.** Ovos (A) e juvenil (B) de *Meloidogyne enterolobii* parasitados por *Pochonia chlamydosporia*.



(Fonte: SILVA, 2015).

## 7. ASSOCIAÇÃO DE MICRORGANISMOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATOIDES

Provavelmente os casos de controle biológico que ocorrem naturalmente são resultado da ação de uma mistura de antagonistas e não de alta população de apenas um deles. Os solos supressivos a doenças de plantas possuem grande diversidade de agentes de biocontrole, sendo esse um dos principais fatores para a ocorrência desse fenômeno. O conhecimento sobre a interação entre as diferentes espécies de fungos é primordial, tendo em vista que alguns podem inibir o crescimento de outros ou interferir em suas ações de parasitismo, por isso, deve-se evitar mistura de isolados incompatíveis (STIRLING, 1991; SIDDIQUI & SHAUKAT, 2003; AKRAMI et al., 2009; LUCON et al., 2009).

Oliveira (2018) avaliando o efeito do tratamento químico com carbofurano e nematicidas biológicos no controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* e *Pratylenchus* em cana-de-açúcar verificou que a combinação dos nematicidas biológicos Quality (*Trichoderma asperellum*) + Rizos (*Bacillus subtilis*) + Onix (*Bacillus methilotrophicus*) apresentou resultado semelhante ao controle químico com carbofurano, com aumento na produtividade de colmos e maior produção de açúcar.

A associação entre microbiolização de sementes de tomate com *B. subtilis* e a aplicação de *P. chlamydosporia* em solo, também foi eficiente, reduzindo em mais de 80% o número de ovos de *M. javanica* em tomateiro comparando-se com a adoção de apenas um dos tratamentos isoladamente, possivelmente isso ocorreu pelo aumento dos mecanismos de ação contra o nematoide. Tal mistura não apresentou nenhuma ação fitotóxica indesejável nas plantas (FERNANDES et al., 2014).

Alves (2016) também verificou resultados promissores quando avaliou a compatibilidade entre *Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma* spp. no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro. O autor observou reduções de 62% e 55% no número de ovos g<sup>-1</sup> de raiz com a mistura de *Pochonia chlamydosporia* (Pc-10) + *T. asperellum* e *Pochonia chlamydosporia* (Pc-10) + *T. harzianum*, respectivamente. A combinação de *P. chlamydosporia* com diferentes isolados de *Trichoderma* sp. apresenta potencial para o controle biológico dos nematoides das galhas. O uso de *Paecilomyces lilacinus* com *T. harzianum* também obteve resultados positivos no controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* (ALMEIDA, 2018).

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há produtos a base de fungos nematófagos (*Paecilomyces*, *Trichoderma*, *Pochonia*) disponíveis no mercado brasileiro, e em outros países (Cuba, França, Rússia, Filipinas, Austrália, entre outros) eficientes no controle de nematoides de importância agrícola, como os nematoides das galhas (CAYROL et al., 1978; CAYROL & FRANKOWSKI, 1979; KERRY, 1989; KERRY, 1990; MATSKIEVICH, 1993; BETTIOL et al., 2012; CARVALHO, 2017).

Contudo, a busca de novos isolados promissores no controle dos nematoides das galhas para regiões específicas do país faz-se necessária, tendo em vista que o Brasil apresenta uma grande diversidade de agroecossistemas, sendo importante o desenvolvimento de produtos que apresentem maior possibilidade de sucesso em diferentes ambientes e culturas.

Além disso, o estudo de compatibilidade entre fungos nematófagos, visando à produção de produtos que apresentem especificidade por mais de uma espécie e isolados é fundamental para aumentar o espectro de ação, possibilitando maior eficiência do controle biológico dos nematoides das galhas. Conjuntamente, é fundamental a continuidade de pesquisas que identifiquem isolados de fungos nematófagos que sejam eficientes na indução de resistência aos nematoides em espécies vegetais de importância agrícola.

Diante do exposto, os fungos nematófagos apresentam grande potencial para o controle biológico podendo atuar tanto na redução de populações de nematoides, quanto na indução de resistência em plantas. A adoção de tais medidas de controle possibilitará a redução dos impactos ambientais e promoverá grandes benefícios socioeconômicos.



## REFERÊNCIAS

- AKRAMI, M.; IBRAHIMOV, A. S.; ZAFARI, D. M.; VALIZADEH, E. Control *Fusarium* rot of bean by combination of by *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma asperellum* in greenhouse condition. *Agricultural Journal*, Faisalabad, v. 4, p. 121-123, 2009.
- ALMEIDA, V. N. Controle biológico de *Meloidogyne exigua* em seringueiras (*Hevea brasiliensis*) no Triângulo Mineiro. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia. 2018. 25f.
- ALVES, P. S. Compatibilidade entre *Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma* spp. no controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa. 2016. 57f.
- BALAN, J.; GERBER, N. Attraction and killing of the nematode *Panagrellus redivivus* by the predaceous fungus *Arthrobotrys dactyloides*. *Nematologica*, v. 18, p. 163-73, 1972.
- BARRON, G. L. Nematophagous fungi: new species of the Lagenidiales endoparasitic on *Rhabditis*. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 42, p. 131-9, 1976.
- BARRON, G. L. The Nematode destroying fungi. Guelph: Canadian Biological Publications. 1977.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.; PINTO, Z. V.; PAULA JÚNIOR, T. J.; CORRÊA, E. B.; MOURA, A. B.; LUCON, C. M. M.; COSTA, J. C. B.; BEZERRA, J. L. Produtos Comerciais à Base de Agentes de Biocontrole de Doenças de Plantas. Embrapa Meio Ambiente, 2012. 155p.
- BORGES, F. G.; BATTISTUS, A. G.; MÜLLER, M. A.; MIORANZA, T. M.; KUHN, O. J. Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). *Scientia Agraria Paranaensis*, v.12, suplemento, dez., p. 425-433, 2013.
- BRASS, F. E. B.; VERONEZZE, N. C.; PACHECO, E.; BOSQUÊ, G. G. Aspectos biológicos do *Meloidogyne* spp. relevantes à cultura de café. *Revista científica eletrônica de agronomia*, n° 14, 2008.
- CARNEIRO, R. M. D. G. Princípios e tendências do controle biológico de nematóides com fungos nematófagos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, p. 113-121, 1992.
- CARVALHO, P. H. Controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em tomateiro. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF. 2017. 98p.
- CAYROL, J. C.; FRANKOWSKI, J. P. Une méthode de lutte biologique contre les nématodes à galles des racines appartenant au genre *Meloidogyne*. *Revue Horticulture*, Paris, v. 193, p. 15-23, 1979.
- CAYROL, J. C.; FRANKOWSKI, J. P.; LANIECE, A.; d'HARDEMARE, G.; TALON, J. P. Contre les nématodes en champignonnière. Mise au point d'une méthode de lutte biologique a l'aide d'un hyphomycete prédateur: *Arthrobotrys robustus* souche antipolis (Royal 300). *Revue Horticulture*, Paris, v. 184, p. 23-30, 1978.
- CHAVES, P. P. N. Qualidade de mudas de alface inoculadas com *Trichoderma* e reação de plantas adultas de alface a nematoides de galhas na presença de *Trichoderma*. Mestrado em Produção Vegetal - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015. 144f.

CHITWOOD, N. Nematicides. In: Encyclopedia of agrochemicals. (Plimmer JR, Ragsdale NR, Gammon D, eds) New York: John Wiley and Sons, p. 1104-1115, 2003.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; CAIXETA, L. B.; XAVIER, D. M.; FERRAZ, S.; FABRY, C. F. S. Produção de clamidósporos de *Pochonia chlamydosporia* em diferentes substratos Production of chlamydospores of *Pochonia chlamydosporia* in different substrates. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 35, n. 2, p. 314-321, 2011.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; XAVIER, D. M.; ZOOCA, R. J. F.; FERRAZ, S.; LOPES, E. A. Incorporação ao solo de substrato contendo micélio e conídios de *Pochonia chlamydosporia* para o manejo de *Meloidogyne javanica*. Ciência Rural, v.44, p. 629-633, 2014.

DAVIS, R. F.; ANDERSON, W. F. Identification of widely varying levels of resistance to *Meloidogyne incognita* in sweet sorghum. J. Nematol, v. 44, p. 475, 2012.

DEGENKOLB, T.; VILCINSKAS, A. Metabolites from nematophagous fungi and nematicidal natural products from fungi as an alternative for biological control. Part I: metabolites from nematophagous ascomycetes. Applied Microbiology and Biotechnology, v.100, p. 3799-3812, 2016.

DEVI, G. Utilization of Nematode Destroying Fungi for Management of Plant-Parasitic Nematodes - A Review. Biosciences Biotechnology Research Asia, v. 15, p. 377-396, 2018.

DIAS-ARIEIRA, C. R. Nematóides causadores de doenças em frutíferas. Agro@mbiente On-line, vol.2, p. 46-56, 2008.

DRECHSLER, C. Some Hyphomycetes parasitic on free-living terricolous nematodes. Phytopathology, v. 31, p. 773-802, 1941.

ELAD, Y.; ZIMMAND, G.; ZAQS, Y.; ZURIEL, S. & CHET, I. Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber grey mould (*Botrytis cinerea*) under commercial greenhouse conditions. Plant Pathology, v.42, 324-332, 1993.

ESSER, R. P.; RIDINGS, W. H. Pathogenicity of selected nematodes. Soil Crop Sci. Soc. Flo., v. 33, 60-4, 1973.

FERNANDES, R. H.; VIEIRA, B. S.; FUGA, C. A. G.; LOPES, E. A. *Pochonia chlamydosporia* e *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em mudas de tomateiro. Biosci. J., v. 30, p. 194-200, 2014.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. Manaus: Norma Editora. 2016. 251 p.

FERRAZ, S.; DIAS, C.R., FREITAS, L.G. Controle de nematóides com práticas culturais. In: ZAMBOLIM, L. (ed). Manejo Integrado-Fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Editora UFV, Viçosa, p. 1-52, 2001.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Manejo sustentável de fitonematoides, 1 ed., Viçosa: Editora UFV, 2010. 306 p.

FERRAZ, S.; SANTOS, M. A. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. RAPP, v. 3, p. 283 – 314, 1995.

FERRAZ, S.; SANTOS, M.A. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. Revisão Anual de Proteção de Plantas, v.3, p.283-314, 1995.

FIGUEIREDO, L. D. Atividade de *Pochonia chlamydosporia* sobre nematoides do gênero *Meloidogyne* na presença de matéria orgânica. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa. 53f. 2014.

FOGANHOLI, A. P. A. M. Hospedabilidade de *Meloidogyne paranaensis* em plantas medicinais, composição química do óleo essencial de *Mentha pulegium* e efeito do parasitismo de *M. paranaensis* sobre as substâncias fenólicas e *M. pulegium*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina. 122 f. 2012.

FREITAS, M. A.; PEDROSA, E. M. R.; MARIANO, R. L. R.; MARANHÃO, S. R. V. F. Seleção de *trichoderma* spp. como potenciais agentes para biocontrole de *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar. NEMATROPICA, v. 42, n. 1, p. 115-122, 2012.

GOMES, A. C. M. M. Resistência e caracterização histológica de acessos de *Pfaffia glomerata* a *Meloidogyne incognita*. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília. 2006. 58 p.

GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; MUSSI-DIAS, V.; SILVEIRA, S. F.; DOLINSKI, C. Guava decline: a complex disease involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. Journal of Phytopathology, v. 159, p. 45-50, 2011.

GRAY, N. F. Fungi attacking vermiform nematodes. In: Poinar Jr., G. O. Jansson, H. B. (Ed.). Disease of nematodes. Boca Raton, FL, CRC Press, v. 2, p. 3-38, 1988.  
GRAY, N. F. Nematophagous fungi with particular reference to their ecology. Biol. Rev., v. 62, p. 245-304, 1987.

HAJIEGHRARI, B. Effects some Iranian *Trichoderma* isolates on maize seed germination and seedling vigor. African Journal of Biotechnology, v. 9, p. 4242-4347, 2010.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature reviews microbiology, v. 2, p. 43-56, 2004.

HERMOSA, M.R.; GRONDONA, I.; ITURRIAGA, E.A.; DIAZ-MINGUEZ, J.M.; CASTRO, C.; MONTE, E.; GARCIA-ACHA, I. Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma* spp. Applied Environmental Microbiology, v.66, p. 1890-1898, 2000.

HOWELL, C. R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. Plant Disease, St. Paul, v. 87, n. 1, p. 4-10, 2003.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: Root-knot Nematodes. PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. (eds.). CABI International, Cambridge, MA, USA: 1-17, 2009.

JATALA, P. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, Stanford, v.24, p. 453-489, 1986.

KERRY, B. R. An assessment of progress toward microbial control of plant-parasitic nematodes. Journal of Nematology, Lakeland, v. 22, p. 621-631, 1990.

KERRY, B. R. Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: BUTT, T. M.; JACKSON, C.; MAGAN, N. (Eds). Fungi as biocontrol agents: Progress, problems and potential. Wallingford: CABI Publishing, p. 155-167, 2001.

KERRY, B. R. Fungi as biological control agents for plant parasitic nematodes. In: WHIPPS, J. M.; LUMSDEN, R. D. (Ed.). Biotechnology of fungi for improving plant growth. Cambridge, Cambridge University Press, p. 153-170, 1989.

KERRY, B. R.; BOURNE, J. M. A manual for research on *Verticillium chlamydosporium*, a potential biological control agent for root-knot nematodes. Gent: International Organization for Biological and Integrated Control for Noxious Animals and Plants, 2002. 84 p.

KERRY, B.R. Progress in the use of biological agentes for control of nematodes. In: PAPAIVIZAS, G.C. (Ed.). Biological control in Crop Production. Allanheld: Osmum, p. 79- 90, 1981.

KERRY, B.R.; CRUMP, D.H.; MULLEN, L.A. Studies of the cereal cyst-nematode, *Heterodera avenae* under continuous cereals, 1975-1978. II. Fungal parasitism of nematode females and eggs. Annals of Applied Biology, Warwick, v.100, p.489-499, 1982.

KHAN, T. A.; AZAM, M. F.; HUSAIN, S. I. Effect of fungal filtrates of *Aspergillus niger* and *Rhizoctonia solani* on penetration and development of root-knot nematodes and the plant growth of tomato var. Marglobe. Indian J. Nematol., v. 14, p. 106-9, 1984.

LIU, X. Z.; LI, S. Fungal secondary metabolites in biological control of crop pests. In: Handbook of industrial mycology (An Z, ed). New York, NY, USA: Marcel Dekker Inc, p. 723-747, 2004.

LLORCA, L. V. L.; VICENTE, J. G. M. JANSSON, H. B. Mode of action and interactions of nematophagous fungi. In: Integrated management and biocontrol of vegetable and grain crops nematodes (A. Ciancio, K. G. Mukerji, ed.) Springer, Dordrecht, The Netherlands, p. 51-76, 2008.

LUCON, C. M. M.; KOIKE, C. M.; ISHIKAWA, A. I.; PATRÍCIO, F. R. A.; HARAKAVA, R. Bioprospecção de isolados de *Trichoderma* spp. para o controle de *Rhizoctonia solani* na produção de mudas de pepino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, p. 225-232, 2009.

MANZANILLA-LÓPEZ, R. H.; ESTEVES, I.; FINETTI-SIALER, M. M.; HIRSCH, P. R.; WARD, E.; DEVONSHIRE, J.; HIDALGO-DÍAZ, L. H. *Pochonia chlamydosporia*: Advances and challenges to improve its performance as a biological control agent de sedentary endo-parasitic nematodes. Journal of Nematology, v. 45, p. 1-7, 2013.

MATSKIEVICH, N. V. Predatory fungus as a pesticidal agent. Zashchita Rastenii, Moskva, v. 4, p. 43, 1993.

MCCARTER, J. P. The genome sequence of the plant-parasitic roundworm *Meloidogyne incognita* opens new avenues to boosting food production. Nature Biotechnology, v. 26, p. 882 – 884, 2008.

MEDEIROS, H. A.; ARAUJO FILHO, J. V.; FREITAS, L. G.; CASTILLO, P.; RUBIO, M. B.; HERMOSA, R.; MONTE, E. Tomato progeny inherit resistance to the nematode *Meloidogyne javanica* linked to plant growth induced by the biocontrol fungus *Trichoderma atroviride*. Scientific Reports, v. 7, article 40216, 2017.

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M. SILVA, J. C. *Trichoderma*: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538p.

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. In: LUZ, W. C. Revisão Anual de Patologia de Plantas, v. 4, p. 209-244, 1996.

NICOL, J. M., TURNER, S. J., COYNE, D. L., DENNIJS, L., HOCKLAND, S.; TAHNA MAAFI, Z. Current nematode threats to world agriculture. In: *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions* (Jones J, Gheysen G, Fenoll C, eds). Dordrecht, the Netherlands: Springer Science and Business Media, p. 21-43, 2011.

NORDBRING-HERTZ, B.; JANSSON, H. B.; TUNLID, A. S. Nematophagous fungi. Encyclopedia of Life Science. Macmillan Publishers, Ltd. Nature Publishing. 2006.

NUNES, H. T.; MONTEIRO, A. C.; POMELA, A. W. V. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 32, p. 403-409, 2010.

NUNES, H. T.; MONTEIRO, A. C.; POMELA, A. W. V. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. *Maringá*, v.32, p. 403-409, 2010.

OLIVEIRA, E. F. Utilização de microorganismos e torta de filtro em cana-de-açúcar cultivada em áreas com nematoides. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Campus de Botucatu. 2018. 75f.

PADILHA, T. Atividade de fungos nematófagos nos estágios pré-parasitários de nematódeos Trichostrongilídeos. *Ciência Rural*, v. 26, p. 333-341, 1996.

PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. Root-Knot Nematodes. CAB International, Wallingford, 2009. 487p.

PRAMER, D. Nematode-trapping fungi. *Science*, v. 144, p. 382-8, 1964.

ROBINSON, A. F.; HEALD, C. M.; FLANAGAN, S. L.; THAMES, W. H.; AMADOR, J. Geographical distributions of *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita*, and *Tylenchulus semipenetrans* in the Lower Rio Grande Valley as related to soil texture and land use. *Journal of nematology*, v. 19(Annals 1), 20, 1987.

SANTIN, R. C. M. Potencial do uso dos fungos *Trichoderma* spp. e *Paecilomyces lilacinus* no biocontrole de *M. incognita* em *Phaseolus vulgaris*. Tese de doutorado (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008. 91f.

SANTOS, A. M. M. Metodologias para seleção de genótipos de coentro visando melhoramento para resistência ao *Meloidogyne incognita* raça 1. Tese apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2018. 134 f.

SHARON, E.; BAR-EYAL, M.; CHET, I.; HERRERA-ESTRELLA, A.; KLEIFELD, O.; SPIEGEL, Y. Biological Control of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*, v. 91, p. 687-693, 2001.

SIDDIQI, M.R. Tylenchida Parasites of Plants and Insects, 2nd edn. CAB International, Wallingford, UK, 2000.

SIDDIQUI, I. A.; SHAUKAT, S. S. Combination of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pochonia chlamydosporia* for control of root-knot infecting fungi in tomato. *Journal of Phytopathology*, Berlin, v. 151, p. 215-222, 2003.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi: A review. *Bioresource Tecnology*, v.58, p. 229-239, 1996.

SILVA, S. D. Avaliação da patogenicidade de isolados de *Pochonia chlamydosporia* e *Purpureocillium lilacinum* sobre ovos de *Meloidogyne enterolobii*. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 2015. 108p.

SILVEIRA, W. F. Atividade nematocida de proteases extracelulares do fungo nematófago *Arthrobotrys cladodes*. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. 2018. 52f.  
STIRLING, G. R. Biological control of plant parasitic nematodes. Wallingford, UK, CABI Publishing. 1991. 282 p.

STROZE, C. T. Resistência de Plantas Medicinais a *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2013. 62 p.

WESEMAEL, W. M. L.; VIAENE, N.; MOENS, M. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*, v. 13, p. 3-16, 2011.

WESTPHAL, A.; BECKER, J. O. Components of soil suppressiveness against *Heterodera schachtii*. *Soil Biol. Biochem.*, v. 33, p. 9-16, 2011.

WU., D. K.; ZHANG, C. P.; ZHU, C. Y.; WANG, Y. L.; GUO, L. L.; ZHANG, K. Q.; NIU, X. M. Metabolites from carnivorous fungus *Arthrobotrys entomopaga* and their functional roles in fungal predatory ability. *Journal Agriculture Food and Chemistry*, v. 61, p. 4108-4113, 2013.

# CAPÍTULO 24

## NITRATOS E A SEGURANÇA ALIMENTAR: QUAL A CONTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE HORTALIÇAS NO CENÁRIO ATUAL?

### **Lindomar Maria de Souza**

Doutora em Botânica pela UFRPE.

Pesquisadora do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste.

Endereço: Av. Prof. Luís Freire, 1, Cidade Universitária, Recife/PE, CEP: 50740-545.

E-mail: lindomarsouza.ufrpe@gmail.com

### **Ana Maria Maciel dos Santos**

Doutora em Melhoramento Genético de Plantas pela UFRPE.

Pesquisadora do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste.

Endereço: Av. Prof. Luís Freire, 1, Cidade Universitária, Recife/PE, CEP: 50740-545.

E-mail: agrom1960@yahoo.com.br

### **Levy Paes Barreto**

Doutor em Botânica pela UFRPE.

Professor Titular da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife/PE, CEP: 52171-900.

E-mail: levy.paes@ufrpe.br.

### **Kleyton Danilo da Silva Costa**

Doutor em Melhoramento Genético de Plantas pela UFRPE.

Professor do Instituto Federal de Alagoas - Campus Piranhas.

Endereço: Av. Sergipe, 1477, Piranhas - AL, CEP: 57460-000.

E-mail: kd.agro@gmail.com

### **Jordy Kamylo Alves de Melo**

Graduando em Medicina pela Universidade Potiguar.

Endereço: Av. Sen. Salgado Filho, 1610 - Lagoa Nova, Natal/RN, CEP: 59056-000.

E-mail: kamylojordy@gmail.com

### **Luiz Palhares Neto**

Doutorando em Botânica pela UFRPE

Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife/PE, 52171-900.

E-mail: netopalhares1@gmail.com

**RESUMO:** Acompanhando o acelerado crescimento populacional ocorreu também o aumento no uso de fertilizantes a fim de aumentar a produtividade das culturas e assim atender a demanda por alimentos. O nitrogênio é um elemento essencial às plantas por exercer uma estreita relação metabólica com o crescimento e desenvolvimento das mesmas, sendo portanto, um fator limitante na produção de alimentos. A segurança alimentar engloba o direito de todas as pessoas ao acesso comum e efetivo a uma alimentação de qualidade, em abundância suficiente, tendo como base hábitos alimentares promotores de saúde e que sejam econômica e socialmente sustentáveis.

A segurança alimentar não implica necessariamente na provisão de alimentos, mas também na qualidade destes, com promoção da saúde dos consumidores. Nos dias de hoje, existe grande preocupação por parte da população, e dos produtores, com a qualidade dos alimentos. Entre as características nutricionais estudadas para aferição da qualidade dos alimentos, a concentração de nitrato destaca-se pela possibilidade de seu excesso ser nocivo à saúde humana. O acúmulo de nitratos em vegetais e na água de consumo pode ser considerado o principal problema de qualidade e segurança alimentar associado ao uso inadequado de fertilizantes. O principal risco à saúde atrelado à ingestão de nitrito e nitrato é o desenvolvimento da síndrome da metahemoglobinemia, que ocorre quando a hemoglobina é oxidada e torna-se impossibilitada de exercer sua função no transporte de oxigênio. Além disso, nitratos podem dar origem a compostos N-nitrosos que são conhecidos como potentes cancerígenos em várias espécies, inclusive primatas. É essencialmente importante que o uso de adubos e fertilizantes próximos aos poços seja gerenciado com cuidado para evitar possíveis contaminações. Com base no referencial teórico levantado, o estudo do teor de nitrato ainda compreende poucas hortaliças. A maioria desses estudos é focada na análise de cultivares de alface, por ser uma das folhosas mais consumidas em saladas. Tais estudos majoritariamente avaliam o conteúdo isolado de nitrato em vegetais, não atentando para o consumo combinado de hortaliças em saladas e tampouco para a predominância destas na alimentação humana em virtude de hábitos alimentares como dietas *low carb* ou dietas veganas, onde alimentos de origem vegetal são preponderantes. Antes de tudo, é importante priorizar que a informação acerca dessas questões chegue de maneira proveitosa a pequenos agricultores, para que estes apliquem insumos químicos em suas lavouras de forma consciente e que possam valorizar a alta qualidade nutricional presente nos alimentos produzidos, sem, contudo, elevar o teor de nitrato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação nitrogenada; compostos nitrogenados; metahemoglobinemia; saúde.

**ABSTRACT:** Accompanying the accelerated population growth, there was also an increase in the use of fertilizers to increase crop productivity and thus meet the demand for food. Nitrogen is an essential element for plants because it has a close metabolic relationship with their growth and development and is therefore a limiting factor in food production. Food security encompasses the right of all people to common and effective access to quality food, in sufficient abundance, based on health-promoting eating habits that are economically and socially sustainable. Food security does not necessarily imply the provision of food, but also the quality of it, with the promotion of consumer health. Nowadays, there is great concern on the part of the population, and the producers, with the quality of the food. Among the nutritional characteristics studied to measure the quality of food, the concentration of nitrate stands out for the possibility that its excess is harmful to human health. The accumulation of nitrates in vegetables and drinking water can be considered the main problem of quality and food security associated with the inappropriate use of fertilizers. The main health risk associated with the ingestion of nitrite and nitrate is the development of methemoglobinemia syndrome, which occurs when hemoglobin is oxidized and becomes unable to perform its function in the transport of oxygen. Besides, nitrates can give rise to N-nitrous compounds that are known to be potent carcinogens in several species, including primates. The use of fertilizers close to the wells must be carefully managed to avoid possible contamination. Based on the theoretical framework raised, the study of nitrate



content still comprises few vegetables. Most of these studies are focused on the analysis of lettuce cultivars, as it is one of the most consumed leafy vegetables in salads. Such studies mostly evaluate the isolated content of nitrate in vegetables, paying no attention to the combined consumption of vegetables in salads, nor the predominance of these in human food due to eating habits such as low carb diets or vegan diets, where foods of plant origin are overweight. First of all, it is important to prioritize that information about these issues beneficially reaches small farmers, so that they apply chemical inputs to their crops consciously and that they can value the high nutritional quality present in the food produced, without, however, increase the nitrate content.

**KEY WORDS:** Nitrogen fertilization; N-nitrous compounds, methemoglobinemia, health.

## 1. INTRODUÇÃO

A maior parte da atmosfera da Terra (cerca de 80 %) consiste em nitrogênio como o elemento químico mais abundante. O nitrogênio é um constituinte essencial de biomoléculas, como vitaminas, hormônios, aminoácidos, enzimas e nucleotídeos e, além disso, é uma parte importante do trifosfato de adenosina (ATP), que é a molécula de energia básica para todos os seres vivos. Nos tecidos vivos, o nitrogênio é considerado o quarto elemento mais abundante, seguido do carbono, oxigênio e hidrogênio. A troca contínua desse elemento entre os seres vivos na natureza ocorre através do ciclo do nitrogênio (RANA et al. 2019; ALEXANDER et al. 2008).

Nitrato e nitrito são íons naturais que fazem parte do ciclo do nitrogênio. O nitrato é usado principalmente em fertilizantes inorgânicos enquanto que o nitrito de sódio é utilizado como conservante de alimentos, especialmente para carnes curadas. A concentração de nitrato nas águas subterrâneas e superficiais comumente é baixa, mas pode tornar-se alta devido à infiltração da água de irrigação e/ou chuva, processos erosivos do solo e à contaminação por resíduos humanos e/ou animais (OMS, 2006). Neste contexto, a contaminação por esses íons é decorrente tanto da utilização indiscriminada de fertilizantes nas lavouras agrícolas, quanto pela deposição inadequada de resíduos humanos e animais, acarretando na contaminação de alimentos, solo e recursos hídricos.

Segundo o Ministério da Saúde, nitratos estão entre os principais componentes inorgânicos presentes na água que afetam a saúde humana (Ministério da Saúde, 2020). Atualmente no Brasil, inexistente uma legislação específica que regule os Limites Máximos Permitidos (LMP) ou a Ingestão Diária Aceitável (IDA) para nitritos e nitratos em alimentos de origem vegetal. Os valores recomendados no Brasil e em todo Mercosul são de 3,65 mg/kg corpóreo/dia para nitrato (ARAÚJO et al. 2019) e de 0,06 mg/kg corpóreo/dia para nitrito (BENEVIDES et al. 2011).

O nitrato pode atingir águas superficiais e subterrâneas como consequência da atividade agrícola (aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados), do descarte de águas residuais e da oxidação de resíduos nitrogenados presentes nos excrementos humanos (incluindo as fossas sépticas) e de animais, (bovinos, suínos, aves, entre outros). Em algumas circunstâncias, a água potável pode contribuir significativamente para a ingestão de nitrato e, ocasionalmente, de nitrito. Entretanto, a fonte mais importante de exposição humana ao nitrato e nitrito é através de vegetais e da carne presente na dieta de grande parte da população (WHO, 2017). Segundo pesquisa do

IBOPE Inteligência (2018) encomendada pela Sociedade Brasileira de Vegetarianismo, 14 % dos brasileiros (30 milhões de pessoas) declaram-se vegetarianos, e capitais como São Paulo, Curitiba, Rio de Janeiro e Recife apresentam um percentual ainda maior (16 %). Esse dado representa um aumento de aproximadamente 75 % de vegetarianos nos últimos seis anos.

Pessoas vegetarianas podem ter menor exposição alimentar a substâncias que são mais prevalentes em carnes ou peixes. Entretanto, esse grupo de pessoas consome uma fração de vegetais acima da média, e por isso, podem ter maior ingestão de substâncias presentes em hortaliças (CLARKE et al. 2003). Estudo realizado por Mitek et al. (2013) mostra que a ingestão de nitratos é maior nos vegetarianos em relação à média geral entre os poloneses e que 86% do nitrato ingerido nesse grupo de pessoas é proveniente da ingestão de legumes, notadamente espinafre, couve-flor, rabanete e cenoura. O teor de nitrato em plantas pode ser determinado quimicamente por método espectrofotométrico (BEZERRA NETO; BARRETO, 2011), por cromatografia iônica de alta eficiência ou HPLC de troca iônica (STERTZ et al. 2004, LAIA et al. 2018). O método espectrofotométrico é bastante empregado na análise de nitrato e nitrito em carnes e produtos cárneos (ZENEBON et al, 2008).

A ingestão de alimentos com altas concentrações de nitrato pode acarretar no desenvolvimento de uma síndrome fisiológica conhecida como metahemoglobinemia. O nitrato em excesso é reduzido a nitrito e este, oxida a hemoglobina impedindo sua ligação adequada ao oxigênio e por isso, o transporte de oxigênio no organismo é dificultado (MARTÍNEZ et al. 2018). Além disso, a redução do nitrato a nitrito também pode levar a formação de compostos carcinogênicos (PASCALE et al. 2017).

Considerando a capacidade de o íon nitrato causar graves problemas à saúde humana, o objetivo desta revisão é esclarecer quais as contribuições do consumo de hortaliças na ingestão de nitratos e o impacto na segurança alimentar assim como no cenário atual de produção de alimentos.

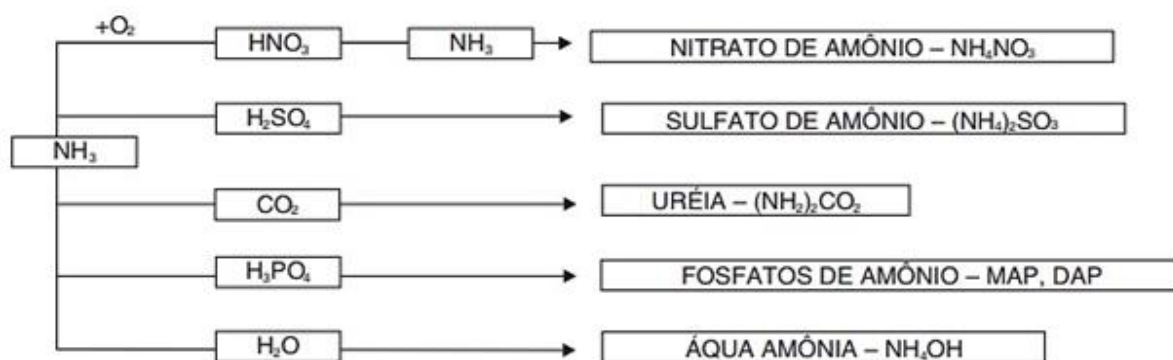
## **2. ADUBAÇÃO NITROGENADA E O ACÚMULO DE NITRATO EM VEGETAIS**

Com o crescimento populacional extremamente rápido ocorreu também o aumento no uso de fertilizantes a fim de aumentar a produtividade das culturas na perspectiva de atender a demanda mundial por alimentos.

O nitrogênio é um elemento essencial às plantas, por exercer uma estreita relação metabólica com o crescimento e desenvolvimento dessas (ALEXANDER et al. 2008). Na qualidade de componente de proteínas, clorofilas e ácidos nucleicos, o nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes do ponto de vista produtivo (OLIVEIRA et al. 2019) por ser um macronutriente essencial, sem o qual a planta não completa seu ciclo de vida.

Neste sentido, o nitrogênio foi incorporado como o principal nutriente que compõe os fertilizantes nitrogenados utilizados na agricultura. Esses fertilizantes são obtidos a partir da fabricação da amônia anidra ( $\text{NH}_3$ ), matéria-prima básica de todos os fertilizantes nitrogenados sintéticos (DIAS & FERNANDES, 2006) (Figura 01).

Figura 01. Produção de fertilizantes nitrogenados a partir da amônia anidra ( $\text{NH}_3$ ).



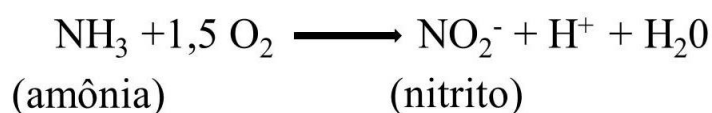
Fonte: <http://www.fertipar.com.br>

Conforme observado na Figura 01, os fertilizantes nitrogenados podem conter nitrogênio em diferentes formas, tais como nitrato, amônio ou ureia, dentre outras. Uma vez no solo, as outras formas serão convertidas principalmente em nitrato.

A ureia é uma fonte de N orgânico liberada constantemente no ambiente através de processos biológicos, como por exemplo a excreção de urina de mamíferos, através da degradação do aminoácido arginina e do ácido úrico ou quando é adicionada ao solo através da fertilização, onde é hidrolisada em amônia e  $\text{CO}_2$  pela enzima urease. Por sua vez, quando combinada com a água do solo, reage com rapidez formando íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), através de um processo conhecido como amonificação (MURPHY, et al. 2003). O  $\text{NH}_4^+$  formado nessa reação pode ser convertido em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) através de um processo conhecido como nitrificação.

A nitrificação é um processo de oxidação do  $\text{NH}_4^+$  para nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e, posteriormente, para nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) através de microrganismos quimioautotróficos. Inicialmente, o  $\text{NH}_4^+$  é utilizado como doador de elétrons e o  $\text{O}_2$  como aceptor. O  $\text{NO}_3^-$  oriundo do processo de nitrificação é comumente a forma predominante de nitrogênio em solos utilizados para cultivos. As nitrosomonas compreendem um gênero de bactérias que fazem a conversão da  $\text{NH}_4^+$  para  $\text{NO}_2^-$ , enquanto que as nitrobactérias fazem parte de um gênero de bactérias que são responsáveis por converter o  $\text{NO}_2^-$  para  $\text{NO}_3^-$ . Deste modo, a nitrificação acontece em duas etapas principais denominadas nitritação e nitratação. A nitritação é a oxidação da  $\text{NH}_4^+$  para  $\text{NO}_2^-$  (equação 1), enquanto a nitratação é a oxidação do  $\text{NO}_2^-$  para  $\text{NO}_3^-$  (equação 1) (TAIZ & ZEIGER, 2017; VIEIRA, 2017).

Equação 01. Reação de conversão da amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) para nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ).



Fonte: VIEIRA, 2017.

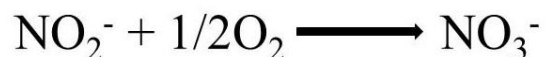
Na reação de nitritação, um composto chamado de hidroxilamina é formado como composto intermediário no decorrer da conversão da  $\text{NH}_4^+$  para  $\text{NO}_2^-$  pela enzima monooxigenase da amônia (MOA). Em seguida, a hidroxilamina é convertida para  $\text{NO}_2^-$  pela enzima oxidoredutase da hidroxilamina (ORH) (VIEIRA, 2017). A equação geral pode ser descrita da seguinte forma:



Fonte: VIEIRA, 2017.

Na reação de nitratação, o  $\text{NO}_2^-$  formado na etapa de nitritação é por consequência oxidado a  $\text{NO}_3^-$ . Na reação, o oxigênio necessário à formação do  $\text{NO}_3^-$  é conseguido através da molécula de água e serve como aceptor de elétrons, conforme a equação a seguir:

Equação 03. Reação de oxidação do nitrito para nitrato.



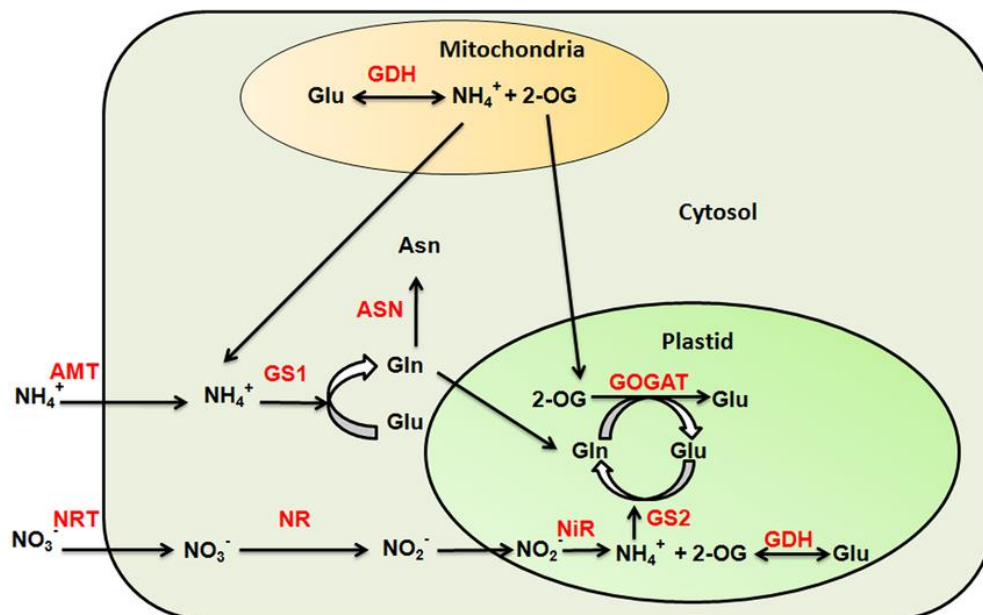
Fonte: VIEIRA, 2017.

A oxidação do nitrito para nitrato é catalisada pela oxidoredutase do nitrito, que é uma enzima ligada à membrana. Por fim, o N é absorvido pelas plantas nas duas formas: na reduzida ( $\text{NH}_4^+$ ) e também na forma oxidada ( $\text{NO}_3^-$ ). No caso do nitrato, primeiramente precisa ser reduzido no interior da célula para se ligar aos esqueletos de carbono, para formação de moléculas complexas (VIEIRA, 2017).

Nas plantas, uma das vias de assimilação do nitrogênio envolve a redução do nitrato em amônio, que é por fim, incluso na síntese de aminoácidos pela via GS/GOGAT. Nesse processo, detalhado na figura 2, os íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) são mediados por transportadores de nitrato (NRT) e amônio (AMT), respectivamente. O  $\text{NO}_3^-$  inserido na célula é reduzido a íons nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) pela enzima nitrato redutase (NR). O íon nitrito então se move para o plastídio sendo reduzido ao íon amônio pela enzima nitrito redutase (NiR).

O amônio é então incorporado ao aminoácido pela glutamina sintetase e glutamato sintase via ciclo GS/GOGAT. Já o íon de amônio transportado pelos transportadores de amônio entra diretamente no ciclo GS/GOGAT. As duas enzimas adicionais glutamato desidrogenase (GDH) e asparagina sintetase (ASN) também participam da assimilação de amônio. O GS, GDH e ASN são as principais enzimas envolvidas na síntese de glutamina (Gln), glutamato (Glu) e asparagina (Asn) (GOEL et al. 2015).

Figura 02. Absorção e assimilação de nitrogênio pelas plantas. Íon de nitrato:  $\text{NO}_3^-$ ; íon de amônio:  $\text{NH}_4^+$ ; transportadores de nitrato: NRT; transportadores de amônio: AMT; íon de nitrito:  $\text{NO}_2^-$ ; enzima nitrato redutase: NR; enzima nitrito redutase: NiR; glutamato desidrogenase: GDH; asparagina sintetase: ASN; glutamina: Gln; glutamato: Glu; asparagina: Asn (GOEL et al. 2015).



Fonte: Os autores.

Dada à importância estrutural do nitrogênio no metabolismo vegetal e que sua assimilação pelas plantas pode ocorrer na forma de nitrato ou amônio, é importante ressaltar que a aplicação de fertilizantes nitrogenados pode aumentar as concentrações de nitrato nas células do xilema e seu armazenamento se dá principalmente nos vacúolos celulares (ALEXANDER et al. 2008).

O xilema transporta a água e os nutrientes das raízes às folhas, enquanto o floema transporta os produtos da fotossíntese para os pontos de crescimento da planta (ANTONINI et al. 2018). Isso afeta a distribuição de nitrato entre os órgãos das plantas. Neste caso, as culturas folhosas como o repolho, alface e espinafre têm concentrações razoavelmente maiores de nitrato, quando comparadas aos órgãos de armazenamento, como tubérculos de batata, cenouras, alho-poró, cebola e sementes. Essas informações demonstram que alguns vegetais, especialmente os folhosos, podem conter teores relativamente maiores de nitrato (ALEXANDER et al. 2008).

Os vegetais são a fonte mais importante de nitrato na dieta humana, podendo contribuir com cerca de 80 a 90 % do nitrato total ingerido (SALEHZADEH et al. 2020; LIU et al. 2018). Portanto, como a presença permanente de hortaliças na alimentação das pessoas é de fundamental importância com vistas ao fornecimento de vitaminas,

minerais e antioxidantes, torna-se essencial medir o conteúdo de nitratos nesses alimentos, posto que o excesso de nitrato muitas vezes encontrado em hortaliças é proveniente do desequilíbrio na adubação nitrogenada (SALEHZADEH et al. 2020).

O padrão dietético DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension), rico em hortaliças, é adotado no tratamento da hipertensão arterial sistêmica (DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO VII, 2017). Entretanto, essa dieta pode exceder o padrão aceitável de ingestão diária de nitrato em 550 % para um adulto de 60 kg, segundo os padrões de doses diárias aceitáveis estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (HORD et al. 2009).

Sendo assim, é importante discutir sobre os eventuais riscos à saúde humana que o excesso de nitratos derivados dos vegetais poderia promover, apesar de estar sendo fornecido por uma dieta tida como saudável. Portanto, o monitoramento da concentração de nitrato nas principais hortaliças presentes na dieta da população em geral servirá de parâmetro para o manejo da adubação, buscando orientar os agricultores a fornecerem doses e tipos de fertilizantes nitrogenados que possam atender a demanda nutricional da lavoura, mas, que não promovam acúmulo do íon nitrato em teores acima do aceitável para o consumo humano segundo as orientações da OMS.

Há uma variação no nível de nitrato em função do tipo e parte vegetal consumida. Salehzadeh et al. (2020) averiguaram que o teor de nitrato em hortaliças folhosas são maiores que hortaliças frutas com médias de 5190 mg/kg e 3332 mg/kg, respectivamente (Tabela 01). Segundo os autores, uma série de fatores influencia na concentração de nitrato nos vegetais: local do plantio; composição do solo; incidência da luz solar; horário da coleta; tipo de fertilizante utilizado, tendo os adubos orgânicos menor quantidade de nitrogênio quando comparados aos fertilizantes químicos.

Tabela 01. Quantidade de nitrato em mg/kg em diferentes tipos de vegetais.

| Categorias de vegetais | Tipo de vegetal     | Nitrato em matéria seca (mg/kg) | Nitrato em matéria fresca (mg/kg) |
|------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Folhosas               | Folhas de Beterraba | 7599                            | 439                               |
|                        | Manjeriço           | 5370                            | 507                               |
|                        | Alface              | 5136                            | 370                               |



|        |                 |      |     |
|--------|-----------------|------|-----|
|        | Salsinha        | 5628 | 562 |
|        | Repolho         | 4504 | 530 |
|        | Feno grego      | 3842 | 422 |
| Raízes | Bulbo de cebola | 4254 | 382 |
|        | Rabanete        | 3902 | 381 |
|        | Cenoura         | 3517 | 324 |
| Frutos | Tomate          | 3332 | 166 |

Fonte: Salehzadeh et al. 2020.

Stertz et al. (2004) realizaram estudo dos teores de nitrato e nitrito em hortaliças cultivadas sob cultivo convencional, orgânico ou hidropônico e verificaram que as culturas com maiores teores (mg/kg) de nitratos e nitrito, foram agrião (498,37; 329,59 e 2623,6) e alface (798,86; 459,98 e 1778,64) respectivamente nos cultivos convencional, orgânico e hidropônico. Além de espinafre (1376,53 e 877,73) nos cultivos convencional e orgânico. Por outro lado, concluíram que as menores concentrações de nitrato e nitrito foram encontradas em batata (75,83 e 15,52) nos cultivos convencional e orgânico, respectivamente. Os autores calcularam os valores de ingestão diária aceitável de nitritos e nitratos na tabela 02 a seguir:

Tabela 02. Ingestão Diária Aceitável-IDA (g de hortaliça fresca) de culturas hortícolas sob cultivo convencional, ou hidropônico em relação a nitritos e nitratos.

|               | Sistemas de Cultivo |          |             |
|---------------|---------------------|----------|-------------|
| Culturas      | Convencional        | Orgânico | Hidropônico |
| Agrião        | 529,58              | 80,96    | 100,59      |
| Alface        | 330,35              | 573,73   | 148,37      |
| Espinafre     | 191,71              | 300,66   | -           |
| Tomate cereja | 982,06              | 1450,72  | 105,14      |
| Tomate salada | 1790,37             | 2632,94  | 1414,94     |
| Batata        | 3480,15             | 17033,87 | -           |

|            |         |         |   |
|------------|---------|---------|---|
| Cenoura    | 371,51  | 257,04  | - |
| Couve-flor | 2634,26 | 1286,63 | - |
| Pepino     | 929,42  | 597,42  | - |
| Morango    | 1417,14 | 2037,21 |   |

Nota: quantidade que pode ser consumida por um indivíduo com 70 kg para atingir 100% da IDA em relação à soma de nitritos e nitratos. Fonte: Stertz et al. 2004.

Segundo Higashijima et al. (2020), os elevados teores de nitrato em alguns vegetais, tais como a quinoa, folhas de brócolis, couve, couve-flor, lichia, espinafre, alface, rabanete e beterraba podem atuar como fatores antinutricionais, interferindo por exemplo, no metabolismo da vitamina A e nas funções da glândula tireóide. Além disso, o excesso de nitratos em vegetais (especialmente hortaliças folhosas) apresenta elevado potencial carcinogênico, teratogênico e mutagênico. Por isso, o consumo excessivo de nitrato pode causar cianose decorrente da formação de metamioglobina e neoplasia a partir da formação de compostos N-nitrosos.

Pôrto et al. (2008), avaliando o efeito da adubação orgânica e mineral no cultivo da alface, observaram que o uso da fertilização orgânica pode resultar em maior rendimento do que o nitrogênio fornecido a partir de uma fonte mineral. Os autores sugerem que o fornecimento de nitrogênio mineral pode ser substituído pela fonte orgânica sem comprometer o rendimento e a qualidade da alface produzida.

A forma de cultivo também é um dos fatores que pode influenciar no teor de nitratos nas hortaliças. Conforme descrito por Beninni et al. (2002), a alface cultivada em sistema hidropônico pode acumular mais nitrato em relação ao cultivo convencional, o que pode estar relacionado a diferenças na absorção, assimilação e translocação do nitrato nos sistemas de produção, como também pelo fato da proporção nitrato/amônio nas soluções nutritivas da hidroponia serem superiores a 80/20 (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

Avaliando o teor de nitrato em alface cultivada sob diferentes sistemas hidropônicos, Silva et al. (2018) averiguaram que o teor de nitrato foi maior nas plantas de alface quando o cultivo foi realizado na hidroponia vertical com substrato em relação ao sistema NFT-*Nutrient Film Technique*. Ainda segundo Fernandes et al. (2002), é necessário acompanhamento técnico especializado, no preparo de soluções

nutritivas balanceadas, que forneçam nutrição adequada às plantas e evite, dentre outros problemas, o acúmulo excessivo de nitrato.

### **3. A SEGURANÇA ALIMENTAR E O CONTEÚDO DE NITRATO NOS ALIMENTOS**

Nos dias de hoje, é grande a preocupação dos consumidores e dos produtores com a qualidade dos alimentos, destacando as questões sanitária, organoléptica e nutricional como as principais. Entre as características nutricionais estudadas, a concentração de nitrato destaca-se pela possibilidade de seu excesso ser nocivo à saúde humana (LUZ et al. 2008).

Neste sentido, o aumento no uso de fertilizantes (seja ele, de origem sintética ou não) na agricultura intensiva, pode contribuir para o aumento no acúmulo de nitratos em vegetais, e esses valores podem superar as concentrações de nitrato aceitáveis em alimentos (SANTAMARIA, 2006). Dessa forma, o aumento no acúmulo de nitratos em vegetais pode comprometer a qualidade nutricional de hortaliças e violar as normas que regem a segurança alimentar e nutricional dos consumidores.

Na lei no 11.346, parágrafo 3 de 15 de julho de 2006, a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) foi definida como a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (SISAN, 2006).

De acordo com esse conceito, tem-se a certeza de que a segurança alimentar não implica apenas na provisão de alimentos, mas também na qualidade desses, com promoção da saúde aos consumidores. Atrelado a esse conceito, no final do parágrafo a lei determina como base fundamental, atividades alimentares que sejam socialmente sustentáveis, permitindo ampliar o conceito de SAN para o manejo adequado e consciente dos recursos naturais utilizados na produção de alimentos.

Nesse sentido, o acúmulo de nitratos em vegetais e na água de consumo pode ser considerado o principal problema de qualidade e segurança alimentar associado ao uso inadequado de fertilizantes (RODRIGUES, 2006).

Estudos retratam os efeitos benéficos do consumo de nitratos para a saúde do sistema cardiovascular e digestivo em humanos (IVY, 2019; BONDONNO et al. 2018; OMAR et al. 2016; WEITZBERG & LUNDBERG, 2013). Com isso, as informações epidemiológicas disponíveis sobre o efeito da ingestão de nitrato na saúde humana

podem parecer controversas, entretanto, considera-se que a exposição prolongada a dietas ricas em nitratos deve ser evitada (RODRIGUES, 2006).

A ingestão de nitratos em quantidades adequadas por si só, não representa um problema do ponto de vista toxicológico, mas sim seus metabólitos e produtos de reação, por exemplo, nitrito, óxido nítrico e compostos N-nitrosos, que ocasionam grande preocupação por suas implicações com efeitos adversos à saúde, como metahemoglobinemia e carcinogênese (ALEXANDER et al. 2008; BENEVIDES et al. 2011). Do ponto de vista toxicológico, o nitrito é muito mais tóxico que o nitrato devido a sua participação na formação de metahemoglobina (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2010).

O principal risco à saúde atrelado à ingestão de nitrito e nitrato é o desenvolvimento de uma síndrome chamada de metahemoglobinemia, também conhecida como "síndrome do recém-nascido cianótico". Quando o nitrato é reduzido a nitrito no estômago, pode oxidar a hemoglobina em metahemoglobina (um pigmento de cor marrom esverdeada, que não pode transportar o oxigênio). O transporte reduzido de oxigênio se manifesta clinicamente quando a concentração de metahemoglobina atinge ou excede 10 % da concentração normal de hemoglobina. Esta síndrome produz cianose e, em concentrações mais elevadas, asfixia (OMS, 2006; FERNÍCOLA & AZEVEDO, 1981) (Equação 04).

Equação 04. Formação de metahemoglobina (metHb) e nitrato através da reação entre o nitrito e a hemoglobina (oxyHb) (SANTAMARIA, 2006).

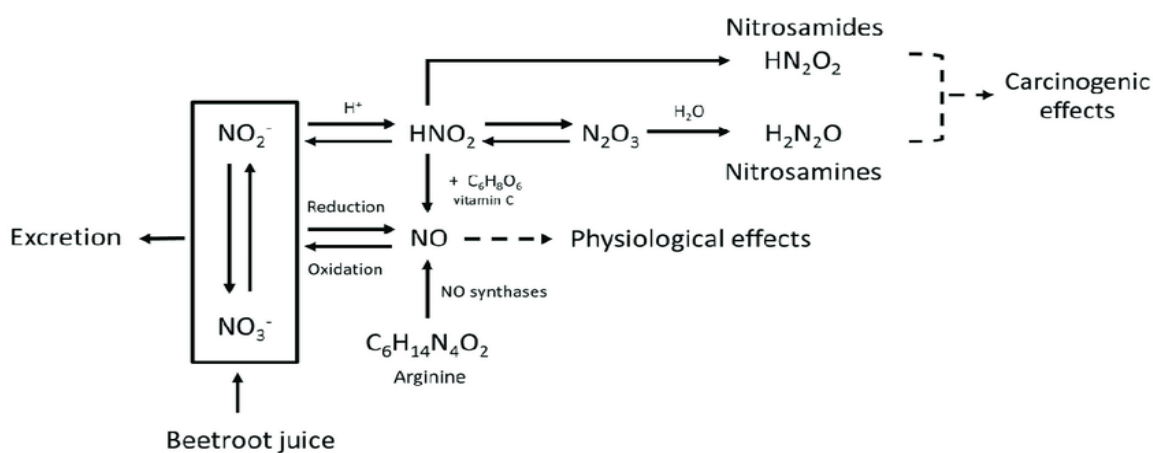


Fonte: SANTAMARIA, 2006.

A absorção de nitrato a partir da ingestão de vegetais, carne ou água é muito rápida e superior a 90 %. Aproximadamente 25 % do nitrato ingerido por seres humanos é mantido na saliva, dos quais cerca de 20 % é convertido em nitrito pela ação de bactérias na boca (WHO, 2017). Além disso, como essas bactérias com atividade redutora de nitrato também estão presentes em outras partes do trato digestivo (pH acima de 5), essas bactérias contribuem para a síntese endógena de nitrito, dependendo de enzimas que atuam sobre o nitrato que estão disponíveis localmente.

Quando o nitrito é digerido no ambiente ácido do estômago, o ácido nitroso é formado ( $\text{HNO}_2$ ) (Figura 04). Duas moléculas de  $\text{HNO}_2$  são convertidas em água e trióxido de dinitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ), que reage com aminas em nitrosaminas. O  $\text{HNO}_2$  também pode ser protonado e pode reagir com amidas para formar nitrosamidas (BERENDS et al. 2019; SEBAEI & REFAI, 2019; MORTENSEN et al. 2017).

Figura 04. Metabolismo do nitrato e a formação de compostos N-nitrosos (nitrosaminas e nitrosamidas) em humanos.



Fonte: BERENDS et al. 2019.

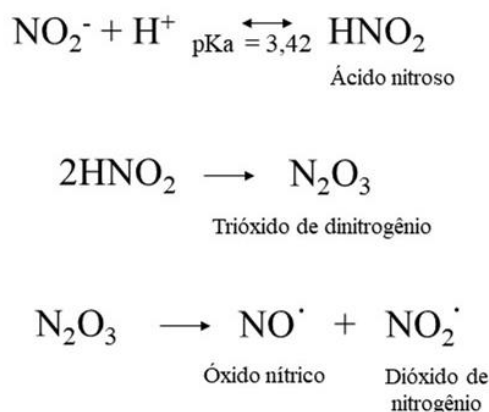
Esses compostos N-nitrosos são conhecidos como potentes cancerígenos em várias espécies, inclusive primatas. A exposição humana a esses compostos pode ocorrer via inalação, ingestão de nitrosaminas pré-formadas (alimentos processados de origem animal) ou pela nitrosação endógena (a partir da ingestão de alimentos com altos teores de nitrato, por exemplo hortaliças folhosas) (SANTOS & LOURIVAL, 2019; OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2010).

As evidências atuais também sugerem que a exposição ao nitrato presente na água potável pode alterar a função da glândula tireóide, inibindo a captação de iodeto tireoidiano, levando a concentrações e funções alteradas do hormônio tireoidiano (WHO, 2017).

Além disso, o nitrato pode participar de reações que resultam na formação de óxido nítrico (NO), um forte oxidante. Bactérias anaeróbicas podem utilizar o nitrato como um aceptor de elétrons no caso de ausência do oxigênio e produzir nitrito. Uma parte do nitrito proveniente dessa reação é reduzido à NO pela acidez da cavidade oral ou com o ácido do estômago (a maioria das reações) e produz óxidos de

nitrogênio, incluindo o ácido nitroso, dióxido de nitrogênio, trióxido de dinitrogênio e óxido nítrico (NO) (GILCHRIST et al. 2010):

Equação 05. Reações de formação do óxido nítrico (NO) no sistema digestivo de humanos.



Fonte: GILCHRIST et al. 2010.

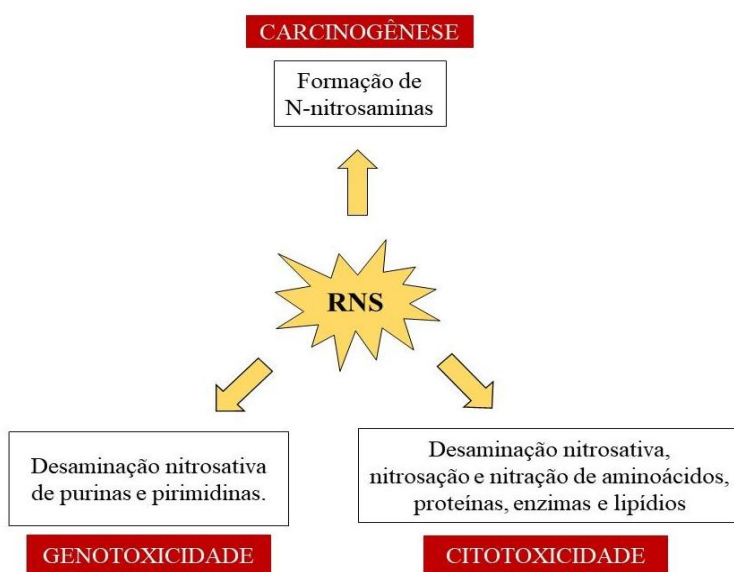
O equilíbrio existente entre a produção de óxido nítrico (NO) e nitrito é regulado pelo pH, ou seja, quanto mais ácido for o ambiente, mais NO será formado (PATEL et al. 1999). Após ser formado, o NO pode reagir com o radical superóxido ( $\text{O}_2^{\cdot-}$ ) e levar a formação de peroxinitrito, uma reação que é considerada chave nos efeitos danosos associados ao NO (BONDONNO et al. 2016).

O NO pode atravessar membranas facilmente, por isso o sítio de formação não é um impedimento para a formação de peroxinitrito. O peroxinitrito também consegue atravessar membranas através de canais aniônicos, o que pode potencializar seus efeitos maléficos em diversos sistemas. Os principais danos celulares ocasionados por peroxinitrito em humanos está atrelado à modificação estrutural e a função de proteínas, reagindo com os aminoácidos na cadeia peptídica. Além disso, peroxinitritos podem oxidar tióis, gerando radicais tiila (RS) e estes, por sua vez, podem reagir com oxigênio e desencadear o estresse oxidativo através da interconversão de radicais livres. Essas reações oxidativas estão associadas a doenças importantes, tais como, a doença de Parkinson, a doença de Alzheimer, esclerose lateral amiotrófica, dentre outras (PACHER et al. 2007).

Apesar de o nitrito e o NO apresentarem diversas funções fisiológicas na saúde humana, sua ocorrência em níveis relativamente altos sob condições de estresse oxidativo ou num ambiente ácido pode estar associado a uma série de efeitos

adversos com consequências toxicológicas tipicamente exemplificadas pela desaminação nitrosativa de purina e pirimidina contendo amina primária de nucleobases, um dos principais eventos implicados na mutagênese e carcinogênese. Acredita-se que esses eventos sejam mediados por uma matriz de espécies reativas de nitrogênio (RNS) (Figura 05).

Figura 05. Principais alvos de espécies reativas de nitrogênio e efeitos toxicológicos.



Fonte: Adaptado de: D' ISCHIA, et al. 2011.

Por isso, deve haver equilíbrio com a absorção exógena de nitrato a fim de amenizar os riscos potenciais à saúde humana. O meio mais apropriado para controlar as concentrações de nitrato, particularmente nas águas subterrâneas, é a prevenção de contaminação. Isso pode assumir a forma de gerenciamento apropriado das práticas agrícolas (como o gerenciamento adequado de fertilizantes e esterco, entre outras) e práticas de saneamento (como escolha apropriada da localização de latrinas e fossas sépticas, controle de vazamento de esgoto, entre outras). É particularmente importante que o uso doméstico de adubos e fertilizantes em pequenas parcelas próximas aos poços seja gerenciado com cuidado para evitar possíveis contaminações (WHO, 2017).

O aumento no uso de fertilizantes (seja ele, de origem sintética ou não) na agricultura intensiva, vem favorecendo a produção de hortaliças com maior

concentração de nitrato, além do aumento na contaminação da água potável ao longo dos anos (SANTAMARIA, 2006).

Além dos alimentos processados e na água potável, a presença de nitratos em hortaliças constitui uma contribuição apreciável na ingestão diária de nitratos, tornando-se necessário medidas para mensurar e controlar os teores de nitratos nos alimentos de origem vegetal (LARA & TAKAHASHI, 1982).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no referencial teórico levantado, o estudo acerca do teor de nitrato ainda abrange poucas hortaliças, sendo a maioria dos estudos focados na análise de cultivares de alface, por ser uma das folhosas mais consumidas em saladas. A maioria dos estudos avalia o conteúdo isolado de nitrato em vegetais, não atentando para o consumo combinado de hortaliças em saladas e a predominância dessas na alimentação humana em virtude de hábitos alimentares como dietas *low carb* ou dietas vegetarianas e veganas, onde há a predominância de alimentos de origem vegetal.

Antes de tudo, é importante priorizar que a informação acerca dessas questões chegue de maneira proveitosa aos agricultores, para que esses possam utilizar os insumos e resíduos da agricultura e pecuária de forma sustentável em suas propriedades, buscando tanto manter a produtividade quanto a alta qualidade nutricional presente nos alimentos produzidos. Novos estudos são necessários com vistas a indicar as doses adequadas de fertilizantes nitrogenados, bem como a formulação de soluções nutritivas a serem aplicadas às diferentes espécies cultivadas, seja no cultivo convencional ou hidropônico.

Essas medidas possibilitarão atender a demanda nutricional da planta bem como, evitar o acúmulo excessivo de nitrato nas hortaliças e também prevenir a contaminação de solos e dos recursos hídricos.



## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, J., BENFORD, D., COCKBURN, A., CRAVEDI, J. P., DOGLIOTTI, E., DOMENICO, A. D., FERNÁNDEZ-CRUZ, M. L., FINK-GREMMEIS, J., FÜRST, P., GALLI, C., GRANDJEAN, P., GZYL, J., HEINEMEYER, G., JOHANS, N. 2008. Nitrate in vegetables Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. **The EFSA Journal**, 689, 1-79.
- ANTONINI, L. S., HENSING, L. W., RENTZ, L. C. S., PERSICH, G. D. O. 2018. Experimento para a Compreensão do Conteúdo de Botânica: Tecidos Condutores (Xilema e Floema). In: *Aprendendo Ciências: ensino e extensão*. V. 1. 157 p. **Editora Faith**. ISBN: 978-85-68221-24-2.
- ARAÚJO, D. D. A. C., CUNHA, L. S., SILVA, E., MORAIS, I. C. O. 2019. Teor de nitrato em alfaces de cultivo orgânico e convencional comercializadas no sertão central do Ceará. **Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC)**. v. 4, n. 1, ISSN 2446-6042 BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 18(2):67-79, 2011.
- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. 2002. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 183-186.
- BERENDS, J. E., VAN DEN BERG, L. M. M., GUGGEIS, M. A., HENCKENS, N. F. T., HOSSEIN, I. J., DE JOODE, M. E. J. R., VAN BREDA, S. G. J. 2019. Consumption of Nitrate-Rich Beetroot Juice with or without Vitamin C Supplementation Increases the Excretion of Urinary Nitrate, Nitrite, and N-nitroso Compounds in Humans. **International Journal of Molecular Sciences**, 20 (9), 2277. doi:10.3390/ijms20092277
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. Análises químicas e bioquímicas em plantas. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2011. 261 p. il..
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. AS Técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vols. 8 e 9, p. 107-137, 2012.
- BONDONNO, C. P., BLEKKENHORST, L. C., LIU, A. H., BONDONNO, N. P., WARD, N. C., CROFT, K. D., HODGSON, J. M. 2018. Vegetable-derived bioactive nitrate and cardiovascular health. **Molecular Aspects of Medicine**, 61, 83–91. doi:10.1016/j.mam.2017.08.001.
- CLARKE, D. B., BARNES, K. A., CASTLE, L., ROSE, M., WILSON, L. A., BAXTER, M. J., DUPONT, M. S. (2003). Levels of phytoestrogens, inorganic trace-elements, natural toxicants and nitrate in vegetarian duplicate diets. **Food Chemistry**, 81(2), 287–300. doi:10.1016/s0308-8146(02)00398-9.
- D' ISCHIA, M., NAPOLITANO, A., MANINI, P., & PANZELLA, L. (2011). Secondary Targets of Nitrite-Derived Reactive Nitrogen Species: Nitrosation/Nitration Pathways, Antioxidant Defense Mechanisms and Toxicological Implications. **Chemical Research in Toxicology**, 24(12), 2071–2092. doi:10.1021/tx2003118.
- DIAS, V. P., FERNANDES, E. 2006. Fertilizantes: uma visão global sintética. Biblioteca Digital BNDS. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em: 30/03/2020.

DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO VII, 2017. **Brazilian Journal of Hypertension**, 24 (1) : 1-91.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G.; FONSECA, M.C.M. 2002. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200.

FERNÍCOLA, N. G.G., AZEVEDO, F.A. 1981. Metemoglobinemia e nitrato nas águas. **Revista de Saúde Pública**, 15: 242-248.

FERTIPAR Fertilizantes. Disponível em <<http://www.fertipar.com.br>>. Acesso em 10 de março de 2020.

GILCHRIST, M., WINYARD, P. G., & BENJAMIN, N. (2010). Dietary nitrate – Good or bad? Nitric Oxide, 22(2), 104–109. doi:10.1016/j.niox.2009.10.005.

GOEL, P., & SINGH, A. K. (2015). Abiotic Stresses Downregulate Key Genes Involved in Nitrogen Uptake and Assimilation in Brassica juncea L. **Plos One**, 10(11), e0143645. doi:10.1371/journal.pone.0143645.

HIGASHIJIMA, N. S., LUCCA, A., REBIZZI, L. R. H., REBIZZI, L. M. H. 2020. Fatores antinutricionais na alimentação humana. Segur. **Aliment. Nutr.**, Campinas, v. 27, p. 1-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/san.v27i0.8653587>.

HORD, N. G., TANG, Y., BRYAN, N. S. 2009. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 90 (1) : 1-10.

IVY, J. L. 2019. Inorganic Nitrate Supplementation for Cardiovascular Health. **Methodist debakey cardiovasc J**, 15 (3).

LAIA, R.; REBELO, A.; SERRA, C.; VASCO, E. Teor de nitrato em produtos hortícolas e frutos consumidos ao longo do ano em Portugal. Boletim Epidemiológico, n. 22, p. 21-28, 2018.

LARA, W. H., TAKAHASHI, M. Y. 1982. *Níveis de nitratos em hortaliças*. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 42 (1/2) :53-57.

LIU, A. H., BONDONNO, C. P., RUSSELL, J., FLOOD, V. M., LEWIS, J. R., CROFT, K. D., BLEKKENHORST, L. C. 2018. Relationship of dietary nitrate intake from vegetables with cardiovascular disease mortality: a prospective study in a cohort of older Australians. **European Journal of Nutrition**. doi:10.1007/s00394-018-1823-x .

LUZ, G. L. DA, MEDEIROS, S. L. P., MANFRON, P. A., AMARAL, A. D. DO, MÜLLER, L., TORRES, M. G., & MENTGES, L. 2008. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, 38(8), 2388–2394. doi:10.1590/s0103-84782008000800049

MARTÍNEZ DE ZABARTE FERNÁNDEZ, J. M., GARCÍA ÍÑIGUEZ, J. P., & DOMÍNGUEZ CAJAL, M. (2018). Metahemoglobinemia in infants over one year. **Medicina Clínica (English Edition)**. doi:10.1016/j.medcle.2017.12.037.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA Nº 36, DE 19 DE JANEIRO DE 1990. Disponível em: [bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt0036\\_19\\_01\\_1990.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt0036_19_01_1990.html). Acesso em: 30/03/2020.

MITEK, M.; ANYŻEWSKA, A.; WAWRZYŃIAK, A. Estimated dietary intakes of nitrates in vegetarians compared to a traditional diet in Poland and acceptable daily intakes: Is there a risk? **Rocz Panstw Zakl Hig.** 64(2):105-109. 2013.

MORTENSEN, A.; AGUILAR, F.; CREBELLI, R.; DOMENICO, A. D.; DUSEMUND, B.; FRUTOS, M. J.; GALTIER, P.; GOTT, D.; GUNDERT-REMY, U.; LAMBRE, C.; LEBLANC, J. C.; LINDTNER, O.; MOLDEUS, P.; MOSESSO, P.; OSKARSSON, A.; PARENT-MASSIN, D.; STANKOVIC, I.; WAALKENS-BERENDSEN, I.; WOUTERSEN, R. A.; WRIGHT, M.; BRANDT, P. V. D.; FORTES, C.; MERINO, L.; TOLDRA, F.; ARCELLA, D.; CHRISTODOULIDOU, A.; BARRUCCI, F.; GARCIA, A.; PIZZO, F.; BATTACCHI, D.; YOUNES, M. Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives. **EFSA Journal** 2017;15(6):4787. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4787.

MURPHY, D.; RECOUS, S.; STOCKDALE, E.; FILLERY, I. R.; JENSEN, L.; HATCH, D.; GOULDING, K. W. 2003. Gross nitrogen fluxes in soil: theory, measurement and application of 15N pool dilution techniques. *Advances in Agronomy* Volume 79, 69–118. doi:10.1016/S0065-2113(02)79002-0.

OLIVEIRA, F. A., OLIVEIRA, F. C. 2010. *Toxicologia experimental de alimentos*. - Porto Alegre: Ed. **Universitária Metodista: Sulina**, 119p.

OLIVEIRA, R. M. DE, OLIVEIRA, R. A. DE, VIDIGAL, S. M., OLIVEIRA, E. M. DE, GUIMARÃES, L. B., & CECON, P. R. 2019. Production and water yield of cauliflower under irrigation depths and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23(8), 561–565. doi:10.1590/1807-1929/agriambi. v. 23, n.8, p.561-565.

OMAR, S. A., WEBB, A. J., LUNDBERG, J. O., WEITZBERG, E. 2015. Therapeutic effects of inorganic nitrate and nitrite in cardiovascular and metabolic diseases. **Journal of Internal Medicine**, 279(4), 315–336. doi:10.1111/joim.12441.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). 2006. *Guías para la calidad del agua potable* [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: **Recomendaciones**. Tercera edición. ISBN 92 4 154696 4.

PACHER, P., BECKMAN, J. S., & LIAUDET, L. (2007). Nitric Oxide and Peroxynitrite in Health and Disease. **Physiological Reviews**, 87(1), 315–424. doi:10.1152/physrev.00029.2006.

PASCALE, A.; ECHEVARREN, V.; PAN, M.; FORTEZA, C.; GARCÍA, A. 2017. Metahemoglobinemia relacionada con ingesta de puré de acelgas. **Arch. Pediatr. Urug.** vol.88 no.6 Montevideo oct. <http://dx.doi.org/10.31134/ap.88.6.6>.

PATEL, R. P.; MCANDREW, J.; SELLAK, H.; WHITE, C. R.; JO, H.; FREEMAN, B. A.; DARLEY-USMAR, V. M. Biological aspects of reactive nitrogen species. **Biochimica et Biophysica Acta** 1411 (1999) 385-400.

PESQUISA DE OPINIÃO PÚBLICA SOBRE VEGETARIANISMO, 2018. **Ibope Inteligência**. [https://www.svb.org.br/images/Documentos/JOB\\_0416\\_VEGETARIANISMO.pdf](https://www.svb.org.br/images/Documentos/JOB_0416_VEGETARIANISMO.pdf)

PÔRTO. M. L.; ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; ARAÚJO, R. C.; ARRUDA, J. A. 2008. Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral Nitrogen supply and organic fertilization. **Hortic. Bras.** vol.26 no.2. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000200019>

RANA, A., PANDEY, R. K., RAMAKRISHNAN, B. 2019. Enzymology of the nitrogen cycle and bioremediation of toxic nitrogenous compounds. **Smart Bioremediation Technologies**, 45–61. doi:10.1016/b978-0-12-818307-6.00003-2.

RODRIGUES, M. A. 2006. Utilização de fertilizantes e qualidade dos produtos vegetais: O problema dos nitratos. Qualidade e Segurança alimentar em Produtos de Origem Vegetal. **Escola Superior Agrária de Bragança**.

SALEHZADEH, H., MALEKI, A., REZAEI, R., SHAHMORADI, B., & PONNET, K. 2020. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. **Plos One**, 15(1), e0227551. doi:10.1371/journal.pone.0227551.

SANTAMARIA, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86(1), 10–17. doi:10.1002/jsfa.2351.

SANTOS, P. S., LOURIVAL, N. B. S. 2019. Consumo de compostos químicos oriundos de embutidos e sua correlação com o desenvolvimento do câncer: uma revisão. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa** ISSN 0104-8112.

SEBAEI, A. S., & REFAI, H. M. 2019. Hazard index: probabilistic risk exposure of nitrate and nitrite in Egyptian fruits and vegetables. **International Journal of Environmental Analytical Chemistry**, 1–8. doi:10.1080/03067319.2019.1685666.

SILVA, J. C. R. L., FERNANDES, T. O. M., FONSECA, F. S. A., MAIA, J. T. L. S., MARTINS, E. R. 2018. Teor de nitrato em alface produzida em sistema hidropônico vertical com substrato e NFT Karoline Paulino Costa. **Cad. Ciênc. Agrá.**, v. 10, n. 1, p. 24–28, ISSN: 2447-6218.

SISTEMA NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL – SISAN. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 set. 2006.

STERTZ, S.C.; PENNTEADO, P.T.P.S.; FREITAS, R.J.S. Nitritos e nitratos em hortícolas produzidas pelo sistema de cultivo convencional, orgânico e hidropônico na região metropolitana de Curitiba. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 63(2):200-207, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

WEITZBERG, E., & LUNDBERG, J. O. 2013. Novel Aspects of Dietary Nitrate and Human Health. **Annual Review of Nutrition**, 33(1), 129–159. doi:10.1146/annurev-nutr-071812-161159.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Library. 2017. Cataloguing-in-Publication Data Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum ISBN 978-92-4-154995-0.

VIEIRA, R. F. 2017. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. Brasília, DF: Embrapa, 1ª edição, 163 p.: il. color. ISBN 978-85-7035-780-9.

ZENEBO, O.; NEUS, S.P.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª Edição, 1ª Edição digital. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

# CAPÍTULO 25

BENEFICIAMENTO, QUALIDADE FISIOLÓGICA E PLANTABILIDADE DE SEMENTES DE MILHO DE VARIEDADES DE POLINIZAÇÃO ABERTA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR.

## **Fabiana Schmidt**

Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

Endereço: BR 282, Km 342, s/n, Campos Novos – SC, Brasil.

E-mail: fabianaschmidt@epagri.sc.gov.br

## **Lilian Vanussa Madruga de Tunes**

Professora Doutora do Curso de Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Endereço: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Capão do Leão, Capão do Leão – RS, Brasil

E-mail: lilian.tunes@ufpel.edu.br

## **Ireni Leitzke Carvalho**

Química, Técnica do laboratório de sementes

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Endereço: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Capão do Leão, Capão do Leão – RS, Brasil

E-mail: irenileitzke@gmail.com

## **Daniele Brandstetter Rodrigues**

Pós Doutoranda PNPd/CAPES no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Endereço: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Capão do Leão, Capão do Leão – RS, Brasil

E-mail: ufpelbrandstetter@hotmail.com

## **Diéli Witte Maas**

Acadêmica do Curso de Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Endereço: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Capão do Leão, Capão do Leão – RS, Brasil

E-mail: dieliwm@gmail.com

**RESUMO:** A utilização de sementes de alta qualidade pelos agricultores é fundamental para o êxito no estabelecimento da cultura do milho à campo pois determina a porcentagem de emergência, o estande e a uniformidade da distribuição de plantas na área, sendo esses, requisitos para elevadas produtividades. Esse estudo avaliou a qualidade fisiológica e física de sementes de 3 variedades de milho

VPA (Fortuna, Catarina e Colorado), e o desempenho no estabelecimento inicial e rendimento de grãos dos respectivos lotes no campo. As sementes beneficiadas das variedades VPA apresentaram alta qualidade expressa pela pureza de 100 %, germinação entre 90-99 %. Os processos do beneficiamento foram eficientes na eliminação de materiais indesejáveis e na preservação da integridade física das sementes pois a germinação e os danos mecânicos permaneceram dentro de padrões aceitáveis. Para garantir a precisão na semeadura do milho recomenda-se o uso de discos com tamanho de alvéolos de 13,5 x 9 mm para os lotes da peneira 20; de 14,5 x 10 mm para os lotes das peneiras 22 e 24 e de 15 x 11 mm para lotes de peneira 25. Os lotes de sementes das variedades Fortuna e Catarina apresentaram maiores rendimentos de grãos, principalmente os das peneiras 22, 24 e 25.

**PALAVRAS-CHAVE:** Germinação; Vigor; Lotes de sementes; *Zea mays*.

**ABSTRACT:** The use of high-quality seeds by farmers is essential for the successful establishment of corn crop because it determines the percentage of emergence, the stand and the uniformity of plant distribution in the area, which are requirements for high productivity. This study evaluated the physiological and physical seed's quality of three corn varieties (Fortuna, Catarina e Colorado), and the field emergence and plantability of the lots benefited. The seeds lots from open pollinated varieties showed high quality expressed by the purity of 100 %, germination between 90-99 %. The processes performed in the UBS were efficient in the elimination of undesirable materials and in the preservation of the physical integrity of the seeds because the germination and the mechanical damages remained within acceptable standards. To guarantee the adequate precision in corn sowing were recommended disks of the size of the wells was 13.5 x 9mm for sieve lots 20, 14.5 x 10 mm for sieve lots 22 and 24, and 15 x 11 mm for sieve lots 25. The seed lots of the Fortuna and Catarina varieties showed higher grain yields, mainly those of sieves 22, 24 and 25.

**KEYWORDS:** Germination; Seed vigor; Seed lots; *Zea mays*.

## 1. INTRODUÇÃO

Na região sul do Brasil, 84 % das propriedades rurais se encaixam nas características de agricultura familiar – Lei 11.326 (CENSO AGROPECUÁRIO, 2006). Nessas pequenas propriedades dos Estados do RS, SC e PR, que representam cerca de 850 mil famílias, a cultura do milho tem considerável relevância econômica e social sendo plantado para alimentação dos animais, consumo próprio e venda ao mercado.

Nos últimos 40 anos, na maioria das propriedades rurais os milhos híbridos substituíram as variedades tradicionais devido a maior produtividade obtida no campo. Entretanto, a semente híbrida apresenta alto custo, e o alcance das altas produtividades dependem de investimentos com adubação e defensivos. Em situações, em que os agricultores não conseguem investir o montante necessário em tecnologia, o potencial produtivo dos híbridos permanece abaixo do esperado.

Nessa conjuntura, as variedades melhoradas de polinização aberta (VPA) se destacam para o cultivo de milho por produtores descapitalizados, com baixo uso de insumos externos, e voltado para a subsistência das famílias pois a maior variabilidade genética confere resistência a situações de estresse por variações climáticas, doenças e pragas e requer menor tecnologia no cultivo. O baixo custo da semente, até cinco vezes menor que o de uma semente híbrida e a possibilidade de o agricultor produzir a própria semente para semear na safra seguinte sem perdas no potencial produtivo são fatores que também promovem boa aceitabilidade em sistemas de produção agroecológicos ou orgânicos.

A oferta de sementes de milho variedade no mercado é um dos fatores limitantes para a ampliação das áreas de cultivo. Isso ocorre porque as variedades são produzidas basicamente por poucas empresas públicas e empresas licenciadas por estas para a produção de sementes. A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) vem trabalhando com o melhoramento genético de milho visando a obtenção de variedades de milho de polinização aberta para utilização em pequenas propriedades. O objetivo é disponibilizar opções de sementes de milho de baixo custo, mas de alta qualidade fisiológica e adequada plantabilidade.

Atualmente, a Epagri disponibiliza no mercado sementes certificadas de 3 variedades VPA, SCS 154 Fortuna, SCS 155 Catarina e SCS 156 Colorado, com destaque para o milho Catarina que possui potencial de rendimento alto, acima de 10.000 kg ha<sup>-1</sup>. A Empresa dispõe de Unidades de Beneficiamento de Sementes

(UBS) de milho aonde as variedades após a colheita passam pelo processo de seleção de espigas e pelas etapas de beneficiamento para a limpeza e classificação, ou seja, a uniformização das sementes em lotes homogêneos. Os lotes beneficiados são avaliados quanto a qualidade das sementes e após a aprovação são destinados a comercialização.

A qualidade da semente é determinada pelo somatório de seus atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade. A qualidade física é determinada pela pureza física (proporção de sementes puras, silvestres, outras sementes cultivadas e materiais inertes) e a condição física da semente (grau de umidade, tamanho, cor, densidade, aparência, danos mecânicos e danos causados por insetos e infecções por doenças) (FERREIRA, 2010). Em virtude da espiga de milho apresentar grande variação de forma e tamanho das sementes, a classificação física é necessária para a uniformização dessas em lotes homogêneos o que facilita a regulação das semeadoras e proporciona a distribuição mais uniforme no sulco de semeadura.

Quanto à qualidade fisiológica, o nível é determinado pela viabilidade (germinação sob condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato) e vigor das sementes (potencial de germinação e o rápido desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente). O vigor também é afetado pelos aspectos genéticos e a sanidade das sementes.

A produção de sementes de qualidade requer a adoção de práticas adequadas de manejo no campo, na colheita e no beneficiamento (MARTIN et al., 2007). O beneficiamento é uma etapa obrigatória do processo produtivo de sementes de milho pois melhora a qualidade física, fisiológica e sanitária de um lote através da uniformização da semente destinada à comercialização e da eliminação das impurezas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). No beneficiamento, o aprimoramento da qualidade ocorre através da passagem das sementes por diversas máquinas e equipamentos para a debulha, a pré-limpeza, a classificação quanto a forma e tamanho, a separação por densidade, o tratamento e a embalagem, sendo os lotes beneficiados armazenados e destinados para comercialização (VANZOLINI et al., 2000).

Para manter a qualidade fisiológica das sementes obtidas no campo são necessárias precauções nas etapas posteriores de modo a minimizar danos mecânicos causados por choques e abrasões das sementes contra superfícies duras ou contra outras sementes, e ataques por gorgulhos, que resultam em sementes



infestadas, quebradas, trincadas, fragmentadas, arranhadas ou inteiramente danificadas (MENEZES et al., 2002).

Nesse capítulo são descritos resultados da qualidade fisiológica e física de lotes de sementes de milho das variedades Fortuna, Catarina e Colorado e o desempenho no estabelecimento inicial e rendimento de grãos dos respectivos lotes no campo.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 ETAPAS DO BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES**

Os dados apresentados nesse estudo são oriundos do beneficiamento de sementes de milho das variedades, SCS 154 Fortuna, SCS 155 Catarina e SCS 156 Colorado comercializadas na safra 2018. Nessa safra foram beneficiados 31.260 kg de sementes de milho acondicionadas em embalagens com 10kg de sementes tratadas.

Espigas foram coletadas manualmente nos campos de produção para determinação da umidade e de parâmetros de qualidade das sementes antes da colheita mecanizada. Posteriormente, espigas de milho foram colhidas mecanicamente por colheitadeira com plataforma espigadeira e transportadas até a recepção da Unidade de Beneficiamento (UBS) sendo despalhadas e selecionadas manualmente quanto a sua pureza física e genética. Na seleção de espigas foram descartadas as espigas com grãos podres ou ardidos, espigas carunchadas, espigas de cor de sabugo e com tipos de grãos e colorações diferentes das espigas padrões das variedades selecionadas.

As espigas selecionadas foram conduzidas da moega para um silo secador (temperatura de secagem 40° C) até atingirem umidade de 13-14 %. Posteriormente, as sementes foram debulhadas, passaram pela etapa de pré-limpeza e seguiram para a classificação quanto à forma pelo cilindro separador, máquina constituída por um conjunto de peneiras de crivos oblongos, que separa a semente redonda da achatada ou lisa.

Na próxima etapa da classificação, as sementes passaram pela máquina de ar e peneiras (MAP), e foram classificadas quanto ao seu tamanho através da separação em peneiras: P18 (6mm), P20 (7mm), P22 (8mm) e P24 (9 mm). Em seguida, as sementes lisas retidas nas peneiras de 7 e 8 mm foram classificadas no separador de cilindro alveolado (TRIEUR) que separa as sementes quanto ao seu comprimento em

curta, média e longa. E por último, ocorreu a passagem de todos os lotes de sementes pela mesa gravimétrica (MG) que separa as sementes pela massa específica.

Finalizada a classificação, as sementes seguiram para a etapa de tratamento químico. Para conservar a qualidade sanitária das sementes foi utilizado um fungicida sistêmico e de contato composto do ingrediente ativo Metalaxyl-M (acilalaninato) + Fludioxonil (fenilpirrol) e inseticida de contato e ingestão do grupo químico dos piretroides, princípio ativo Deltametrina (K-Obiol® 25 CE). O ensaque das sementes tratadas foi realizado em sacos de papel Kraft multifoliado, sendo a sacaria padronizada em 10kg de sementes através de pesagem em balança. Cada saco foi adesivado com etiquetas que contém o número do lote, a categoria da semente, o cultivar referente ao lote, a peneira de classificação, a safra correspondente, o percentual de germinação mínima e a pureza mínima.

Quanto ao armazenamento, a semente ensacada foi alocada sobre pallets a fim de facilitar o manejo no posterior transporte e evitar o contato da sacaria com o piso do armazém. Cada lote foi armazenado separadamente em condições de armazém com umidade relativa do ar (UR) não-controlada e livre de insetos e roedores. O produto ficou armazenado por um período de 30 a 90 dias (junho a agosto) até a comercialização para os produtores.

## 2.2 AVALIAÇÕES DA QUALIDADE DAS SEMENTES DOS LOTES BENEFICIADOS

As sementes dos lotes beneficiados prontas para comercialização e também sementes coletadas ao longo de etapas do processo de produção e beneficiamento foram avaliadas quanto a qualidade fisiológica e física com o propósito de verificar se os processos foram eficientes na manutenção e melhoria da qualidade das sementes produzidas no campo.

Assim, dez amostras simples de aproximadamente 500 g de sementes foram coletadas aleatoriamente nas etapas: 1. Campo de produção (espigas colhidas manualmente); 2. Colheita mecanizada (colheitadeira com plataforma espigadeira, espigas amostradas no caminhão); 3. Moega (após a seleção das espigas e despalha); 4. Secagem e debulha (após passagem em silo secador de espigas e debulhador de molinete cilíndrico com dentes); 5. Após pré-limpeza e; 6. Lotes de sementes beneficiados (após passagem pelas etapas de limpeza, classificação (máquina de ar e peneiras - MAP, separador de cilindro alveolado - TRIEUR e mesa gravimétrica – MG e tratamento de sementes). As amostras simples coletadas em

cada etapa foram misturadas e originaram uma amostra composta de 5kg de sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram realizados os testes de germinação, de frio, de condutividade elétrica, de tetrazólio. Na avaliação do peso de mil sementes, os tratamentos foram constituídos pelos lotes de sementes oriundos do beneficiamento das 3 variedades de milho. Foram avaliados 8 lotes da variedade SCS154 Fortuna (P20L, P20R, P22L, P22R, P22C, P24L, P24R, P25), 7 lotes da SCS155 Catarina e 7 lotes da SCS156 Colorado, totalizando 22 lotes de sementes. O peso de 1000 sementes (g) foi estimado para cada lote beneficiado através da pesagem de quatro repetições de amostras contendo 250 sementes puras (corrigidos para 13% de umidade). O peso médio de 1000 sementes (P1000) foi obtido através da fórmula,  $P1000 = (\text{peso da amostra} \times 1000) / 250 \text{ sementes}$ .

Os lotes beneficiados também foram submetidos ao teste de plantabilidade em condições de campo para a estimativa do número de falhas, duplos e precisão da semeadura (sementes por metro linear). No campo, o experimento foi configurado em esquema fatorial 3 (variedades) x 7 lotes (Catarina e Colorado) ou 8 lotes (Fortuna) x 3 tamanhos do alvéolo do disco dosador (lotes da peneira 20), 2 tamanhos (lotes das peneiras 22 e 24) e 1 tamanho (lotes da peneira 25), respectivamente. Utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado e quatro repetições. Em cada unidade experimental foram percorridos 10 metros lineares para a realização do teste de plantabilidade.

A escolha dos tamanhos de alvéolo do disco dosador para uso nos testes de plantabilidade baseou-se no resultado do teste de retenção de peneiras, utilizando-se diâmetro de furo superior ao da maior semente encontrada para cada lote. Assim, para o teste de plantabilidade dos lotes classificados na peneira 25 foi utilizado apenas o disco com diâmetro de alvéolo de 15 x11mm; para os lotes classificados nas peneiras 22 e 24 foram utilizados discos de 14,5x10mm e 15 x11mm e para os lotes classificados na peneira 20 foram utilizados os discos de 13,5x9mm, 14,5x10mm e 15 x11mm.

A semeadora múltipla Gihal equipada com 5 unidades de semeadura, com sistema mecânico do tipo disco alveolado horizontal foi utilizada no teste. A semeadora foi regulada para que a semente fosse distribuída a 0,03 m de profundidade, sem fertilizante na semeadura. A quantidade de semente por metro

linear foi ajustada para 4,9 sementes  $m^{-1}$ , o espaçamento 0,70m e 70.000 sementes por hectare (considerando a germinação da semente e perdas ao longo do desenvolvimento da cultura). Os depósitos de sementes foram abastecidos com 50 % de sua capacidade. O teor médio de água no solo, na camada de 0,0 a 0,1 m, foi de 30 %. A velocidade de semeadura foi delimitada em 3  $km\ h^{-1}$ .

O teste de emergência em campo e o rendimento de grãos obtidos com os lotes de sementes beneficiados foram avaliados em parcelas com 5 linhas de 10m de comprimento, espaçadas de 0,70m entre linha. Foram semeadas 5,0 sementes por metro linear, espaçadas de 0,2m e à profundidade de semeadura de 0,07m. Em cada parcela foram utilizadas para as avaliações apenas as 3 linhas centrais com 8m de comprimento (área útil). O rendimento de grãos foi obtido pela colheita das áreas úteis das parcelas, transformado em  $kg\ ha^{-1}$  e corrigido para 13 % de umidade.

Os dados foram submetidos a análise da variância pelo teste F ( $P<0,05$ ), e quando do efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ( $P<0,05$ ) através do Programa de Análise Estatística – SISVAR.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO FÍSICA E PLANTABILIDADE DAS SEMENTES BENEFICIADAS**

As três variedades de milho apresentaram predominantemente as sementes beneficiadas classificadas na peneira 22 (8mm). Amostras das sementes dos lotes beneficiados foram enviadas ao laboratório para realização do teste de germinação atendendo etapa obrigatória da produção de semente certificada (C1 e C2). Todos os lotes beneficiados atenderam os padrões mínimos exigidos pela legislação vigente (instrução normativa do MAPA 45/2013) para a produção de sementes certificadas (C1 ou C2) de milho variedade (BRASIL, 2013). O padrão mínimo de germinação para comercializar sementes certificadas de milho variedade é de 85% (BRASIL, 2013).

Os lotes de sementes de milho beneficiados pela empresa apresentaram germinação entre 90-99 % (Tabela 01). Os lotes beneficiados apresentaram 100 % de pureza das sementes e no exame de sementes infestadas (danificadas por insetos, nesse caso, o gorgulho-do-milho) menos de 3 % das sementes tratadas das três variedades foram danificadas pelo ataque de gorgulhos.

Os lotes classificados quanto a forma e tamanhos das sementes de milho

apresentaram diferença significativa na massa de mil sementes (Tabela 01). Nas 3 variedades, os lotes retidos nas peneiras 22R (8mm), 24L e 24R (9mm) e 25 (10mm) apresentaram a massa de mil sementes significativamente superior quando comparados aos lotes classificados nas peneiras 20L e 20R (7mm) e 22L (8mm).

Tabela 01. Quantidade, germinação e massa de mil sementes (g) dos lotes das três variedades de milho, beneficiados na safra 2017/18.

| Peneira | Quantidade (kg) |                 |                 | Germinação (%)   |                  |                  | Peso de mil sementes (g) |                 |                 |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
|         | SCS154 Fortuna  | SCS155 Catarina | SCS156 Colorado | SCS154 Fortuna   | SCS155 Catarina  | SCS156 Colorado  | SCS154 Fortuna           | SCS155 Catarina | SCS156 Colorado |
| 20L     | 410             | 500             | 340             | 95 <sup>ns</sup> | 93 <sup>ns</sup> | 97 <sup>ns</sup> | 303b                     | 332b            | 315b            |
| 20R     | 220             | 290             | 250             | 96               | 90               | 95               | 332b                     | 347b            | 337b            |
| 22L     | 2.330           | 5.000           | 1.930           | 98               | 95               | 96               | 347b                     | 369b            | 354b            |
| 22C     | 290             | 660             | -               | 90               | 91               | -                | 409a                     | -               | -               |
| 22R     | 1.570           | 2.890           | 1.380           | 96               | 90               | 95               | 383a                     | 395a            | 377a            |
| 24L     | 1.020           | 2.300           | 180             | 97               | 95               | 95               | 388a                     | 409a            | 388a            |
| 24R     | 680             | 1.570           | 190             | 99               | 92               | 94               | 410a                     | 434a            | 413a            |
| 25      | 1.120           | 5.670           | 470             | 98               | 92               | 94               | 471a                     | 477a            | 442a            |
| Total   | 7.640           | 18.880          | 4.740           |                  |                  |                  |                          |                 |                 |

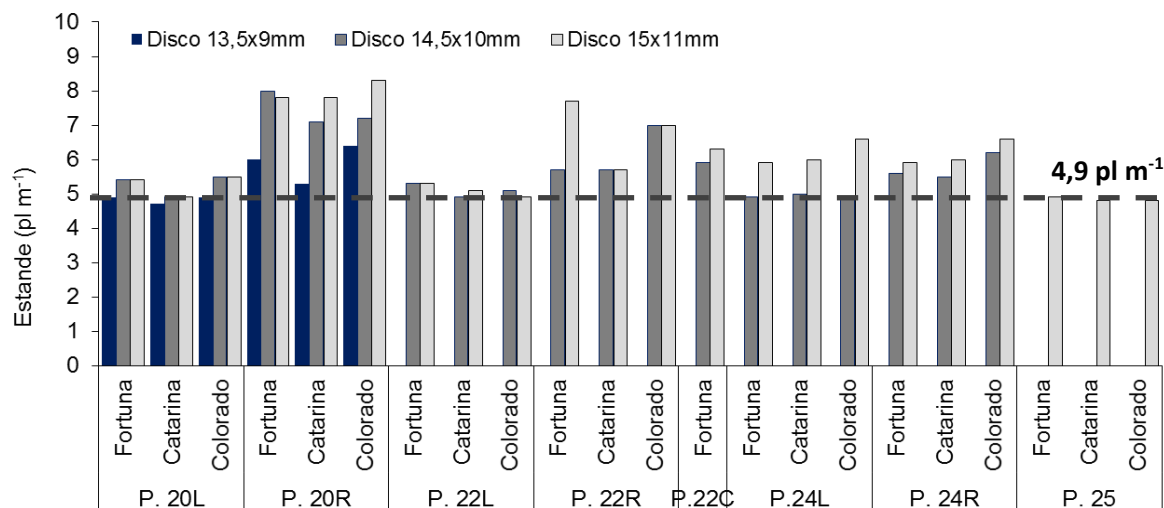
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott. Nota: L- lisas e R- redondas.

Fonte: Os autores.

Assim, na sacaria dos lotes 20L, 22L e 22R o número total de sementes é maior em comparação aos demais lotes beneficiados. Na embalagem com 10 kg de sementes, a quantidade pode variar de 30 a 33 mil sementes nos lotes com sementes de tamanho menor (20L), de 27 a 30 mil sementes nos lotes das peneiras 20R e 22L, de 23 a 26,5 mil sementes nos lotes das peneiras 22C, 22R, 24L e 24R e entre 21 a 22,6 mil sementes nos lotes das sementes maiores, retidos na peneira 25. O agricultor que planejar a semeadura das variedades de milho, se optar pelo arranjo espacial de 60 mil sementes por hectare, necessitará de 2 embalagens (sacos contendo 10 Kg de sementes) dos lotes 20L, 20R e 22L; 2,5 embalagens dos lotes 22C, 22R, 24L e 24R e 3 embalagens do lote 25 para a obtenção da densidade desejada.

O tamanho dos alvéolos dos discos que garantiram a melhor precisão no estande de plantas na semeadura das 3 variedades de milho foram: 13,5 x 9mm para os lotes das peneiras 20L e 20R; 14,5 x 10mm para os lotes das peneiras 22L, 22R, 22C, 24L, 24R; e 15 x 11mm para lotes de peneira 25 (Figura 01).

Figura 01. Estande ( $\text{pl m}^{-1}$ ) das 3 variedades de milho com sementeiras em discos alveolados de distintos tamanhos.

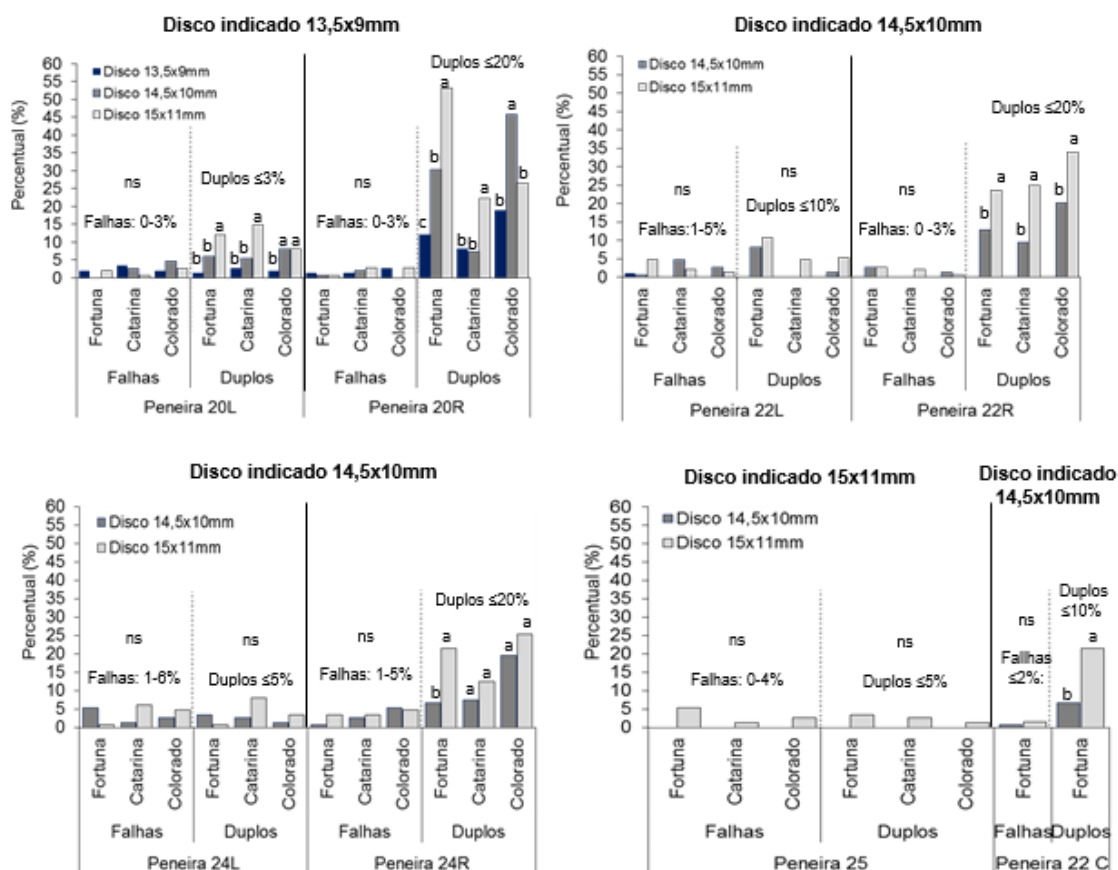


Fonte: Os autores.

O percentual de falhas na sementeira dos lotes das 3 variedades foi  $\leq 5\%$  com a utilização dos discos com tamanhos de alvéolos adequados (Figura 02). O percentual de duplos aumentou significativamente quando foram utilizados discos com tamanho de alvéolos superiores as dimensões das sementes principalmente para os lotes de sementes redondas.

Nos lotes de sementes lisas o percentual de duplos foi  $\leq 5\%$  quando utilizados os discos com tamanho de alvéolos indicados. Nos lotes de sementes redondas o percentual de duplos variou de 5 a 20 % mesmo com a utilização dos discos com os alvéolos de tamanhos recomendados. O alto percentual de duplos nos lotes de sementes redondas está associado a desuniformidade observada na classificação física quanto à forma das sementes.

Figura 02. Percentual de falhas e duplos na sementeira de 3 variedades de milho com discos alveolados de distintos tamanhos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.



Fonte: Os autores.

### 3.2 VIGOR DAS SEMENTES DE MILHO BENEFICIADAS

O processo de colheita mecanizada e a permanência prolongada das espigas no armazém para o processo de seleção causaram prejuízos na qualidade fisiológica das sementes de milho das variedades SCS155 Catarina e SCS 156 Colorado. As sementes amostradas após a colheita mecanizada, moega e debulha apresentaram menor vigor, ou seja, redução nas taxas de germinação ao frio, e de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio e maior condutividade elétrica (CE) ocasionada pelo extravasamento de solutos das sementes (Tabela 02).

Tabela 02. Percentual de germinação pelo teste de frio, de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio e condutividade elétrica (CE) nas sementes de três variedades de milho após as etapas do beneficiamento.

| Etapas                       | Teste do frio (%) |          |          | Sementes viáveis (%) |          |          | CE ( $\mu\text{S g}^{-1}$ ) |          |          |
|------------------------------|-------------------|----------|----------|----------------------|----------|----------|-----------------------------|----------|----------|
|                              | Fortuna           | Catarina | Colorado | Fortuna              | Catarina | Colorado | Fortuna                     | Catarina | Colorado |
| Campo de produção            | 95,5 a            | 90,0 a   | 97,5 a   | 95,5 <sup>ns</sup>   | 91,0 a   | 95,0 a   | 5,4 c                       | 9,2 a    | 5,1 b    |
| Colheita mecanizada          | 96,5 a            | 84,0 a   | 87,0 b   | 96,0                 | 92,0 a   | 85,5 b   | 6,0 c                       | 6,2 b    | 8,9 a    |
| Moega                        | 94,5 a            | 79,5 b   | 79,5 c   | 96,0                 | 84,0 b   | 84,5 b   | 5,6 c                       | 11,0 a   | 10,8 a   |
| Após a debulha               | 95,0 a            | 79,0 b   | 88,0 b   | 95,5                 | 87,0 b   | 92,5 a   | 9,7 a                       | 5,0 b    | 7,4 b    |
| Após pré-limpeza             | 94,5 a            | 84,5 a   | 88,5 b   | 97,0                 | 90,5 a   | 93,0 a   | 7,5 b                       | 6,7 b    | 7,6 b    |
| Após classificação dos lotes |                   |          |          |                      |          |          |                             |          |          |
| 20L (7mm) lisa               | 95,0 a            | 85,3 a   | 87,5 b   | 97,5                 | 89,5 a   | 95,0 a   | 7,5 b                       | 7,5 b    | 8,9 a    |
| 22L (8mm) lisa               | 95,5 a            | 84,5 a   | 94,5 a   | 100                  | 95,0 a   | 95,5 a   | 6,2 c                       | 6,5 b    | 6,3 b    |
| 22C (8 mm) curta             | 89,5 a            | 85,5 a   | 92,0 a   | 91,5                 | 94,0 a   | 93,0 a   | 11,7 a                      | 6,2 b    | 6,0 b    |
| 24L (9mm) lisa               | 95,5 a            | 86,5 a   | 89,5 a   | 98,0                 | 89,5 a   | 91,5 a   | 5,6 c                       | 10,7 a   | 6,5 b    |
| 20R (7mm) redonda            | 77,0 b            | 80,5 b   | 93,5 a   | 91,0                 | 94,0 a   | 89,5 a   | 11,6 a                      | 7,2 b    | 6,9 b    |
| 22R (8mm) redonda            | 94,0 a            | 79,0 b   | 90,5 a   | 97,0                 | 92,0 a   | 97,5 a   | 10,5 a                      | 6,7 b    | 6,3 b    |
| 24R (9mm) redonda            | 93,0 a            | 85,5 a   | 91,0 a   | 95,0                 | 91,0 a   | 95,0 a   | 8,0 b                       | 7,5 b    | 5,1 b    |
| 25 (10mm)                    | 97,5 a            | 85,3 a   | 87,5 b   | 98,5                 | 92,0 a   | 95,5 a   | 5,1 c                       | 7,5 b    | 8,9 a    |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott. Nota: L- lisas e R- redondas.

Fonte: Os autores.

Após os processos de pré-limpeza e classificação, as sementes apresentaram aumento significativo do potencial de germinação no frio e de sementes viáveis e redução da CE (Tabela 02), o que indica a eficiência na eliminação de grãos atacados por gorgulhos, doenças, grãos partidos e chochos (mais leves) no decorrer do processo de beneficiamento.

As sementes dos lotes comerciais das 3 variedades de milho apresentaram entre 90 a 100% de sementes viáveis. Apenas os lotes 20R e 22R da variedade Catarina, 20R de Fortuna, e, 20L e 25 de Colorado apresentaram redução do percentual de germinação ao frio. Alguns lotes com menor germinação no frio apresentaram concomitantemente valores significativamente maiores de perda de eletrólitos (CE). Como por exemplo, na variedade SCS154 Fortuna, as sementes redondas de 7mm apresentaram valores significativamente mais altos de CE e menor germinação no frio (77 %). E nos lotes da variedade SCS 156 Colorado as sementes lisas de 7 mm e 10 mm apresentaram valores significativamente mais altos de CE e menor vigor ao frio em comparação aos demais.

Os resultados obtidos nesse estudo confirmaram os verificados por Lin (1988) de que o aumento da lixiviação de solutos celulares está relacionado com a perda de vigor e germinação em sementes de milho.



### 3.3 ESTABELECIMENTO INICIAL NO CAMPO E RENDIMENTO PRODUTIVO DOS LOTES

As sementes dos lotes da peneira 22 (8mm) apresentaram emergência inicial à campo superior aos demais tamanhos de sementes. Não foi verificada diferença significativa na emergência de lotes de sementes lisas quando comparadas às redondas. As sementes da variedade Fortuna apresentaram percentual de emergência à campo (84,6 %) superior as variedades Catarina e Colorado (77 % para ambas).

Nas avaliações do crescimento das plântulas realizada 20 dias após a emergência foram encontradas diferenças significativas na altura e produção de massa seca da parte aérea entre lotes de sementes de distintos tamanhos. As plântulas oriundas dos lotes das peneiras 24 e 25 apresentaram maior altura e as da peneira 25 também acumularam maior massa seca na parte aérea quando comparadas as demais peneiras (Tabela 03).

Tabela 3. Emergência de plântulas, comprimento de raiz, altura, massa seca de raízes e parte aérea de lotes de sementes de milho.

Valores seguidos por letras minúsculas idênticas não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Scott Knot. Notas: ns-não significativo; \* significativo a 5 %; L- sementes lisas e R- sementes redondas.

| Variável         | Peneira | Emergência (%) | Comprimento raiz (cm) | MS raiz (g) | Altura (cm) | MS PA (g) | Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|------------------|---------|----------------|-----------------------|-------------|-------------|-----------|-----------------------------------|
| <b>Tamanho</b>   | 20      | 79,8 b         | 11,7                  | 0,83        | 26,6 b      | 3,4 d     | 10.627 b                          |
|                  | 22      | 84,5 a         | 12,5                  | 0,93        | 29,5 b      | 4,8 c     | 11.109 a                          |
|                  | 24      | 77,2 b         | 11,5                  | 0,95        | 32,2 a      | 6,0 b     | 11.175 a                          |
|                  | 25      | 75,7 b         | 11,1                  | 0,92        | 32,8 a      | 7,5 a     | 11.223 a                          |
| Anova:           |         | *              | ns                    | ns          | *           | *         | *                                 |
| <b>Forma</b>     | L       | 79,5           | 11,8                  | 0,82 b      | 29,9        | 5,3       | 10.991                            |
|                  | R       | 80,2           | 11,6                  | 1,02 a      | 30,0        | 4,8       | 11.027                            |
| Anova:           |         | ns             | ns                    | ns          | ns          | ns        | ns                                |
| <b>Variedade</b> | (3)     | *              | ns                    | ns          | ns          | ns        | *                                 |
| <b>Lotes</b>     | (21)    | *              | ns                    | ns          | ns          | *         | *                                 |

Fonte: Os autores.

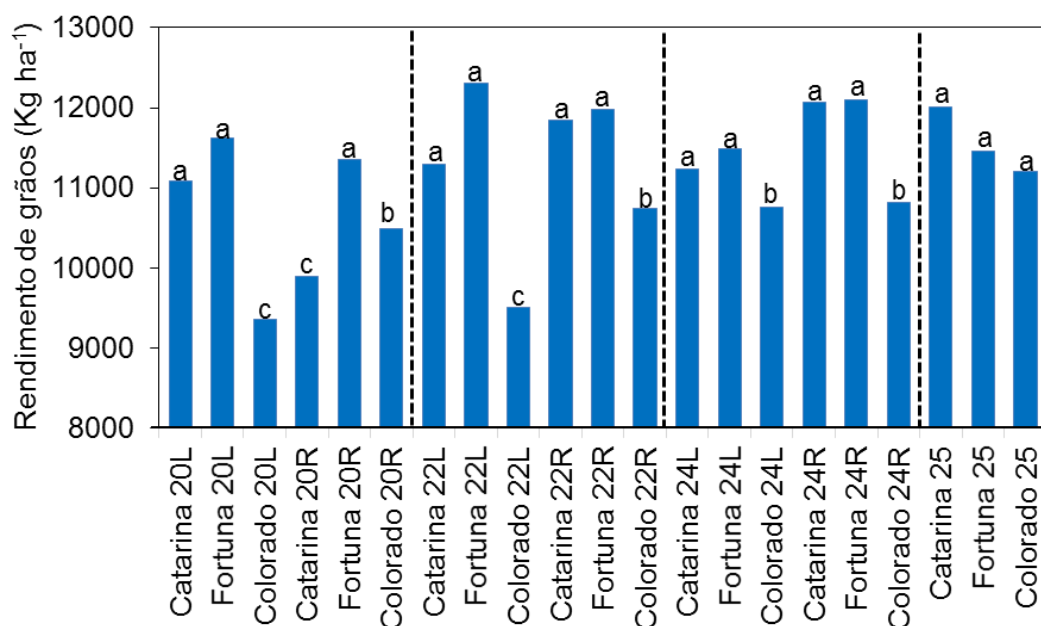
A forma das sementes não afetou significativamente o crescimento da parte aérea e das raízes no estabelecimento inicial do milho no campo. Os atributos de crescimento da parte aérea e raízes das plântulas também não diferiram de forma significativa entre as variedades.

As sementes classificadas na peneira 20 (7mm) quando avaliadas à campo

apresentaram um menor rendimento de grãos em comparação as das peneiras 22 (8mm), 24 (9mm) e 25 (10mm), com redução de 480 a 600 kg ha<sup>-1</sup> no rendimento de grãos. Não houve diferença significativa para os rendimentos de grãos quando foram comparados os efeitos principais da forma de sementes (Tabela 03). As sementes beneficiadas oriundas da variedade Colorado apresentaram rendimentos de grãos significativamente inferiores as variedades Catarina e Fortuna.

Os lotes de sementes beneficiados apresentaram diferenças significativas quanto ao rendimentos de grãos alcançados. As sementes dos lotes classificados na peneira 25 (10mm), nas peneiras 24 (9mm) e 22 (8mm) exceto as sementes da variedade Colorado, as sementes lisas das variedades Catarina e Fortuna retidas nas peneiras 20 (7mm) e as sementes redondas da peneira 20 apenas da variedade Fortuna apresentaram rendimento de grãos significativamente superior aos demais lotes beneficiados.

Figura 03. Rendimento de grãos dos lotes de sementes das 3 variedades de milho.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Os autores.

#### 4. CONSIDERAÇÕES

As sementes beneficiadas das variedades VPA apresentaram alta qualidade expressa pela pureza de 100 %, germinação entre 90-99 %. Os processos executados na UBS foram eficientes na eliminação de materiais indesejáveis e na preservação da

integridade física das sementes pois a germinação e os danos mecânicos permaneceram dentro de padrões aceitáveis.

O número de sementes nas embalagens comercializadas dos lotes variou em até 12.000 sementes. Para garantir a precisão na semeadura do milho recomenda-se o uso de discos com tamanho de alvéolos de 13,5 x 9mm para os lotes da peneira 20; de 14,5 x 10mm para os lotes das peneiras 22 e 24 e de 15 x 11mm para lotes de peneira 25.

Os lotes de sementes das variedades Fortuna e Catarina apresentaram maiores rendimentos de grãos no campo, com destaque principalmente para os lotes das peneiras 22, 24 e 25.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. **Padrões para a produção e a comercialização de sementes**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 20 set. 2013.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 Ed. Jaboticabal: FUNEP, 429 p., 2000.

CENSO AGROPECUÁRIO 2006. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática.2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2006/segunda-apuração>>. Acesso em: fev. 2020.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 99-110, 2010.

LIN, S.S. Efeito do período de armazenamento na lixiviação eletrolítica de solutos celulares e qualidade fisiológica da semente de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.3, p.59-67, 1988.

MARTIN, T.N.; TOMAZELLA, A.L.; CÍCERO, S.M.; NETO, D.D.; FAVARIN, J.L.; VIEIRA JÚNIOR, P.A. Questões relevantes na produção de sementes de milho - primeira parte. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia - FZVA**, v.14, p.119-138, 2007.

MENEZES, N. L.; LERSCH-JUNIOR, I.; STORCK, L. Qualidade física e fisiológica das sementes de milho após beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n.1, p. 97-102, 2002.

VANZOLINI, S.; TORRES, R. M.; PANIZZI, R. C. Efeito do tamanho, da densidade e do tratamento fungicida sobre a qualidade das sementes de amendoim. **Revista Ceres**, v. 47, n. 274, 2000.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Edilson Antonio Catapan:** Doutor e Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2005 e 2001), Especialista em Gestão de Concessionárias de Energia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná - UFPR (1997), Especialista em Engenharia Econômica pela Faculdade de Administração e Economia - FAE (1987) e Graduado em Administração pela Universidade Positivo (1984). Foi Executivo de Finanças por 33 anos (1980 a 2013) da Companhia Paranaense de Energia - COPEL/PR. Atuou como Coordenador do Curso de Administração da Faculdade da Indústria da Federação das Indústrias do Paraná - FIEP e Coordenador de Cursos de Pós-Graduação da FIEP. Foi Professor da UTFPR (CEFET/PR) de 1986 a 1998 e da PUCPR entre 1999 a 2008. Membro do Conselho Editorial da Revista Espaço e Energia, avaliador de Artigos do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP e do Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG. Também atua como Editor Chefe das seguintes Revistas Acadêmicas: Brazilian Journal of Development, Brazilian Applied Science Review e Brazilian Journal of Health Review.

