



**Alan Mario Zuffo**  
**(Organizador)**

**A produção  
do Conhecimento  
nas Ciências  
Agrárias e Ambientais 3**

**Atena**  
Editora

Ano 2019



**Alan Mario Zuffo**  
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências  
Agrárias e Ambientais**  
**3**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 3  
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do  
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-286-9

DOI 10.22533/at.ed.869192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –  
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 28 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente à quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ECONOMIC VIABILITY OF A CITRUS PRODUCTION UNIT IN THE CITY OF LIBERATO SALZANO IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL	
<i>Paulo de Tarso Lima Teixeira</i>	
<i>Luis Pedro Hillesheim</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE EDUCADORES AMBIENTAIS: OFICINAS E QUESTIONÁRIOS	
<i>Ananda Helena Nunes Cunha</i>	
<i>Eliana Paula Fernandes Brasil</i>	
<i>Thayná Rodrigues Mota</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
EFEITO DA CO-INOCULAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO FEIJOEIRO	
<i>Laís Gertrudes Fontana Silva</i>	
<i>Jairo Câmara de Souza</i>	
<i>Bianca de Barros</i>	
<i>Hellysa Gabryella Rubin Felberg</i>	
<i>Marta Cristina Teixeira Leite</i>	
<i>Robson Ferreira de Almeida</i>	
<i>Evandro Chaves de Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
EFEITO DA FARINHA DE BABAÇU NAS CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAS DO BISCOITO SEQUILHO	
<i>Eloneida Aparecida Camili</i>	
<i>Priscila Copini</i>	
<i>Thais Hernandez</i>	
<i>Luciane Yuri Yoshiara</i>	
<i>Priscila Becker Siquiera</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>39</b>
EFEITO DE DOSES DE ADUBAÇÃO NK SOBRE CRESCIMENTO VEGETATIVO E FRUTIFICAÇÃO DE PINHEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO NO SUDOESTE DA BAHIA	
<i>Ivan Vilas Bôas Souza</i>	
<i>Abel Rebouças São José</i>	
<i>John Silva Porto</i>	
<i>José Carlson Gusmão da Silva</i>	
<i>Bismark Lopes Bahia</i>	
<i>Danielle Suene de Jesus Nolasco</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926045</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
EFFECT OF SOIL NUTRIENTS ON POLYPHENOL COMPOSITION OF JABUTICABA WINE	
<i>Danielle Mitze Muller Franco</i>	
<i>Gustavo Amorim Santos</i>	
<i>Luciane Dias Pereira</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
<i>Suzana da Costa Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>75</b>
EFICIÊNCIA DE QUITINAS DE CAMARÕES MARINHOS E DE ÁGUA DOCE NA ADSORÇÃO DE NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> DE EFLUENTES AQUÍCOLAS SINTÉTICOS	
<i>Fernanda Bernardi</i>	
<i>Izabel Volkweis Zadinelo</i>	
<i>Luana Cagol</i>	
<i>Helton José Alves</i>	
<i>Lilian Dena dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>80</b>
ELABORAÇÃO DA TABELA NUTRICIONAL DE ACEROLAS PRODUZIDAS EM SISTEMA DE AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE ITARARÉ – SÃO PAULO	
<i>Rafaela Rocha Cavallin</i>	
<i>Júlia Nunes Júlio</i>	
<i>Gisele Kirchbaner Contini</i>	
<i>Fabielli Priscila Oliveira</i>	
<i>Carolina Tomaz Rosa</i>	
<i>Juliana Dordetto</i>	
<i>Katielle Rosalva Voncik Córdova</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>90</b>
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BOLO DE FUBÁ ELABORADO COM ÓLEO DE POLPA DE ABACATE <i>Persea americana</i>	
<i>Vinícius Lopes Lessa</i>	
<i>Maria Clara Coutinho Macedo</i>	
<i>Aline Cristina Arruda Gonçalves</i>	
<i>Christiano Vieira Pires</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>102</b>
ESPÉCIES DO SUBGÊNERO <i>Decaloba</i> ( <i>Passiflora</i> , <i>Passifloraceae</i> ) COMO FONTES DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE LAGARTAS	
<i>Tamara Esteves Ferreira</i>	
<i>Fábio Gelape Faleiro</i>	
<i>Jamile Silva Oliveira</i>	
<i>Alexandre Specht</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260410</b>	



**CAPÍTULO 11 ..... 116**

ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PROXIMAL (NIRS)  
NA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM MARANDU

*Rosemary Laís Galati*  
*Jefferson Darlan Costa Braga*  
*Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca*  
*Lilian Chambó Rondena Pesqueira Silva*  
*Edimar Barbosa de Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260411**

**CAPÍTULO 12 ..... 127**

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DA DEXMEDETOMIDINA E XILAZINA EM  
BOVINOS SUBMETIDOS A LAVADO BRONCOSCÓPICO

*Desiree Vera Pontarolo*  
*Sharlenne Leite da Silva Monteiro*  
*Heloisa Godoi Bertagnon*  
*Alessandra Mayer Coelho*  
*Bruna Artner*  
*Natalí Regina Schllemer*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260412**

**CAPÍTULO 13 ..... 136**

ESTUDO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES DE *Schinopsis brasiliensis*  
*Engl*

*Ailton Batista Oliveira Junior*  
*Aderlaine Carla de Jesus Costa*  
*Matheus Oliva Tolentino*  
*Sabrina Gonçalves Vieira de Castro*  
*Ronaldo dos Reis Farias*  
*Luiz Henrique Arimura Figueiredo*  
*Cristiane Alves Fogaça*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260413**

**CAPÍTULO 14 ..... 143**

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA  
CONSTRUÇÃO DE MORADIAS RURAIS

*Felipo Lovatto*  
*Rodrigo Couto Santos*  
*Rafael Zucca*  
*Juliano Lovatto*  
*Rodrigo Aparecido Jordan*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260414**

**CAPÍTULO 15 ..... 149**

ESTUDO DA MELHOR EFICIÊNCIA PRODUTIVA PROPORCIONADA PELO USO  
DE ÍNDICE DE CONFORTO AMBIENTAL ADEQUADO

*Mauricio Battilani*  
*Rodrigo Couto Santos*  
*Ana Paula Cassaro Favarim*  
*Juliano Lovatto*  
*Luciano Oliveira Geisenhoff*  
*Rafaela Silva Cesca*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260415**

**CAPÍTULO 16 ..... 155**

ESTUDO DA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO DE CITROS DA COMUNIDADE SANTA LUZIA DO INDUÁ, CAPITÃO POÇO/PA

*Letícia do Socorro Cunha*  
*Luane Laíse Oliveira Ribeiro*  
*Lucila Elizabeth Fragozo Monfort*  
*Wanderson Cunha Pereira*  
*Felipe Cunha do Rego*  
*Francisco Rodrigo Cunha do Rego*  
*Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260416**

**CAPÍTULO 17 ..... 163**

EXTRAÇÃO VIA ULTRASSOM DA BETA-GALACTOSIDASE DE *Saccharomyces fragilis* IZ 275 CULTIVADA EM SORO COM POTENCIAL PARA HIDRÓLISE DA LACTOSE

*Ariane Bachega*  
*Ana Caroline Iglecias Setti*  
*Alessandra Bosso*  
*Samuel Guemra*  
*Hélio Hiroshi Suguimoto*  
*Luiz Rodrigo Ito Morioka*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260417**

**CAPÍTULO 18 ..... 174**

FERTIRRIGAÇÃO DE BERTALHA (*Basella alba* L.) CULTIVADA SOB MANEJO ORGÂNICO UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

*Rafaela Silva Correa*  
*Tadeu Augusto van Tol de Castro*  
*Rafael Gomes da Mota Gonçalves*  
*Erinaldo Gomes Pereira*  
*Leonardo Duarte Batista da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260418**

**CAPÍTULO 19 ..... 188**

GENÔMICA COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO PESQUEIRA?

*Daiane Machado Souza*  
*Suzane Fonseca Freitas*  
*Welinton Schröder Reinke*  
*Rodrigo Ribeiro Bezerra de Oliveira*  
*Paulo Leonardo Silva Oliveira*  
*Deivid Luan Roloff Retzlaff*  
*Luana Lemes Mendes*  
*Heden Luiz Maques Moreira*  
*Carla Giovane Ávila Moreira*  
*Rafael Aldrighi Tavares*  
*Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260419**



**CAPÍTULO 20 ..... 194**

GEOQUÍMICA AMBIENTAL APLICADA NA AVALIAÇÃO DOS SOLOS DE UM  
ATERRO SANITÁRIO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

*Vitor Rodolfo Becegato*  
*Valter Antonio Becegato*  
*Indianara Fernanda Barcarolli*  
*Gilmar Conte*  
*Camila Angélica Baum*  
*Lais Lavnitcki*  
*Alexandre Tadeu Paulino*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260420**

**CAPÍTULO 21 ..... 212**

GEOTECNOLOGIAS LIVRES E GRATUITAS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO  
DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

*Guilherme Henrique Cavazzana*  
*Daniel Pache Silva*  
*Fernanda Pereira Pinto*  
*Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho*  
*Vinícius de Oliveira Ribeiro*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260421**

**CAPÍTULO 22 ..... 228**

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE  
*Peltophorum dubium* SPRENG. CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

*Elisa Regina da Silva*  
*Kelly Nery Bighi*  
*Ingridh Medeiros Simões*  
*Maricélia Moreira dos Santos*  
*José Carlos Lopes*  
*Rodrigo Sobreira Alexandre*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260422**

**CAPÍTULO 23 ..... 236**

GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE GRÃOS DE PÓLEN DE PITAIA SUBMETIDOS A  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO BÓRICO

*Nathália Vállery Tostes*  
*Miriã Cristina Pereira Fagundes*  
*José Darlan Ramos*  
*Verônica Andrade dos Santos*  
*Letícia Gabriela Ferreira de Almeida*  
*Fábio Oseias dos Reis Silva*  
*José Carlos Moraes Rufini*  
*Alexandre Dias da Silva*  
*Iago Reinaldo Cometti*  
*Renata Amato Moreira*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260423**

<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>242</b>
IDENTIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RESISTÊNCIA AO NEMATOIDE DE CISTO EM LINHAGENS DE SOJA	
<i>Antônio Sérgio de Souza</i>	
<i>Rafaela Lanusse de Bessa Lima</i>	
<i>Pedro Ivo Vieira Good</i>	
<i>Vinicius Ribeiro Faria</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>247</b>
IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO CORROSIVO DA PRESENÇA DE H <sub>2</sub> S NO BIOGÁS DESTINADO A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	
<i>Yuri Ferruzzi</i>	
<i>Samuel Nelson Melegari de Souza</i>	
<i>Estor Gnoatto</i>	
<i>Dirceu de Melo</i>	
<i>Alberto Noboru Miyadaira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>253</b>
INCERTEZAS NA DEFINIÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA A OBTENÇÃO DA CHUVA DE PROJETO	
<i>Viviane Rodrigues Dorneles</i>	
<i>Rita de Cássia Fraga Damé</i>	
<i>Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra</i>	
<i>Marcia Aparecida Simonete</i>	
<i>Letícia Burkert Mélo</i>	
<i>Patrick Moraes Veber</i>	
<i>Maria Clotilde Carré Chagas Neta</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>260</b>
INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE	
<i>Aline Brum Argenta</i>	
<i>Matheus Lavado dos Santos</i>	
<i>Alessandro Nogueira</i>	
<i>Agnes de Paula Scheer</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>270</b>
INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO	
<i>Juliana Trindade Martins</i>	
<i>Orivaldo Arf</i>	
<i>Eduardo Henrique Marcandalli Boleta</i>	
<i>Flávia Constantino Meirelles</i>	
<i>Anne Caroline da Rocha Silva</i>	
<i>Flávia Mendes dos Santos Lourenço</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260428</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>281</b>



## ECONOMIC VIABILITY OF A CITRUS PRODUCTION UNIT IN THE CITY OF LIBERATO SALZANO IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

### **Paulo de Tarso Lima Teixeira**

Professor do Departamento de Ciências Agrárias  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai  
e das Missões.

Frederico Westphalen - RS

### **Luis Pedro Hillesheim**

Professor do Departamento de Ciências Agrárias  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai  
e das Missões.

Frederico Westphalen - RS

**ABSTRACT:** A production cost survey for the 2015/16 crop season was carried out on a 24.5 ha farm within Liberato Salzano city, where dual-purpose oranges are produced. The operation also produces varieties oranges and tangerines for the fresh market. Data was obtained by communicating with the producer directly and with the help of local extension organization, Emater. Price received for the fresh market fruit was R\$ 0.90 per kg, which is double the price received for the fruit sold for the juice processing industry (R\$ 0.47 per kg). Orange for processing was sold at a local association of citrus growers with certified FAIR TRADE to market juice concentrate to European countries with a price higher than the international market of juices. Operating estimated cost per hectare was R\$ 1,200. 56 (US\$ 4,119.12) and the gross margin was R\$ 5,433.40 / ha (US\$

18,641.99/ ha). For every R\$ 1.00 invested in citrus the return was R\$ 4.50. This analysis also considered the Pro-labore expenses of the three people working on the property and the opportunity cost for the 24.5 hectares cultivated with citrus. This operation yielded an annual income of R\$ 78,024.91 and an income of R\$ 3,184.69 per hectare per year. The study of this property, which is characterized as a family production unit, showed that citrus cultivation was profitable, even when considering the cost of the family's own labor and also the opportunity cost of the land.

**KEYWORDS:** citrus, varieties, market, cost, price.

### 1 | INTRODUCTION

The state of Rio Grande do Sul has a planted area of more than 16 thousand hectares of orange and more than 10 thousand hectares of mandarins. Orange production reached 280 thousand tons among 8.8 thousand producers, 35.00% of which is destined for the fresh fruit market and 65.00% is sold within the juice industry (Becker, 2015). There are 5.3 thousand producers of tangerines and production reaches about 150 thousand tons. 10.00% of the tangerine production is traded for the juice

industry (Becker, 2015).

The majority of the orange production is destined to supply the juice industry with predominance of Valencia or Baía orange varieties (Becker, 2015; Oliveira et al., 2010). In the case of tangerines, the most produced cultivars are Ponkan and Caí, Pareci and Montenegrina mandarins (Becker, 2015; Oliveira et al., 2010). Even so, Rio Grande do Sul imports 100 thousand tons of citrus fruits a year, evidencing an internal market that has not yet been fully exploited (Becker, 2015).

The predominant aspect of citriculture is the use of family labor in small farms and the enormous potential to be exploited due to the favorable climatic conditions favoring the production of citrus fruits of different quality (Bombardelli et al., 2014; Petry et al., 2012). The differences between diurnal and nocturnal temperatures above 10 °C provide the production of fruits with accentuated coloring and sugar-acidity balance, providing quality to conquer the most demanding markets (Koller, 2006; Wrege et al., 2004).

The predominant climate in Rio Grande do Sul, along with the characteristics of currently utilized rootstocks (resistance to cold and induction of fruits of better organoleptic quality) are crucial factors in the production of citrus fruits for in natura consumption. In the hottest regions, maturation is anticipated, while in the colder ones it is delayed, and there may be a significant difference in maturation time (Koller, 2006).

Cost of production is a factor that varies as a result of the management practices, the edaphoclimatic characteristics and the sanitary requirements of each operation. The producer must be aware of the costs of production as well as the management practices of the orchard. Production costs surveys assist in the planning and the control of the activities developed by the producer, it can be an effective instrument in the analysis of activities and decision-making, besides meeting the accounting and fiscal requirements (Bombardelli Et al., 2014; Cruz et al., 2011).

It is essential that the citrus grower details all the costs, separating them into fixed and variable, which allows the study to show correlations between the level of activities, the volume produced, costs and revenues obtained in a given period, and also gives the manager (Tondato et al., 2010) the economic situation of the activity (Bombardelli et al., 2014; Cruz et al., 2011; Tondato et al., 2010).

In this sense, the optimization of the workforce through the cultivation of different citrus cultivars can help in the production of better quality fruits. Provide a longer harvesting period, requiring less hiring labor to harvest (Hillesheim & Pelegrini 2015).

Another production aspect that indicates potential for income improvement is the possibility of harvesting citrus fruits at different times of the year, including the harvesting of mandarins and oranges outside of the general harvest season, thus allowing the grower to receive a higher price for the product.

In order to determine the fixed and variable costs involved in the citrus activity of a small rural property, an economic survey of this operation was carried out in the municipality of Liberato Salzano in the state of Rio Grande do Sul. The objective is to



assist producers in the detailed management of their properties, by creating a tool for future investments or reduction of costs, according to the real needs of the producer.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

The cost of production survey was carried out in a rural property in the municipality of Liberato Salzano, RS with a citrus cultivated area of 24.5 hectares, in the year 2015. The climate of the region averaged monthly rainfall of 146 mm and average annual precipitation of 1752 mm, the climate is subtropical and with excellent luminosity throughout the year.

In the surveyed acreage, dual-purpose oranges are grown [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] such as Valencia, Folha Murcha, Do Céu, and Iapar. There are also varieties grown for the fresh market, such as Baía, Monteparnazo, and Lanelate. Tangerines Caí and Montenegrina (*Citrus deliciosa* Ten.) are also cultivated, as well as Murcot hybrids (*C. sinensis* (L.) Osbeck X *C. reticulata* Blanco) and Nova [*C. paradisi* Macfad. X *C. clementina* hort. Ex Tanaka]. The data was obtained through direct communication with the producer and with the help of the local Emater /RS-Ascar, the Company of Technical Assistance and Rural Extension of state of Rio Grande do Sul.

The variable costs are the activities carried out in the orchard, such as temporary labor, machinery and equipment operations, fuel, application of fertilizers, herbicides, insecticides, fungicides and other expenses that were considered to obtain the Total Variable Cost. Variable costs are all costs that are directly related to the change in the level of production units. Thus, these costs vary according to the occurrence of increases or decreases in production and sales levels (Bowersox, 2006; Beulke & Berto, 1982).

Maintenance costs are those that do not vary with production activity. These costs do not change with the activity volume and remain constant in the short term (Passarelli & Bomfim, 2004). Depreciation is the book value added to the cost of production to compensate for the use or wear of machinery and facilities. The life of each equipment can be estimated based on the supplier's information and the experience of the project technologists (Passarelli & Bomfim, 2004). The formula used for the calculation of depreciation costs was:  $\text{Depreciation} = \text{New Value} / \text{Useful Life}$ . The total costs of the crop were formed by facilities, machinery and equipment, composed by the cost of depreciation, opportunity cost and pro-labore.

Adopting the methodology described by Lima et al. (2005), in the family production unit the Pro-labore for the family farmer considers a working day of eight hours per day for twenty five days per month, for a total of 300 days per year. The amount considered was a national minimum wage per month in the year 2015 for the three family members working on the property. Reference value equal to R\$ 788.00.

The opportunity cost of the land was based on the lease that considers 20 bags

of corn per hectare with a price in 2015 of R\$ 35.00 per bag of 60kg.

The data collected served as a basis to build the cost of production, which is the sum of the values of all productive services of the inputs used to produce any good.

### 3 | RESULTS AND DISCUSSION

The variable costs are described in Table 1 and the total was R\$ 29,413.76 or R\$ 1,200.56 per hectare. The labor force cost accounts for 17.34% of the variable cost. The fixed cost encompasses the cost of depreciation of machinery and equipment, and improvements and totaled R\$ 12,982.13 or R\$ 2,645.25 per hectare (Table 2). For each R\$ 1.00 invested in citriculture, the return was R\$ 4.50.

Bombardelli et al. (2014) determined the costs of an orange orchard in Aratiba, RS and obtained results showing that temporary labor contracted at harvest is the input that contributed the most to the variable cost, representing 36.20% of the total variable costs. In this same study, the authors estimated the average price paid for the orange delivered R\$ 0.15 per kg. Tondato et al. (2010) indicated that the cost for manual harvest reached 22.62% of the total cost. The economic viability portion of our study resulted in an annual total profit of R\$ 123,542.91, or R\$ 10,295.24 per month, or R\$ 5,042.56 per hectare per year (Table 3).

Adding to the cost of production the Pro-labore expenses of the three people working on the property and the opportunity cost of the land for the 24,5 hectares cultivated with citrus resulted on an annual income of R\$ 78.024,91 and an income of R\$ 3.184,69 per hectare per year and a monthly income of R\$ 6.502,08 (Table 3). The highest values considered in the cost of production were Pro-labore (family labor) and the opportunity cost, but citriculture showed positive results regarding its economic viability.

Producing food at a low cost has always been a challenge for the world economy, in the case of the primary sector it is fundamental to control costs in order to increase the sustainability of the activity. In citriculture it is not different, besides seeing the activity as a production system is necessary to think about the cost of the work of the family or businessman in the management of the activity, which we call Pro-labore, term used that comes from Latin “by Work “and that corresponds to the work of the owner of the business, partner or who is hired to manage the activity. We observed the great representativeness of this element of cost, when we compare with variable costs of production, but it is worth mentioning that Pro-labore is usually forgotten and the owner of the activity takes it as profit of the activity, when in fact it is the result of the process carried out in order to obtain production.

When a farmer chooses citriculture, he leaves aside the other possibilities, therefore he rejected other possibilities that could outweigh citrus, but he could also choose another activity that yields less, since we know that the agricultural market

oscillates in function of the law of supply and demand. In this study the authors opted for a more significant value of activity in the region, the corn crop, which is more frequent in the region and which usually provides an approximate opportunity value of 20% of maize production per hectare.

We observed that the lease of land that we considered as opportunity cost of land is an old practice in Brazil. But it is new in the region where the study was conducted. The region where the study was conducted was colonized by family farmers who own land as a mean of livelihood, family survival. Thus, leasing is a new activity in the region and usually the production costs of producers do not consider this element. We quote Rizzardo (2008) that rural lease occurs via contract, which passes to the lessee the responsibility of landlords, who hold the free administration of the rural property. As this practice is new in the region, there are no parameters in livestock activities, annual crops, permanent crops and much less in citriculture in the region, so we use what the landowners actually did that is the exploitation of the family soil.

The fruits were marketed to the fresh fruit market and to the juice industry. This diversification of fruit supply combined with the staggered harvesting were crucial to the success of the activity. The prices received for fresh fruits averaged R\$ 0.90 per kg, double the prices received by the fruits commercialized for juice industry which were R\$ 0.47 per kg (Table 3). The orange for industry was marketed in a local association of citrus growers, certified FAIR TRADE, or Fair Trade, to commercialize concentrated juice to European countries with a price above that practiced in the international juices market.

In this context, the fruit production period is an important characteristic to be considered by the fruit growers during the planning of the orchard, according to the target market, the climatic conditions of the region and the maximization of the means of production of the property in the case of planting more than one cultivar in the orchard (Tondato et al., 2010; Bombardelli et al., 2014). This is possible due to the fact that the different citrus cultivars have different stages of development during the year, thus maximizing the use of labor in the orchard (Tondato et al., 2010; Bombardelli et al., 2014).

The optimization of the workforce through the cultivation of different citrus cultivars can help in the production of higher fruit quality. For instance, there is a longer period of time available to carry out the necessary management operations. We can also cite as an indication of the income improvement of the producer the possibility of harvesting citrus fruits at different times of the year, including the harvesting of mandarins and oranges outside of the general harvest season, thus providing a better price for the product.

The survey of production costs and economic viability allowed the clarification of how the different activities carried out in the orchard determined the production costs and as the citrus activity is profitable and can serve as a basis for the maintenance of families in rural areas.

## REFERENCES

- Becker L (2015) Produção de laranja e bergamota mira integração com varejo e garantia de preço para crescer mais no RS. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 30 jun. ZH Campo e Lavoura. Available on: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/campo-e-lavoura/noticia/2015/06/producao-de-laranja-e-bergamota-mira-integracao-com-varejo-e-garantia-de-preco-para-crescer-mais-no-rs-4791336.html>> Accessed on: 5-oct, 2015.
- Beulke R & Berto DJ (1982) Custos e estratégias de resultado. Porto Alegre: Sagra.
- Bombardelli CL, Miorelli D, Nazarli NM, Pfüller EE (2014) Análise dos custos de produção de citros em um pequena propriedade rural no município de Aratiba-RS. **Raci** 8(17):1-12. Available on: <[http://www.ideal.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/63\\_1.pdf](http://www.ideal.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/63_1.pdf)>. Accessed on: 6-feb, 2016.
- Bowersox DJ (2006) Gestão logística de cadeias de suprimentos. Porto Alegre: Bookman.
- Cruz MDCM, Moreira RA, Araújo, AA (2011) Rentabilidade da tangerineira Ponkan submetida ao raleio químico comparada com o manejo convencional. Revista Brasileira de Fruticultura VE: 447-454. Available on: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a59v33nspe1.pdf>> Accessed on: 6-feb, 2016.
- Hillesheim LP & Pelegrini G (2015) Metodologia de elaboração e implantação prática de projetos agropecuários de base familiar. In: Silveira JP, Hillesheim LP, Giacomelli SR (Eds). Caminhos possíveis para o desenvolvimento da agricultura familiar. Frederico Westphalen:URI, p.93.
- Lima AP, Basso N, Neumann PS, Muller AG, Santos AC (2005) Administração da unidade de produção familiar: modalidade de trabalho com agricultores. Ijuí: Unijuí, 3.ed, 224p.
- Koller OC (2006) Clima e Solo In: Koller OC (Eds). Citricultura: 1. Laranja: Tecnologia de Produção, Pós-Colheita, Industrialização e Comercialização. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.27.
- Oliveira RP, Scivittaro WB, Schroder EC, Esswein FJ (2010) Produção de citros orgânico no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa de Clima Temperado, 296p. Available on: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/938021/1/15850.pdf>> Accessed on: 7-jul, 2015.
- Passarelli J & Bomfim EA (2004) Custos – controle e análise. 3.ed. Sampa: IOB- Thomson.
- Petry HB, Scheneider LA, Júnior JCS, Crizel TM, Schwarz SF (2012) Qualidade de laranjas Valência produzidas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. Revista Brasileira de Fruticultura 34(1): 167-174. Available on: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n1/v34n1a23.pdf>>. Accessed on: 6-feb, 2016. doi: 10.1590/0103-8478cr20131546.
- Rizzardo A (2008) Contratos. Rio de Janeiro: Forense, 7.ed.
- Tondato C, Moreira PHS, Fracaro AA (2010) Estimativas de custos e lucratividade da laranja de mesa na região Noroeste Paulista: um estudo de caso. Proceedings of the 48° SOBER, Campo Grande, MS. Available on: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/771.pdf>> Accessed on: 6-feb, 2016.
- Wrege MS, Oliveira RP, João PL, Herter FG, Steinmetz S (2004) Zoneamento Agroclimático para a Cultura do Citros no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa de Clima Temperado, 23p. Available on: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/744438/1/documento117.pdf>> Accessed on: 7-jul, 2015.



Item	Unit	Amount	Unit Price (R\$)	Total (R\$)
Copper Sulphate	Kg	25.0	7.50	187.50
Mineral Oil	L	60.0	12.50	750.00
Fertilizer Zinc	Kg	10.0	41.00	410.00
Fertilizer CaB	L	10.0	14.70	147.00
Fungicide Comet	L	0.4	119.00	47.60
Fungicide Cercobin	Kg	22.0	39.40	866.80
Fertilizer Fosfito	L	8.0	56.25	450.00
Acaricide Abamectina	L	5.0	23.32	116.60
Lime Sulfur	L	800.0	2.50	2,000.00
Insecticide Malathion	L	1.0	25.26	25.26
Herbicide Glyphosate	L	60.0	12.80	768.00
Fertilizer	Kg	6,200.0	1.70	10,540.00
Pig manure (5.000 L)	L	42.0	52.50	2,205.00
Freight	ton.	166.0	25.00	4,150.00
Hand Labor (harvest)	d/h	85.0	60.00	5,100.00
Diesel Oil	L	550.0	3.00	1,650.00
<b>Total Cost</b>				<b>R\$ 29,413.76</b>

**Table 1.** Cost of management operations and agricultural pesticides for production and maintenance of 24.5 hectares of citrus in 2015 in Liberato Salzano, RS.

Machines and Equipment	Value New (R\$)	Useful life (years)	Total	Depreciation/Activity	
			Depreciation (R\$)		(R\$)
			(%)		
Tractor	65,000.00	15	4,333.33	70%	3,033.33
Drag atomizer 1.500 l	28,000.00	10	2,800.00	100%	2,800.00
Wagon three tons	2,500.00	10	250.00	80%	200.00
Hydraulic bucket	2,500.00	10	250.00	90%	225.00
Mechanical Mowing	7,500.00	10	750.00	100%	750.00
Mowing manual	750.00	10	75.00	100%	75.00
Lancer	2,500.00	10	250.00	70%	175.00
<b>Improvements</b>					
Shed machines	10,000.00	15	666.66	50%	333.33
Dwelling house	100,000.00	35	2,857.14	50%	1,428.57
Silo	5,000.00	10	500.00	100%	500.00
Shed inputs	2,500.00	10	250.00	50%	125.00
<b>Total</b>			<b>12,982.13</b>		<b>9,645.23</b>

**Table 2.** Rate of maintenance of 24.5 hectares of citrus in 2015 in Liberato Salzano, RS.

Description	Activity	Unit	Amount	(R\$)	(R\$)
<b>Revenue</b>	Orange juice	Tons	245	469.50	115,027.50
	Tangerine	Box 25 kg	1.520	22.22	33,774.40
	Navel Orange	Box 25 kg	600	23.00	13,800.00
<b>Total Revenue</b>					<b>162,601.90</b>
<b>Costs variable</b>	Management operations and agricultural pesticides	Hectare	24.5	1,200.76	29,413.76
	Rate of maintenance (depreciation)	Hectare	24.5	393.68	9,645.23
	<b>Total Cost variable</b>				
<b>Profit</b>	Annual Profit (Total Revenue – Cost variable)				123,542.91
	Hectare Profit (Annual Profit / 24.5ha)				5,042.56
	Monthly Profit (Annual Profit / 12)				10,295.24
<b>Costs</b>	Pró-Labore				28,368.00
	Opportunity cost of 24.5ha				17,150.00
<b>Total Costs</b>					<b>84,576.99</b>
<b>Profit</b>	Annual Profit (Total Revenue – Total Costs)				78,024.91
	Hectare Profit (Annual Profit / 24,5ha)				3,184.69
	Monthly Profit (Annual Profit / 12)				6,502.08

**Table 3.** Economic viability of a property with 24.5 hectares of citrus in 2015 in Liberato Salzano, RS.

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE EDUCADORES AMBIENTAIS: OFICINAS E QUESTIONÁRIOS

### **Ananda Helena Nunes Cunha**

Centro de Ensino e Aprendizagem em Rede  
– Cear/Pró-Reitoria de Extensão, Cultura e  
Assuntos Estudantis, Universidade Estadual de  
Goiás. Br 153, N°3105 Fazenda Barreiro do Meio-  
Campus Henrique Santillo-Anápolis, CEP: 75132-  
400, Anápolis/Goiás/Brasil  
analena23@gmail.com

### **Eliana Paula Fernandes Brasil**

Escola de Agronomia, Universidade Federal de  
Goiás. Avenida Esperança, Campus Samambaia.  
CEP: 74690-900. Goiânia/Goiás/Brasil  
elianafernandesufg@gmail.com

### **Thayná Rodrigues Mota**

Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e  
Tecnológicas - Henrique Santillo, Universidade  
Estadual de Goiás. Br 153, N°3105 Fazenda  
Barreiro do Meio-Campus Henrique Santillo-  
Anápolis, CEP: 75132-400, Anápolis/Goiás/Brasil.  
thaynarodrigues.m@gmail.com

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi possibilitar os discentes que participaram do projeto a ter uma visão crítica a respeito do assunto Educação ambiental, bem como ressaltar a importância da construção do sujeito ecológico. A pesquisa foi realizada com professores da rede pública e particular da cidade de Luziânia– Goiás. Para que o objetivo fosse alcançado, foram realizadas oficinas e

aplicação de questionários, que continham parte uma parte objetiva e uma subjetiva. As oficinas foram realizadas com matérias como: garrafas pet, simulador de cobertura do solo e rolos de papel higiênico. Os resultados indicam que os professores, que são agentes multiplicadores, consideram o meio ambiente extremamente importante, além de considerarem que o tema abordado durante o projeto deve ser mostrado às crianças desde as séries iniciais e ser mais divulgado, assim, mostra que as pessoas que participaram do projeto conseguem ter um ponto de vista crítico acerca do tema abordado.

**PALAVRAS-CHAVE:** sustentabilidade, reutilização, práticas ambientais.

**ABSTRACT:** The objective of the present work was to enable the students who participated in the project to have a critical view regarding the subject Environmental education, as well as to emphasize the importance of the construction of the ecological subject. The research was carried out with teachers from the public and private network of the city of Luziânia-Goiás. In order to achieve this goal, workshops and questionnaires were carried out, which included an objective and a subjective part. The workshops were carried out with materials such as: pet bottles, soil cover simulator and toilet paper rolls. The results indicate that teachers, who are multiplier agents, consider the environment to be

extremely important, and consider that the theme addressed during the project should be shown to children from the initial grades and be more publicized, thus showing that the people who participated in the project are able to have a critical point of view on the topic addressed.

**KEYWORDS:** sustainability, reuse, environmental practice

## 1 | INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea confronta-se com uma situação de limite, na qual o crescimento da população, o aumento do consumo, as alterações das condições climáticas, a degradação ambiental e as novas desigualdades sociais são acentuadas por vivermos em um planeta limitado em recursos e espaço (FERREIRA, 2007).

Segundo Quadros (2007), a problemática ambiental assume um papel de relevância social em proporções cada vez mais alarmantes e nocivas à qualidade de vida de uma população, surgem as discussões, conscientização, mobilizações para atuar de forma participativa e comprometida em defesa do ambiente natural.

É devido à crescente necessidade de se amenizar os impactos causados que a importância de se pensar em aspectos como: educação, cidadania, solução ou minimizações de problemas ambientais se faz presente. Destacando-se a educação como um dos mais importantes meios para que se construa uma cidadania ambiental (MORAES, 2009).

Segundo Philippi Júnior e Pelicioni (2014), a educação ambiental vai formar e preparar cidadãos para a reflexão crítica e para uma ação social corretiva, ou transformadora do sistema, de forma a tornar viável o desenvolvimento integral dos seres humanos.

A Educação Ambiental (EA) propõe atingir todos os cidadãos, através de um processo participativo permanente que procura incutir uma consciência crítica sobre a problemática ambiental, compreendendo-se como crítica a capacidade de captar a gênese e a evolução de problemas ambientais (SILVA, 2012).

A unidade educativa é um ambiente dentro de outro ambiente e, portanto, é de fundamental importância na construção dos conhecimentos dos alunos (LUZZI, 2012). Desta forma, o objetivo do projeto de Extensão Formação de Educação Ambiental da Universidade Estadual de Goiás (UEG) foi capacitar os professores da rede pública e particular da cidade de Luziânia (Goiás) relacionados ao projeto a ter uma visão crítica acerca do assunto Educação ambiental, através de oficinas e questionários, bem como demonstrar a importância da formação do sujeito ecológico.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de extensão Formação de Educação Ambiental da Universidade Estadual de Goiás (UEG) campus Henrique Santillo, foi dirigido pela prof. Dra. Ananda



Helena Nunes Cunha, realizando oficinas e palestras. Além da aplicação de um questionário sobre Educação Ambiental.

As oficinas foram realizadas utilizando materiais reaproveitáveis como garrafas pet e rolos de papel higiênico, assim, foram executados simuladores de cobertura de solos, simulador de erosão, enfeites com rolos de papel higiênico e vasos de garrafas pet.

O simulador de erosão e o simulador de cobertura de solos mostram o quanto é importante se ter uma boa cobertura vegetal, pois impede o contato direto da água com o solo, evitando que ocorra lixiviação e erosão do solo.

Questões como ‘qual a importância do meio ambiente para você?’, ‘como a educação ambiental deve ser inserida?’, ‘você se sente parte do meio ambiente?’ foram feitas na parte subjetiva do questionário. Havia também a parte objetiva, com questões de certo e errado.

A aplicação do questionário proporcionou estimular um olhar crítico de quem o respondeu, fazendo com que pudesse ser observado a experiência que já se tem com a Educação Ambiental e o que pode ser feito para que o tema seja inserido em toda sociedade. Os tornando, desta maneira, profissionais capacitados para lidar com questões socioambientais, ajudando, assim, a construir um meio mais sustentável, equilibrado ecologicamente e socialmente justo.

Foram apresentados aos professores da rede pública e particular da cidade de Luziânia (Goiás) a importância de discutir sobre o meio ambiente e as relações de cada um como parte do todo, como uma visão holística, haja vista a importância de trabalhar o meio ambiente como um todo. Assim como também discutido em palestras “Sustentabilidade: teoria e prática”, na Universidade Estadual de Goiás campus Luziânia, Goiás.

## **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Oficinas**

A figura 1 apresenta a parte teórica do curso ministrado em Luziânia, Goiás, que discutiu o tema “Sustentabilidade: teoria e prática”, o qual pode ser visto os alunos atentos ouvindo a professora Ananda Helena discorrer sobre a importância da sustentabilidade a ser discutida em sala de aula com os alunos.



**Figura 1:** Alunos do curso que são professores da rede pública e particular de Luziânia, Goiás.

A figura 2 apresenta um simulador de cobertura de solo feito com garrafa pet, solo e cobertura vegetal. Podemos observar que na última garrafa o solo está totalmente coberto. Assim, a água que escorrer sairá limpa, ou seja, a água não leva o solo. A segunda garrafa, apesar de o solo estar coberto, a água ainda consegue levar um pouco de solo. Já a primeira garrafa, que não possui cobertura nenhuma, a água poderá carregar uma quantidade considerável de solo. O carregamento de solo pela água pode ser observado através da transparência da água que escorre das garrafas, tal experimento também foi usado por Cunha e Cunha (2014) que obteve resultados semelhantes.



**Figura 2:** Simulador de erosão de garrafa pet confeccionado pelos professores durante o curso.

A Figura 3 demonstra os participantes do curso juntamente com a professora Andrea Kochhann coordenadora do projeto GEFOPi e que convidou a professora Ananda Helena para ministrar o curso de sustentabilidade. Neste contexto, a educação



ambiental (EA) é um fator de grande relevância e a escola pode exercer um papel fundamental, através de práticas pedagógicas, tais como, palestras, oficinas e aulas práticas capazes de proporcionar aos seus alunos reflexões importantes sobre a preservação ambiental (COSTA e GOMES, 2015).



**Figura 3:** Participantes do curso (parte prática do curso) e a professora Andrea Kochhann (UEG Luziânia, Go).

A Figura 4 descreve os enfeites feitos pelas professoras e cursistas após a parte teórica e as discussões realizadas. E desta forma a utilização de material de fácil acesso e de baixo custo nas aulas práticas podem ser viabilizadas, podendo o conteúdo ser abordado de forma contextualizada com o vivenciado pelo o aluno no seu dia-a-dia (SILVA et al., 2015).



A



B



**Figura 4:** Enfeites feitos com rolos de papel (A, B, C e D) e orientação feita com os alunos (E).

### 3.2 Questionários

Durante o desenvolvimento do projeto, foram avaliadas 27 pessoas, sendo apenas uma do sexo masculino. A idade das pessoas avaliadas variava entre 18 e 53 anos. Todas as pessoas que responderam ao questionário se sentem parte do meio ambiente.

A Tabela 1 apresenta o resultado da primeira questão abordada, que questiona quais os princípios orientadores do Programa Nacional de Educação Ambiental, baseados na Lei da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999) que devem ser seguidos na formação de educadores ambientais.

Alternativa	Nº de pessoas que marcaram a alternativa	Porcentagem (%)
Enfoque humanista, holístico, democrático e participativo	18	66,67
Descontinuidade do processo educativo e permanente avaliação	0	0



Desconstrução social de novos valores éticos	0	0
Descentralização; integração e estabelecimento de parcerias local, nacional e internacional.	19	70,37

**Tabela 1.** Resultados obtidos na primeira questão.

A Tabela 2 apresenta o resultado para a pergunta ‘O que podem ser trabalhados como práticas de educação ambiental’.

Alternativa	Nº de pessoas que marcaram a alternativa	Porcentagem (%)
Exemplos de uso inadequado dos recursos naturais	13	48,15
Uso de vídeos e aulas práticas	22	81,48
Sensações individuais para mudanças	10	37,04

**Tabela 2.** Resultados obtidos na segunda questão.

Deve-se ressaltar que nestas questões cada pessoa poderia assinalar duas alternativas.

Nas questões de certo e errado, 100% das pessoas consideraram certo que o meio ambiente é o reflexo histórico da sociedade que o criou, interfere na vida das pessoas e ao mesmo tempo está sujeito a um processo constante de modificações. Enquanto cerca de 92% acham errado a seguinte afirmativa: o homem não poderá buscar em seu interior sensações e motivações para formar uma consciência de si mesmo com parte do meio ambiente, como também elemento desse meio.

Para 96% dos entrevistados, a Educação Ambiental é a principal ferramenta para promover o desenvolvimento sustentável, consolidar as melhorias de qualidade de vida, embasar o exercício pleno da cidadania, endossar, encorajar e fortalecer anseios otimistas da juventude por um mundo melhor.

Quando questionados sobre ‘não podemos construir novos valores, que realmente formem um sujeito ecológico, que tenha estímulo positivo de respeito ao meio ambiente’, 92% julgaram esta afirmativa como sendo errada. Já 100% consideram certo que a relação entre o ensino e a extensão conduz as mudanças no processo pedagógico, pois alunos e professores constituem-se em sujeitos do ato de aprender.

Ao questionar ‘o que você entende por Educação Ambiental (EA) e se ela é importante’, foi respondido, em geral, que a EA é a conscientização da população da maneira correta de cuidar do meio ambiente em si, desde a preservação da fauna e da flora ao meio urbano. A maioria das pessoas considerou a educação ambiental muito importante, pois é a forma de preservar o planeta para gerações futuras.

Quando questionado sobre a importância do meio ambiente, em geral, os alunos consideraram o meio ambiente muito importante, pois é o meio em que se vive e no qual se encontra todos os recursos para sobrevivências. Alguns destacaram que dependemos do meio ambiente em que vivemos para se ter uma vida melhor.

Sobre ‘como a educação ambiental deve ser inserida?’, uma parte considera importante que o tema seja trabalhado desde as séries iniciais da educação infantil, ensinando as crianças desde cedo a agir de maneira correta no meio ambiente, assim, sendo algo vivenciado de forma mais natural. Além de ser considerado importante tratar do assunto em meios de comunicações distintos (televisão, rádio, jornais) até nas empresas, através da execução de projetos. Já ao questionar sobre ‘o que você acha da ferramenta de divulgação como os Manuais de Educação Ambiental para formação de educadores ambientais?’, alguns responderam que não conhecem o material citado. Uma boa parte considera importante este tipo de divulgação, por ser mais uma forma de propagar a maneira certa de cuidar do meio ambiente e por ser um embasamento teórico para as ações que devem ser realizadas na prática. Mas algumas pessoas acham que este tipo de divulgação deve ser associado a outros meios de propagação do tema como palestras, vídeos, fóruns e redes sociais.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em razão da poluição das cidades e do campo, da grande alteração climática que está ocorrendo nos últimos anos e do consumo desregulado dos recursos naturais, torna-se inevitável a necessidade de conscientização de toda população com o objetivo de formar um sujeito com visões ambientalistas, onde estas sejam difundidas de maneira crítica e responsável, para que haja menor degradação e preservação do meio ambiente.

Se a Educação Ambiental fosse trabalhada de forma contínua, sendo implementada desde a educação infantil, como citado nos questionários, haveria mais cidadãos agindo de acordo com o que é considerado sustentável. Assim, o meio ficaria mais preservado para as gerações futuras.

Com as respostas obtidas nos questionários, tem-se conhecimento de como está a percepção sobre o que é educação ambiental, por ter visões de várias pessoas diferentes. Sendo assim, há uma percepção de onde está falho e o que se pode melhorar para difundir o assunto, para que haja maior conscientização da população.

Há várias formas eficazes de trabalhar o tema, tanto na teoria como na prática. Neste projeto, foram aplicadas palestras, oficinas com materiais reciclados e questionários. Com as palestras e as oficinas o tema pôde ser passado a um grupo, e este grupo será agente multiplicador, passando o que aprendeu na teoria e na prática, do assunto para as outras pessoas. Ao avaliar os questionários, pode-se melhorar a forma de propagação do tema, haja vista a relevância do assunto discutido.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Estadual de Goiás pelo apoio através do auxílio Pró-Eventos, haja vista a importância de divulgar os trabalhos de extensão e pesquisa realizados dentro da Universidade. E à Universidade Federal de Goiás pelo auxílio na publicação do artigo através de fomentos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de abril de 1999. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em: 12 out. 2016.

COSTA, L. T.; GOMES, A. L. S. Concepções dos professores de ciências no Ensino Fundamental sobre a Educação Ambiental. **Revista Amazônia de Ensino de Ciências**. v. 8, n. 17, p. 128-141. 2015.

CUNHA, I. N.; CUNHA, A. H. N. **Temas e discussões para introdução do meio ambiente nas escolas**. Volume 1 – Educação Ambiental: Conceitos Gerais. Anápolis. 2014. Disponível: <[http://pt.slideshare.net/anandahelena5/manual-de-educacao-ambiental-vol-1-38783767?qid=c4bee37d-a87b-47a3-a506-01aba74370d2&v=&b=&from\\_search=2](http://pt.slideshare.net/anandahelena5/manual-de-educacao-ambiental-vol-1-38783767?qid=c4bee37d-a87b-47a3-a506-01aba74370d2&v=&b=&from_search=2)>. Acesso em: <17 de outubro de 2016>

FERREIRA, A.C.S.B. **Educação Ambiental: a Ecologia e as atitudes para a Sustentabilidade**. 2007. Tese (Mestrado em Biologia para o Ensino). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

LUZZI, D. **Educação e Meio Ambiente**: uma relação intrínseca. Barueri: Manole, 2012.

MORAES, F.A. A educação ambiental nos livros didáticos de ciências das séries iniciais do ensino fundamental. In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2009. p. 8728-8740.

PHILIPPI JR, A.; PELICIONI, M.C.F. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. 2. ed. rev. Barueri: Manole, 2014.

QUADROS, A. **Educação ambiental: iniciativas populares e cidadania**. 2007. Monografia (Pós-Graduação em Educação Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria – UFMS, Santa Maria, 2007.

SILVA, D.G. **A. Importância da educação ambiental para a sustentabilidade**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Faculdade Estadual de Educação, Ciências e Letras de Paranaíba – FAFIPA, São Joaquim, 2012.

SILVA, A. P. M.; SILVA, M. F. S.; ROCHA, F. M. R.; ANDRADE, I. M. Aulas práticas como estratégia para conhecimento em botânica no Ensino Fundamental. **Revista Holos**. Ano 31, v. 8. p. 68 – 79. 2015.

## EFEITO DA CO-INOCULAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO FEIJOEIRO

### **Laís Gertrudes Fontana Silva**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina  
Colatina – ES

### **Jairo Câmara de Souza**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina  
Colatina – ES

### **Bianca de Barros**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina  
Colatina – ES

### **Hellysa Gabryella Rubin Felberg**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina  
Colatina – ES

### **Marta Cristina Teixeira Leite**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina  
Colatina – ES

### **Robson Ferreira de Almeida**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina  
Colatina – ES

### **Evandro Chaves de Oliveira**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina  
Colatina – ES

**RESUMO:** O cultivo do feijoeiro caracteriza-se como uma das mais importantes atividades agrícolas do Brasil, sendo o manejo da cultura fundamental para o aumento da produtividade. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da co-inoculação com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* associada a diferentes doses de adubação nitrogenada sobre crescimento vegetativo do feijoeiro em condições de campo. O experimento foi delineado em blocos casualizados com três repetições e sete tratamentos, sendo o T-1 (testemunha), o T-2 (fertilização com 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em plantio e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura) e os T-3 a T-7 com uso de variações entre co-inoculação e doses de nitrogênio entre o plantio e a cobertura. Ao fim do experimento avaliou-se a altura da planta, diâmetro da copa, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste Scott-knott em nível de 5% de probabilidade. Observou-se que a técnica de co-inoculação favoreceu o crescimento vegetativo da cultura, se igualando em alguns aspectos a adubação convencional utilizada pelo produtor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fixação biológica de nitrogênio, *Phaseolus vulgaris* L., *Rhizobium tropici*, *Azospirillum brasilense*.

**ABSTRACT:** Bean cultivation is characterized



as one of the most important agricultural activities in Brazil, and crop management is fundamental for increasing productivity. The objective of this work was to evaluate the effect of co-inoculation with *Rhizobium tropici* and *Azospirillum brasilense* associated with different doses of nitrogen fertilization on vegetative growth of common bean under field conditions. The experiment was designed in a randomized block design with three replicates and seven treatments, with T-1 (control), T-2 (fertilization with 20 kg ha<sup>-1</sup> of N in planting and 20 kg ha<sup>-1</sup> of N in cover) and T-3 to T-7 with use of variations between co-inoculation and nitrogen rates between planting and cover. At the end of the experiment the plant height, crown diameter, stem diameter, number of leaves and leaf area were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and the means submitted to the Scott-knott test at a 5% probability level. It was observed that the co-inoculation technique favored the vegetative growth of the crop, in some respects the conventional fertilization used by the producer was similar.

**KEYWORDS:** Biological fixation of nitrogen, *Phaseolus vulgaris* L., *Rhizobium tropici*, *Azospirillum brasilense*.

## 1 | INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais espécies cultivadas do Brasil. Juntamente com o arroz ele compõe a base alimentícia diária, sendo o Brasil o maior produtor e consumidor dessa cultura. Na safra 2016/2017, o Brasil apresentou 462,9 mil hectares de área plantada de feijoeiro comum com uma produtividade média de 1.727 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando uma queda de 6,1% da produção total comparado à safra 2015/2016 (CONAB, 2018).

A baixa produtividade pode ser explicada pelo uso de sementes com baixa qualidade, aspectos climáticos desfavoráveis, altas incidências de pragas e doenças e à nutrição mineral insuficiente (CONAB, 2018). Sendo assim, é de grande importância pesquisas que utilizem métodos alternativos, que visem o aumento da produtividade, priorizando práticas sustentáveis do ponto de vista econômico e ambiental. Diversos pontos devem ser observados no cultivo do feijoeiro, tais como o manejo da nutrição das plantas, uma vez que o fornecimento de nutrientes aplicados corretamente e de forma equilibrada pode contribuir com aumentos significativos na produtividade da cultura (MIRANDA et al., 2000; ANDRADE et al., 2004; ARF et al., 2011). Atualmente no Brasil são encontrados comercialmente inoculantes turfosos e líquidos contendo uma espécie de *Rhizobium* adaptado a solos tropicais, o *Rhizobium tropici*, capaz de fixar de 20 a 30% de nitrogênio exigido pela planta por meio de fixação biológica, no qual essa contribuição pode chegar até 40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (FANCELLI; DOURADO NETO, 2007). Outro microrganismo estudado é uma bactéria do gênero *Azospirillum* que produz fatores que induzem o desenvolvimento das plantas, como o ácido indol-3-acético, uma auxina com a capacidade de promover o alongamento celular.

Portanto, o uso de microrganismos proporciona como resultado desde a

melhoria do desenvolvimento vegetativo a redução de prováveis impactos ambientais. Atualmente poucos estudos foram desenvolvidos comparando a atuação de bactérias do gênero *Azospirillum* junto à interação a *Rhizobium tropici* em cultura de feijoeiro-comum, principalmente em estudos desenvolvidos em condições de campo (SOUZA, 2015).

Diante disso, objetivou-se com o estudo avaliar os benefícios da utilização da co-inoculação com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* e sua interação com a adubação nitrogenada em plantio e cobertura no crescimento vegetativo do feijoeiro, como uma forma de diminuição de custos com fertilizante mineral, reduzindo impactos ambientais e contribuindo para um melhor crescimento da cultura do feijoeiro.

## 2 | METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Itapina, localizado no município de Colatina, região noroeste capixaba, na área de campo, com coordenadas geográficas de 19° 32' 22" de latitude sul; 40° 37' 50" de longitude oeste e altitude de 71 metros. O clima da região é Tropical Aw, segundo a classificação climática de Koppen (PEEL et al., 2007). A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas. O solo da área é classificado como um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento foram realizadas amostragens do solo da área na camada de 0,00 a 0,20 m para análise química, como descrita na Tabela 1.

pH	M.O	P rem	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B.	T	t	m	V
em água	g/dm <sup>3</sup>	mg/l	--mg/dm <sup>3</sup> --		-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----				---cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> --			-----%-----	
7,0	17,3	40,0	463,1	240,0	5,3	3,0	0,0	0,0	8,9	8,9	8,9	0,0	100,0

**Tabela 1** - Análise química do solo de 0,0 a 0,20 m da área experimental.

Obs.: M.O: matéria orgânica; P rem: fósforo remanescente; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: Hidrogênio + alumínio; SB: soma de bases; T: CTC a pH 7; t: CTC efetiva; m: saturação de alumínio e V: saturação de base.

Fonte: o autor.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições e sete tratamentos, sendo consideradas cinco plantas úteis por tratamento, totalizando 35 plantas por repetição e 105 em todo o experimento. Os tratamentos foram distribuídos de acordo com as diferentes doses de nitrogênio utilizadas como descrito na Tabela 2.

TRATAMENTOS	VARIAÇÃO DOS TRATAMENTOS
T-1	Sem nitrogênio e sem co-inoculação.

T-2	20 kg ha <sup>-1</sup> de N em plantio e 20 kg ha <sup>-1</sup> de N em cobertura sem co- inoculação.
T-3	Sem nitrogênio co-inoculado com <i>Rhizobium tropici</i> e <i>Azospirillum brasilense</i>
T-4	20 kg ha <sup>-1</sup> de N em plantio e 20 kg ha <sup>-1</sup> de N em cobertura e co- inoculado com <i>Rhizobium tropici</i> e <i>Azospirillum brasilense</i> .
T-5	10 kg ha <sup>-1</sup> de N em plantio e co- inoculado com <i>Rhizobium tropici</i> e <i>Azospirillum brasilense</i> .
T-6	20 kg ha <sup>-1</sup> de N em plantio e co- inoculado com <i>Rhizobium tropici</i> e <i>Azospirillum brasilense</i> .
T-7	10 kg ha <sup>-1</sup> de N em plantio e 10 kg ha <sup>-1</sup> de N em cobertura e co- inoculado com <i>Rhizobium tropici</i> e <i>Azospirillum brasilense</i> .

**Tabela 2** – Descrição dos tratamentos variando doses do N com ou sem a co-inoculação com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*.

Fonte: o autor.

As parcelas dos tratamentos foram constituídas por quatro linhas de três metros (m) de comprimento, espaçadas 0,50 m entre si e 0,10 m entre plantas totalizando 30 plantas por linha, sendo considerada como área útil as duas linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 0,50 m de cada extremidade. A cultivar utilizada foi a BRSMG Realce com plantio realizado no início do mês de outubro do ano de 2017, sendo a semeadura feita manualmente utilizando a quantidade de sementes suficientes para obtenção de densidade de 10 plantas m<sup>-1</sup>. A adubação de plantio e cobertura foi realizada de acordo com as recomendações de Araya et al. (1981) e análise química do solo (Tabela 1), sendo utilizado como fonte de nitrogênio a ureia, como fonte de potássio o cloreto de potássio e para o fósforo o superfosfato simples.

A fonte de *Rhizobium tropici* utilizada foi proveniente de inoculante comercial turfoso (Total Nitro Feijão Turfa®) contendo as estirpes SEMIA 4077 e SEMIA 4080 enquanto a fonte de *Azospirillum brasilense* foi um inoculante comercial em formulação líquida (Azototal Max®) contendo as estirpes AbV5 e AbV6A, ambos provenientes da empresa Total Biotecnologia.

A inoculação foi realizada seguindo as orientações do fabricante, misturando as sementes com o inoculante turfoso contendo a bactéria *Rhizobium tropici* e uma solução açucarada a 10%, a fim de contribuir para uma maior adesão do inoculante a superfície da semente.

Para a co-inoculação foi feita pulverização em sulco do co-inoculante contendo *Azospirillum brasilense* utilizando bomba costal de cinco litros livre de resíduos. A pulverização foi realizada no dia do plantio e 30 dias após o plantio (DAP), tendo sido o inoculante líquido diluído em água conforme recomendação do fabricante. As irrigações foram realizadas diariamente por aspersão, mantendo sempre a capacidade de campo da planta.

Ao fim do período vegetativo, 50 DAP foram realizadas análises de crescimento

como altura das plantas (cm), diâmetro da copa (cm), ambos medidos com auxílio de uma régua; diâmetro do caule (mm), medida com auxílio de um paquímetro digital; número de folhas, por meio de contagem e área foliar utilizando scanner foliar modelo LICOR 3100 (cm<sup>2</sup>).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e os fatores significativos analisados pelo teste Scott-knott em nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa Assistat (versão 7.7 beta).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado a partir dos dados obtidos que houve diferença significativa sobre as variáveis respostas altura da planta, diâmetro de copa e área foliar.

TRATAMENTOS	AP (cm)	DCO (cm)	AF (cm <sup>2</sup> )	NF	DCA (mm)
T-1	58,16 b	33,93 b	1110,56 b	39,00 a	9,30 a
T-2	64,06 a	43,26 a	1332,42 a	38,20 a	8,27 a
T-3	64,28 a	43,20 a	1367,59 a	34,86 a	9,15 a
T-4	59,80 b	33,46 b	1150,77 b	32,33 a	8,14 a
T-5	61,33 b	28,53 c	996,08 b	35,73 a	8,06 a
T-6	60,60 b	35,26 b	1153,43 b	37,26 a	8,73 a
T-7	63,13 a	32,60 b	1081,49 b	34,66 a	8,48 a
MG	61,62	35,75	1170,33	35,58	8,59
CV (%)	3,21	7,03	9,82	25,03	12,11

**Tabela 3:** Médias da altura das plantas (AP), diâmetro da copa (DCO), área foliar (AF), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DCA) da cultura do feijoeiro submetido à co-inoculação com diferentes doses de adubação nitrogenada.

Médias seguidas de letras distintas entre si na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%. **T-1** (Sem N e sem co-inoculação); **T-2** (20 kg ha<sup>-1</sup> de N em plantio e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura e sem co- inoculação); **T-3** (Sem N e co-inoculado); **T-4** (20 kg ha<sup>-1</sup> de N em plantio e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura e co- inoculado); **T-5** (10 kg ha<sup>-1</sup> de N em plantio e co-inoculado); **T-6** (20 kg ha<sup>-1</sup> de N em plantio e co-inoculado) e **T-7** (10 kg ha<sup>-1</sup> de N em plantio e 10 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura e co- inoculado).

Fonte: o autor.

Ao avaliar a altura das plantas (Tabela 3), verificou-se que os tratamentos T-2, T-3 e T-7 apresentaram, respectivamente, as médias; 64,06, 64,28 e 63,13 cm superando e diferindo significativamente dos demais tratamentos. A menor média encontrada para altura das plantas foi caracterizada no tratamento T-1, provavelmente devido à limitação de nitrogênio disponível, o qual possui correlação positiva com as taxas fotossintéticas da planta, ou seja, quanto maior a taxa fotossintética da planta maior será seu crescimento. Dessa forma, é possível concluir que, até a fase de crescimento do feijoeiro avaliada, a co-inoculação foi suficiente para suprir as necessidades de nitrogênio da planta favorecendo seu crescimento. Esses resultados também estão de acordo com Schossler et al. (2016) que ao avaliar rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à co-inoculação com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* entre os meses de setembro e dezembro observou maiores médias para

altura das plantas submetidas ao tratamento com co-inoculação quando comparadas as plantas sem adubação nitrogenada.

A inoculação mista de leguminosas com bactérias diazotróficas simbióticas e assimbióticas, *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*, respectivamente, resultam em efeitos sinérgicos que superam os resultados obtidos na forma de aplicação individual dos inoculantes, o que em parte explicaria o resultado encontrado (BÁRBARO et al., 2008).

Com relação ao diâmetro da copa pode-se observar significância estatística entre os tratamentos, onde as maiores médias obtidas foram nos tratamentos T-2 e T-3, com valores respectivamente de 43,26 e 43,20 cm. Também foi observado o mesmo comportamento quanto à área foliar, apresentando diferença significativa entre os tratamentos T-2 e T-3. O resultado obtido na área foliar, juntamente com a altura da planta e o diâmetro de copa fortalecem o maior crescimento de área foliar e, conseqüentemente, as taxas de fotossíntese, promovendo assim maior acúmulo de matéria pelas plantas (MARSCHNER, 2012). Dessa forma, foi possível observar a contribuição do *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento foliar da cultura do feijão. Segundo Souza (2015) o tamanho do aparelho fotossintético (folhas) é uma forma de representação da quantidade do material contido na planta e que diversos índices morfofisiológicos de grupos vegetais são analisados pelo número de folhas e área foliar.

Ao avaliar o número de folhas, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos submetidos, obtendo médias entre 32 e 39 folhas. E também não houve diferença entre as médias ao avaliar o diâmetro do caule. Na característica número de folhas, o resultado encontrado pode ser justificado pelo alto teor de matéria orgânica encontrado na área de desenvolvimento do experimento, que contribuiu na disponibilidade do nitrogênio para as plantas, justificando a maior média obtida no tratamento T-1, conduzido sem utilização de nenhuma fonte de nitrogênio externa e sem co-inoculação. Entretanto, é importante salientar o bom desempenho do tratamento T-3 que se equipareu quando comparado aos demais tratamentos. Além disso, a demanda energética para a fixação biológica de nitrogênio é alta, representando um dos processos metabólicos mais caros para a célula, observando um aumento da área foliar das plantas co-inoculadas ao invés de aumento no número de folhas (CASSINI; FRANCO, 2006).

De acordo com Silva (2015) o nitrogênio é de suma importância para desenvolvimento vegetativo da planta do feijoeiro, sendo assim, a sua falta ou excesso pode afetar negativamente o seu desenvolvimento, desse modo, esses resultados indicam que a quantidade de nitrogênio utilizada não influenciou o diâmetro do caule, pois os tratamentos T-1 sem adição de nitrogênio e o T-3 somente com a co-inoculação foram os que apresentaram as maiores médias estatísticas (9,30 e 9,15 mm) apesar de não se diferenciarem dos demais tratamentos.



## 4 | CONCLUSÃO

A técnica de co-inoculação aumentou a altura das plantas, diâmetro da copa e área foliar, sendo eficiente no crescimento vegetativo da cultura do feijoeiro, se igualando em alguns aspectos a adubação convencional utilizada pelo produtor.

O emprego de microorganismos representa uma importante ferramenta para o ganho de crescimento vegetativo na cultura do feijoeiro, reduzindo assim os custos de produção.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n.5, p. 1077-1086. 2004.
- ARAYA, V.R.; VIEIRA, C.; MONTEIRO, A.A.T.; CARDOSO, A.A.; BRUNE W. Adubação nitrogenada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.28, n.166, p.134-149, 1981.
- ARF, M.V.F.; BUZZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J.P.; GITTI, D.C.; YAMAMOTO, C.J.T. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.3, p.430-438. 2011.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. **Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento e produtividade**. 2008. Disponível em: <[www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/co-inoculação/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/co-inoculação/index.htm)>. Acessado em: 15 de novembro de 2017.
- CASSINI, S. T. A.; FRANCO, M. C. Fixação biológica de nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006. p. 143-170.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira – grãos: Nono levantamento, junho 2018 – safra 2017/18**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 04 de julho de 2018.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 342 p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. 2. ed. Piracicaba: Livrocere, 2007. 386 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3<sup>rd</sup> ed. Melbourne: Elsevier, 2012. 651 p.
- MIRANDA, L. N.; AZEVEDO, J. A.; MIRANDA, J. C. C.; GOMES, A. C. Produtividade do feijoeiro em resposta a adubação fosfatada e a regime de irrigação em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 703-710, 2000.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences. Discussions**, European Geosciences Union, 2007, 11 (5), pp.1633-1644. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00305098/document>>. Acesso em: 04 de julho de 2018.

SCHOSSLER, J. H.; RIZZARDI, D. A.; MICHALOVICZ, L. Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e co-inoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p.10-15 , 2016.

SILVA, N. L. **Feijão caupi inoculado com rizóbio e cultivado em solo com e sem compactação**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2015.

SOUZA, J. E. B. **Co-inoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* no feijoeiro-comum visando aumento de produtividade e redução de custo de produção**. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2015.

## EFEITO DA FARINHA DE BABAÇU NAS CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAS DO BISCOITO SEQUILHO

### **Eloneida Aparecida Camili**

Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição/Departamento de Alimentos e Nutrição.  
Cuiabá – MT

### **Priscila Copini**

Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição/Departamento de Alimentos e Nutrição.  
Cuiabá – MT

### **Thais Hernandes**

Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição/Departamento de Alimentos e Nutrição.  
Cuiabá – MT

### **Luciane Yuri Yoshiara**

Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição/Departamento de Alimentos e Nutrição.  
Cuiabá – MT

### **Priscila Becker Siquiera**

Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição/Departamento de Alimentos e Nutrição.  
Cuiabá – MT

naturais. O objetivo deste trabalho foi testar a farinha de babaçu em substituição parcial ao amido de milho em formulações de biscoitos sem glúten de massa dura, tipo sequilho. Os biscoitos foram caracterizados quanto aos teores de umidade, minerais fixos, proteína, fração lipídica, textura, cor e análise sensorial. Os biscoitos substituídos apresentaram maior concentração de minerais com destaque para o cálcio e ferro (23,27 e 5,41 mg·100<sup>-1</sup>g) respectivamente além do aumento de fibra proporcional a substituição chegando a doze vezes maior quando comparado com o biscoito controle. A cor da farinha do babaçu é consequência da alta concentração de compostos fenólicos, observou-se o escurecimento que dos biscoitos mais substituídos, consequência da maior concentração de farinha nessas formulações. Todavia a substituição não alterou a firmeza dos biscoitos, mesmo tendo se diferenciado na perda de água no assamento. A média de aceitação em todos os atributos foram altos (7 gostei e 8 gostei muito), sendo que as formulações 10 e 30% apresentaram maior aceitação.

**PALAVRAS-CHAVE:** aceitação, amido, fibra, inovação, saudabilidade.

EFFECT OF FLOUR OF BABASSU MESOCARP ON THE PHYSICAL-CHEMISTRY AND SENSORIAL CHARACTERISTICS OF SEQUILHO BISCUIT

**RESUMO:** A farinha do mesocarpo do babaçu é extraída do fruto retirado da palmeira (*Orbignya phalerata*) a qual pode ser matéria prima em diversos produtos que requeiram alta concentração de amido e a adição de corantes

**ABSTRACT:** The flour of babassu mesocarp is extracted from the palm fruit (*Orbignya phalerata*) which can be raw material in several products that require high concentration of starch and the addition of natural pigment. The objective of this work was to test the babassu flour in partial substitution to the corn starch in formulations of gluten-free biscuits of hard dough, type sequilho. The biscuits were characterized as moisture contents, fixed minerals, protein, lipid fraction, texture, color and sensorial analysis. Substituted biscuits had a higher concentration of minerals, with emphasis on calcium and iron (23.27 and 5.41 mg 100<sup>-1</sup> g), respectively, in addition to the proportional increase in fiber, which increased twelve times when compared to the control biscuit. The color of the babassu flour is a consequence of the high concentration of phenolic compounds, it was observed the darkening that of the most substituted biscuits, consequence of the greater concentration of flour in these formulations. However, the substitution did not alter the firmness of the biscuits, even though it differed in the loss of water in the baking. The mean acceptance in all attributes was high (7 liked and 8 liked very much), with 10 and 30% formulations showing greater acceptance.

**KEYWORDS:** acceptance, starch, fiber, innovation, healthiness.

## 1 | INTRODUÇÃO

O babaçu (*Orbignya phalerata*) é um tipo de palmeira que normalmente floresce entre os meses de janeiro e abril, encontrado em diversas áreas da América Latina, no Brasil ocorre principalmente no Mato Grosso, Tocantins, Maranhão e Piauí. Os seus frutos, tipo coco, são utilizados integralmente e por isso são de relevância econômica, pois supre tanto necessidades nutricionais, quanto gera renda na produção de extração vegetal e da silvicultura. O produto oficialmente contabilizado é a amêndoa, em 2017 foram produzidas 54.330 toneladas de amêndoas do babaçu, todavia essa parte corresponde a apenas 8,7% do fruto (CARRAZA et al., 2012; IBGE, 2019). Toda a palmeira é aproveitada, mas as partes comestíveis são duas: a camada logo abaixo ao epicarpo (mesocarpo) usada na fabricação de uma farinha, uma vez que esta é rica em amido e as amêndoas, as quais fornecem o óleo, utilizados para alimentação e fabricação de cosméticos (REIS, 2009; OLIVEIRA 2018).

A obtenção da farinha de mesocarpo de babaçu é feita primeiramente através da seleção dos cocos maduros e sadios, seguida de lavagem e descascamento para ser feita a retirada dos flocos do mesocarpo, após essa etapa os flocos são secos, moído e posteriormente feito o peneiramento e armazenamento da farinha (CARRAZA et al., 2012).

A farinha de mesocarpo de babaçu possui diferença em sua composição centesimal conforme a região a qual foi extraído o fruto, como é esperado de uma matéria prima de origem vegetal, além da diferença no processamento. Segundo a literatura a composição das farinhas analisadas nos estados do Mato Grosso, Piauí e

Maranhão, a umidade variou entre 10,28 a 16,0 g·100<sup>-1</sup>g; o teor proteico 1,16 a 5,38 g·100<sup>-1</sup> g; lipídeos 0,43 a 4,02 g·100<sup>-1</sup> g; minerais totais 0,98 a 5,57 g·100<sup>-1</sup> g (SILVA et al., 2013; FERREIRA et al., 2019; NONATO et al., 2019; REIS, 2009), e o pH entre 5,5 e 6,0 (MELO et al., 2006). O destaque dessa farinha é a alta concentração de amido que pode chegar a 98,75 g·100<sup>-1</sup> g, (CRUZ e NUNES, 2019, CARRAZA et al., 2012; PAVLAK et al., 2007; MANIGLIA e TAPIA-BLÁCIDO, 2016).

A farinha produzida a partir do mesocarpo do coco de babaçu além de nutritiva por seu elevado teor de carboidratos e presença de fibras a qual pode modificar o perfil lipídico e diminuir significativamente a glicemia em dietas testadas em animais (SIMEONE e HENRIQUE, 2019), possui alta concentração de fenólicos totais os quais atuam como antioxidantes, antimicrobiano e anti-inflamatório (BATISTA et al., 2006; OLIVEIRA, 2018; PINHEIRO et al., 2010)

O alto conteúdo de fibras e de fitoquímicos com atividade biológica eleva a qualidade da farinha do babaçu como alimento, atendendo uma demanda crescente por saudabilidade (MINTEL, 2018).

O objetivo desse estudo foi testar a farinha de babaçu em substituição parcial ao amido de milho em biscoito tipo sequilho, de massa dura e sem glúten, sendo controle (0% de farinha de babaçu); e as substituições de 10%, 30% e 50%. As formulações foram avaliadas quanto às características físico-químicas, teores de umidade, cinzas, proteína, fração lipídica, cor, textura e sensorialmente a aceitabilidade das características: aroma, sabor, textura e impressão global, assim como, a preferência e atitude de compra dos consumidores.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Material

A farinha de babaçu foi adquirida junto aos produtores do distrito de Colselvam, cidade de Aripuãna em uma área preservada da região Amazônica Legal de Mato Grosso, Brasil. Os demais ingredientes utilizados para a elaboração das formulações dos biscoitos (amido de milho, açúcar refinado, manteiga, ovos e sal) foram adquiridos no comércio local.

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 Elaboração

Os biscoitos foram elaborados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Mato Grosso. Os ingredientes foram calculados utilizando como base o total de farinhas (amido de milho + farinha de babaçu), a substituição do amido de milho seguiu as seguintes proporções (amido de milho:farinha de babaçu)



segundo cada formulação 100:0; 90:10; 70:30; 50:50, açúcar refinado (40%), manteiga (40%), ovos (20%), sal (1%). Os ingredientes foram transferidos para um recipiente higienizado, misturados e sovados até a obtenção de uma massa lisa e homogênea. Em seguida a massa foi modelada em pequenos biscoitos cilíndricos e levados para assar em forno a 175 °C por 10 minutos. Após assados, os biscoitos foram resfriados a temperatura ambiente e armazenados em saquinhos, para posterior análise. Para cada formulação foram elaboradas três repetições.

### *2.2.2 Composição centesimal e nutricional*

Para a caracterização química dos biscoitos empregou-se métodos analíticos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo inicialmente realizada determinação de umidade, cinzas, lipídeos e proteína das amostras desidratadas, em lotes distintos em triplicata. As análises de fibra, carboidrato e minerais foram realizadas por cálculo utilizando a Tabela Brasileira de Composição de alimentos (TACO, 2011).

### *2.2.3 Textura*

A análise de textura foi efetuada no segundo dia após a confecção dos biscoitos. Foram analisados 12 biscoitos de cada tratamento sendo que cada biscoito foi submetido à análise em texturômetro (Stable Micro Systems, UK, TAXT Plus), com célula de carga de 50 kg. Foi utilizado probe 3-Point bending Rig (HDP/3PB) e plataforma HDP/90.), nas seguintes condições de operação: medida de força em compressão, velocidade de pré-teste 1,0 mm/s, velocidade de teste: 3,0 mm/s e velocidade de pós-teste: 10,0 mm/s, distância de 50 mm conforme método padronizado nº 74-09 da AACC (2000).

### *2.2.4 Cor*

A análise de cor foi determinada usando um colorímetro digital (Minolta CR4000, fonte de luz D65 em espaço de cor do sistema (CIE L\*C\*h), com calibração com placa branca padrão, seguindo as instruções do fabricante (Minolta, 2011). Foram avaliados 3 parâmetros de cor: L\*, a\* e b\*. O valor de a\* caracteriza coloração na região do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*), o valor b\* indica coloração no intervalo do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*). O valor L nos fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0) (Harder, 2005). O Chroma é a relação entre os valores de a\* e b\*, onde se obtém a cor real do objeto analisado. Hue- -Angle é o ângulo formado entre a\* e b\*, indicando a saturação da cor do objeto. Para cálculo do Chroma foi utilizada a fórmula matemática  $C = \sqrt{(a^2+b^2)}$  e, para se calcular Hue-Angle, utiliza-se a fórmula  $H^\circ = \arctg b^*/a^*$ .

### *2.2.5 Análise Sensorial*

Participaram da análise sensorial uma equipe não treinada de 100 provadores,

constituídos por estudantes universitários, docentes, técnicos, técnico-administrativos e visitantes da UFMT, consumidores potenciais do produto e selecionados em função da sua disponibilidade e do interesse em participar dos testes. Realizando em prova aberta, testes sensoriais: teste afetivo de escala hedônica não estruturada de 9 “cm” ancorada na esquerda por “desgostei extremamente” e na direita por “gostei extremamente” indicando a intensidade de sua preferência; teste de aceitação e intenção de compra utilizando uma escala variando de (5) certamente compraria a (1) certamente não compraria e os atributos avaliados foram: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os participantes da análise sensorial assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética CAAE: 46600515.3.0000.5541, seguindo a Resolução no196/96.

### 2.2.6 Análise estatística

Para avaliação dos resultados, foi realizada análise de variância ANOVA e Teste de Tukey para diferença de médias a um nível de 5% de significância pelo sistema Statistic Six Sigma.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Efeito da substituição da farinha de babaçu na composição centesimal e nutricional

O biscoito tipo sequilho é uma massa dura e sem o glúten o qual depende do seu conteúdo de água, gordura e proteína adicionada, no caso ovos, para agregar a massa. A água tem um papel fundamental na formação da massa, cor, sabor e desenvolvimento do biscoito no assamento, além de influenciar na textura e conservação. Ao avaliar a composição centesimal mostrados na Tabela 1, observa-se que a umidade dos biscoitos adicionados de farinha de babaçu teve diferença significativa em relação ao padrão, apresentando-se até sete vezes menor.

Análises	Tratamentos			
	0%	10%	30%	50%
<b>Umidade</b>	4,44±0,19 <sup>a</sup>	1,72±0,07 <sup>b</sup>	0,61±0,24 <sup>d</sup>	1,16±0,41 <sup>c</sup>
<b>Lipídeo</b>	20,38±0,15 <sup>ab</sup>	20,08±0,46 <sup>b</sup>	20,26±0,16 <sup>ab</sup>	20,97±0,26 <sup>a</sup>
<b>Coolesterol (mg/100g)</b>	43,05±0,01 <sup>a</sup>	39,59±0,13 <sup>d</sup>	41,30±0,05 <sup>b</sup>	39,90±0,09 <sup>c</sup>
<b>Minerais fixos</b>	0,71±0,09 <sup>b</sup>	0,74±0,08 <sup>b</sup>	0,84±0,02 <sup>b</sup>	1,11±0,07 <sup>a</sup>

<b>Ca (mg/100g)</b>	6,69±0,00 <sup>d</sup>	9,54±0,03 <sup>c</sup>	17,02±0,02 <sup>b</sup>	23,27±0,06 <sup>a</sup>
<b>P (mg/100g)</b>	27,45±0,01 <sup>c</sup>	26,67±0,09 <sup>d</sup>	30,79±0,04 <sup>b</sup>	32,60±0,08 <sup>a</sup>
<b>Fe (mg/100g)</b>	0,29±0,00 <sup>d</sup>	1,29±0,00 <sup>c</sup>	3,47±0,00 <sup>b</sup>	5,41±0,01 <sup>a</sup>
<b>K (mg/100g)</b>	24,75±0,01 <sup>d</sup>	42,89±0,14 <sup>c</sup>	86,75±0,11 <sup>b</sup>	124,39±0,29 <sup>a</sup>
<b>Carboidrato (g/100g)</b>	76,95±0,02 <sup>c</sup>	75,02±0,24 <sup>d</sup>	87,60±0,12 <sup>b</sup>	93,50±0,22 <sup>a</sup>
<b>F i b r a Alimentar (g/100g)</b>	0,45±0,00 <sup>d</sup>	1,41±0,00 <sup>c</sup>	3,54±0,00 <sup>b</sup>	5,42±0,01 <sup>a</sup>
<b>Energia (Kcal)</b>	329,38±0,39 <sup>c</sup>	321,20±1,03 <sup>d</sup>	373,22±0,49 <sup>b</sup>	397,40±0,94 <sup>a</sup>

**Tabela 1-** Composição centesimal e nutricional das formulações de biscoitos controle e parcialmente substituídos por farinha de babaçu. Média± Desvio Padrão, análise de variância - as letras diferentes remetem a diferença superior a 5%.

A farinha de babaçu por ser manufaturada apresenta-se composição e granulometria pouco homogênea (SILVA et al., 2013; NONATO et al., 2019;) e isso pode ter influenciado as variações entre as formulações, a baixa umidade dos biscoitos é desejável e o ideal é que variem entre 1,5 e 3 % (DAVIDSON, 2016) como os valores apresentados pelas formulações testadas. O teor de minerais fixos aumentou com o acréscimo do teor de farinha de babaçu, uma vez que a farinha de babaçu é mais rica em minerais do que o amido de milho, como consequência também é o que se observa na concentração do cálcio três vezes maior em relação ao padrão, o potássio cinco vezes mais e o ferro um aumento de dezoito vezes. Os biscoitos foram acrescidos de minerais seguindo a adição da farinha de babaçu como ocorre com outras matérias primas ricas em nutrientes (HAN NG et al., 2017; GBENGA-FABUSIWA et al., 2018).

As concentrações de lipídeos mantiveram-se constantes em todas as formulações pois a farinha de babaçu tem baixo teor desse conteúdo, ficando a encargo da manteiga suprir esse requisito. O mesmo observa-se para o colesterol, como consequência de ser uma gordura de origem animal. O balanço da gordura no biscoito é de grande importância tanto no sabor quanto na conservação do produto, sendo um dos responsáveis pelo balanço do sabor, textura e categorização desse produto, de forma que as formulações acima podem ser classificadas como biscoitos de corte (FERREIRA et al., 2019; DAVIDSON, 2016).

A farinha de babaçu como uma matéria prima vegetal está sujeita aos fatores edafoclimático e de pós-colheita além de ser um produto manufaturado e por todos esses fatores apresenta uma grande variabilidade, causando variações em seus produtos como os observados nas concentrações de amido, essas variações são observadas quando compara-se os valores encontrados na literatura a qual apresenta

entre mas variando entre 63,75 a 98,75 g·100<sup>-1</sup> g (CARRAZA et al., 2012; CRUZ e NUNES, 2019, MANIGLIA e TAPIA-BLÁCIDO, 2016; PAVLAK et al., 2007;). Devido a isso houve diferença significativa no carboidrato e na energia entre as formulações com substituição de farinha de babaçu. Para o teor de fibra alimentar, observa-se um aumento proporcional ao aumento da farinha, sendo a farinha de babaçu o único ingrediente a possuir fibras a maior adição desta vai incrementando o teor de fibras no biscoito, o biscoito mais adicionado possui um teor doze vezes maior quando comparado ao do padrão. As adições progressivas conseguem demonstrar o grau de aumento dos componentes alimentares em estudo, evidenciando um aumento significativo de fibra no biscoito (HAN NG et al., 2017; GBENGA-FABUSIWA et al., 2018).

### 3.2 Efeito da substituição da farinha de babaçu na Textura e na Cor

Como mencionado anteriormente a água tem um papel fundamental em muitos fatores tecnológicos e de conservação em especial no biscoito, é interessante verificar a correlação entre a maior perda de água no biscoito controle (Tabela 2), mas também a formulação que apresentou o maior conteúdo de umidade e menor conteúdo de fibras (Tabela 1). A perda de água variou com diferença significativa entre todas as formulações adicionadas de farinha de babaçu, porém todas foram menores em relação ao controle. De forma geral, mesmo com a diferença entre as formulações, atribuída a não uniformidade da farinha do babaçu. Observa-se quando comparado com o padrão que adição de farinha de babaçu proporcionou menor perda de água, e maior conteúdo de fibras. Podendo ser atribuído a isso a maior retenção de umidade.

Tratamentos	Parâmetros		
	Perda de água	Firmeza (N)	Crocância (número de picos)
0%	17,55±0,02 <sup>a</sup>	0,51±0,03 <sup>b</sup>	28,45±7,42 <sup>ab</sup>
10%	10,35±0,28 <sup>d</sup>	0,51±0,03 <sup>ab</sup>	19,38±6,86 <sup>b</sup>
30%	14,06±0,11 <sup>b</sup>	0,50±0,01 <sup>b</sup>	29,89±11,35 <sup>a</sup>
50%	11,04±0,21 <sup>c</sup>	0,54±0,05 <sup>a</sup>	32,00±10,76 <sup>a</sup>

**Tabela 2** – Propriedades físicas dos biscoitos substituídos de farinha de babaçu. Médias ± desvio padrão (n=12). Letras iguais não diferem estatisticamente entre si (p>0,05)

Porém essas diferenças não foram sentidas na textura, pois a firmeza dos biscoitos não difeu entre si, assim como a crocância, mostrando que o aumento da farinha de babaçu não influencia nos atributos de textura do biscoito.

A farinha do mesocarpo do babaçu possui uma cor característica, marrom avermelhada (L\* 66,72±0,81; a\* 11,89 ±0,02; b\* 22,88±0,11), atribuída a presença de grande concentração de compostos fenólicos, os quais apresentam absorção

no infravermelho no comprimento de 275 nm e possível fluorescência na região do vermelho ( ~ 650 nm) tais compostos coloridos são solúveis em água e etanol e apresentam atividade antioxidante, a qual é uma propriedade favorável dos compostos fenólicos (SANTOS et al., 2011; SANTOS et al., 2012; MANIGLIA e TAPIA-BLÁCIDO, 2016), a coloração da farinha do babaçu não se degrada com o tratamento térmico e confere um diferencial nos produtos adicionados conforme é possível observar na Figura 1.



**Figura 1** – Aparência do biscoito padrão e dos biscoitos substituídos por farinha de babaçu.

A cor dos biscoitos produzidos foi diretamente influenciada pela concentração de farinha de mesocarpo de babaçu adicionada em cada formulação (Tabela 3). Conforme houve o aumento na porcentagem de farinha de mesocarpo de babaçu nos biscoitos, ocorreu uma diminuição na luminosidade, apresentando os valores de  $L^*$  menor que 60, o qual demonstrou que as massas com porcentagem de farinha de mesocarpo do babaçu tendem para uma coloração mais escura e opaca.

Tratamentos	Parâmetros		
	$L^*$	Chroma	Hue
0%	90,23±0,98a	20,17±1,43a	-85,08±2,28a
10%	75,58±1,43b	15,15±0,68b	67,82±1,32b
30%	64,20±1,50c	16,34±0,62b	56,97±0,88c
50%	58,23±0,92d	18,92±0,65a	57,87±0,72c

**Tabela 3-** Análise de cor das amostras dos biscoitos

Quanto ao parâmetro de saturação (Chroma) observa-se os biscoitos substituídos com 10% e 30% não variaram significativamente, também não sendo significativa as diferenças entre o controle (0%) e o substituído 50%, diferenciando na tonalidade (Hue) o controle (0%) e o 10% substituído. Pode-se dizer que a maior substituição do amido pela farinha de babaçu deixou os biscoitos mais escuros, mas que a tonalidade é semelhante entre o 30% e o 50% substituído. A cor do biscoito é um fator importante desse alimento, ela está relacionada a muitos fatores tecnológicos e afetivos, atualmente também relacionada a saudabilidade devido a alimentos ricos em fibra terem cor mais escura em relação à sua versão refinada (MITEL, 2018; DAVIDSON, 2016; DAUDA et al., 2018)



### 3.3 Efeito da substituição da farinha de babaçu na aceitação, intenção de compra e Teste da escala ideal

A Tabela 4, mostra as respostas encontradas referente à análise sensorial das 4 formulações testadas de biscoitos tipo sequilhos com substituição parcial de amido de milho por farinha de mesocarpo de babaçu com relação a aparência, aroma sabor textura e impressão global. Os resultados obtidos demonstram que as formulações apresentaram diferenças significativas nos atributos: aparência, sabor, textura e impressão global.

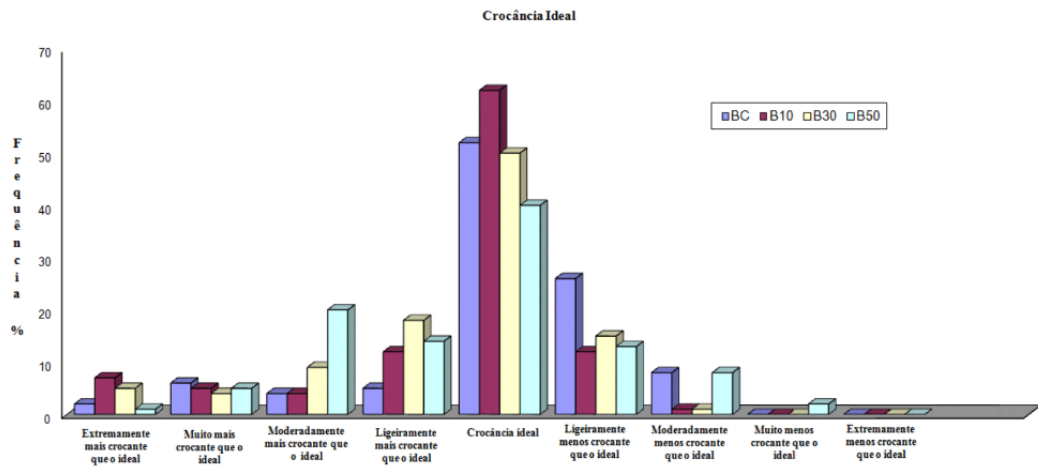
Tratamento	Atributos				
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Controle 0%	7,9 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>
10%	6,8 <sup>b</sup>	7,3 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	7,5 <sup>ab</sup>
30%	6,4 <sup>bc</sup>	7,0 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	7,1 <sup>bc</sup>
50%	6,1 <sup>c</sup>	6,8 <sup>a</sup>	6,6 <sup>b</sup>	6,6 <sup>b</sup>	6,6 <sup>c</sup>

**Tabela 4** - Média dos atributos sensoriais dos biscoitos avaliados. Médias com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ )

Observou-se que o atributo aroma as amostras não diferiram significativamente demonstrando que a substituição não alterou o aroma do biscoito, já que a farinha não possui odor característico. Quanto aos atributos sabor e textura apenas a formulação 50% diferiu significativamente das outras amostras mostrando que a substituição parcial do amido de milho pela farinha de mesocarpo de babaçu não alterou negativamente o sabor e a textura dos biscoitos das outras formulações.

Para o atributo aparência, houve diferença significativa entre o tratamento controle e 50%, fato este que se deve a grande quantidade de farinha de mesocarpo de babaçu substituída, o que deixa o biscoito com uma colocação mais escura, sendo o mesmo caso para o atributo impressão global, onde o tratamento controle e 50% também diferiram.

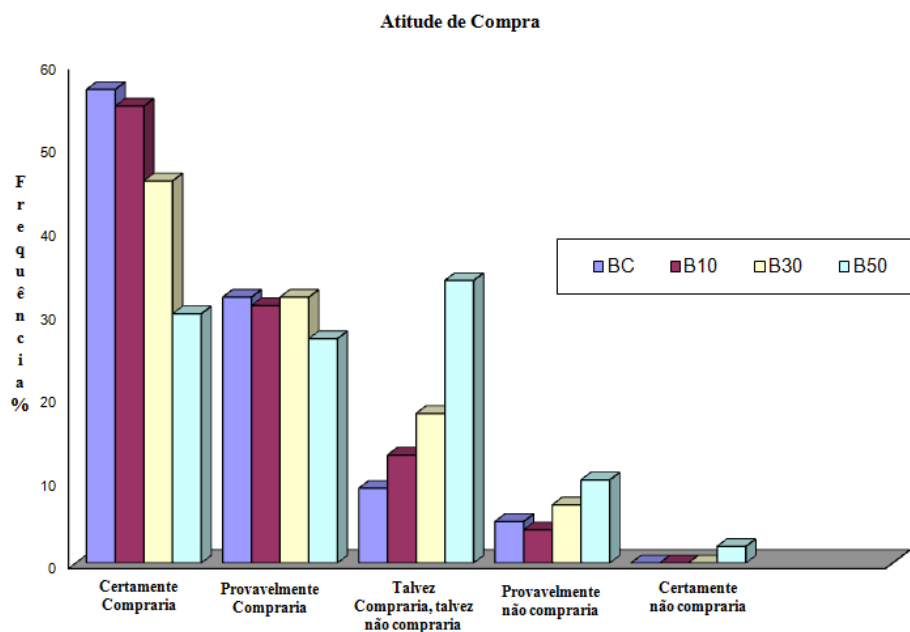
As médias das 4 formulações em todos os atributos foram altos indicando uma ótima aceitação pelos provadores (7 gostei e 8 gostei muito), mostrando que as formulações com farinha de babaçu agradam ao paladar (SANTANA et al., 2008).



**Figura 2.** Crocância ideal das formulações

Outro atributo importante avaliado foi a crocância ideal das formulações (Figura 2). De acordo com Thebaudin et al., (1997), os principais critérios para aceitação de alimentos enriquecidos com fibras alimentares em geral são: bom comportamento no processamento, boa estabilidade e aparência, satisfação no aroma, na cor, na textura e na sensação deixada pelo alimento na boca. Assim, podemos observar na Figura 2, que a formulação controle e 10% obtiveram valores maiores quanto ao quesito crocância, sobressaindo à formulação de 10%.

Através dos resultados obtidos na análise, podemos observar que de uma maneira geral, a maioria desses critérios citados por Thebaudin et al (1997), foram alcançados pelos biscoitos desenvolvidos quanto aos atributos avaliados em questão.



**Figura 3.** Intenção de compra das formulações

Foi realizado também um questionário aos provadores quanto à intenção de compra dos produtos avaliado (Figura 3), na figura são demonstrados os percentuais

obtidos neste questionário. Observa-se que novamente as formulações controle e 10% tiveram suas porcentagens maiores indicando que certamente comprariam, seguida da formulação 30%. A formulação de 50% teve maior percentual em talvez compraria/ talvez não compraria. Estes resultados confirmam os outros resultados de que a formulação de 10% apresenta maior aceitação entre as formulações experimentais.

#### 4 | CONCLUSÃO

Na realização deste presente estudo, possibilitou obter resultados satisfatórios quanto ao uso da farinha do mesocarpo de babaçu em substituições parciais nas formulações de biscoitos tipo sequilhos.

Os resultados obtidos através da análise sensorial demonstraram satisfatória aceitação dos biscoitos, porém as formulações experimentais 10 e 30% obtiveram médias maiores quanto aos atributos avaliados “aparência”, “aroma”, “sabor”, “textura” e “impressão global”, apresentando melhor aceitação referente as demais.

Portanto, os resultados apresentados neste trabalho indicam que a farinha de mesocarpo de babaçu se mostra uma boa alternativa para a aplicação em produtos de panificação, tendo como possibilidade adição dessa farinha em substituição à quantidade parcial de amido de milho sem que haja perda da qualidade sensorial do produto.

Na realização deste presente estudo, possibilitou obter resultados satisfatórios quanto ao uso da farinha do mesocarpo de babaçu em substituições parciais nas formulações de biscoitos tipo sequilhos, fazendo com que demonstrasse que tal substituição atende valores de macronutrientes importantes aos possíveis consumidores do produto. Mostrou-se também que a incorporação da farinha do mesocarpo do babaçu ao amido de milho, junto com os outros ingredientes permitiu a elaboração de um biscoito com maiores teores de fibra e minerais.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT e à Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT pelo apoio financeiro e de estrutura física.

#### REFERÊNCIAS

BATISTA, C.L., TORRES, O.J.M., MATIAS, J.M.F., MOREIRA, A.T.R., COLMAN, D., LIMA, J.H.F., MACRI, M.M, RAUEN JR., R.J., FERREIRA, L.M., FREITAS, A.C.T. **Effect of watery extract of *Orbignya phalerata* (babassu) in the gastric healing in rats: morfologic and tensiometric study.** Acta Cirúrgica Brasileira, 2006.

CRUZ, E.T.L., NUNES, L.C.C. **Caracterização do Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya sp.*): termoanálise (TG/DTA) e Avaliação do Conteúdo de Amido.** Disponível em <http://leg.ufpi.br/20sic/Documentos/RESUMOS/Modalidade/Vida/7940ab47468396569a906f75ff3f20ef.pdf>. Acesso em

08/01/2019.

DAUDA, A.O., ABIODUN, O.A., ARISE, A.K., OYEYINKA, S.A. **Nutritional and consumers acceptance of biscuit made from wheat flour fortified with partially defatted groundnut paste.** LWT - Food Science and Technology, 2018.

DAVIDSON, I. **Biscuit Baking Technology. 2ª Edition, 2016.**

FERREIRA PRB, OLIVEIRA FA, NUNES LCC, ALBUQUERQUE WF, **Caracterização Físico-Química do Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya sp*) de Regiões do Piauí.** Disponível em <http://leg.ufpi.br/19sic/Documentos/RESUMOS/Vida/Pablo%20Ricardo%20Barbosa%20Ferreira.pdf>. Acesso em 08/01/2019.

GBENGA-FABUSIWA, F.J., OSHODI, A. A., OLADELE, E. P., OBOH G., ADEFEGHA, S.A., **Nutritional properties, sensory qualities and glycemic response of biscuits produced from pigeon pea-wheat composite flour.** J. Food Biochemistry 2018.

HAN NG, S. ROBERT, S.D., AHMAD, W.A.N.W., ISHAK, W.R.W. **Incorporation of dietary fibre-rich oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) powder improves postprandial glycaemic response by interfering with starch granule structure and starch digestibility of biscuit.** Food Chemistry, 2017.

HARDER, M. N. C. **Efeito do urucum (*Bixa orellana L.*) na alteração de característica de ovos de galinha poedeiras.** Dissertação. Ciência e Tecnologia de Alimentos. ESALQ/USP. 2005, 74 p.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>, acesso em 08/01/2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

MANIGLIA, B.C., TAPIA-BLÁCIDO, D.R. **Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp.** Food Hydrocolloids, 20016.

MELO, L.P.; RANGEL, J.H.G.; CAMPELO, D.D.; FILHO, V.E.M.; BARRETO, N.M.F. **Implementação e adequação do mesocarpo de babaçu na indústria de panificação.**In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUIMICA , 46, 2006, Salvador, Anais ...Salvador, 2006.

Minolta, Konica. **Precise color communication: Color control from perception to instrumentation.** Japão: Minolta Co. Ltd, 2011.

MINTEL, **Tendências Globais em Alimentos e Bebidas 2018** Disponível em: <http://brasil.mintel.com/imprensa/alimentos-e-bebidas/mintel-anuncia-as-cinco-tendencias-globais-em-alimentos-e-bebidas-para-2018>. Acesso em 27 de novembro de 2018.

NONATO RC, OLIVEIRA FA, NUNES LCC, ALBUQUERQUE WF, **Caracterização Físico-Química do Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya sp*) de Regiões do Maranhão.** Disponível em <http://leg.ufpi.br/19sic/Documentos/RESUMOS/Vida/Ruidgran%20Costa%20Nonato.pdf> . Acesso em 08/01/2019.

OLIVEIRA, NAILA ALBERTINA. **Caracterização da farinha do mesocarpo e do óleo das amêndoas de babaçu (*Orbignya Phalerata*, Mart.) obtidos via extração com fluido supercrítico.** Pirassununga, 2018, 208 f,

PAVLAK M.C.M., ZUNIGA A.D., LIMA, T.L.A., ARÉVALO-PINEDO, A., CARREIRO, S.C., FLEURY, C.S., SILVA, D.L. **Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol.** Evidência, 2007.

PINHEIRO, M.T.; GUEDELHA, N.N.D.; MATOS, A.G.; SILVA, L.A.; MACIEL, M.C.G.; COSTA, G.C.; BARROQUEIRO, E.S.B.; NASCIMENTO, F.R.F.; GUERRA, R.N.M. **Efeito do mesocarpo de babaçu no metabolismo de carboidratos em camundongos de diferentes linhagens**. Rev. Ciênc. Saúde, v.12, n.1, p. 11-17, jan-jun, 2010.

REIS, D.D., **Estudo da composição nutricional e dos coeficientes de digestibilidade da farinha amilácea fina do babaçu determinada com suínos nas fases de crescimento e terminação**. Dissertação. Pós-Graduação em Ciência animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins. 2009. 89p.

SANTANA, M.F.; GONÇALVES, L.M.F.; OLIVEIRA, C.G.M. **Biscoitos Enriquecidos Com Farinha De Mesocarpo De Babaçu**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 21.; SEMINÁRIO LATINO AMERICANO E DO CARIBE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 2008, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBCTA, 2008.

SANTOS, A.M.S., ALMEIDA, F.S., PASSOS, I.N.G., FIGUEIREDO, F.C., JOSÉ SANTOS JÚNIOR, J.R. Caracterização Físico-Química de corante extraído a partir do mesocarpo do babaçu (*Orbignya speciosa*) e aplicação em vernizes. 51º Congresso Brasileiro de Química, São Luiz do Maranhão, Outubro, 2011.

SANTOS, A.M.S., ALMEIDA, F.S., PASSOS, I.N.G., FIGUEIREDO, F.C., JOSÉ SANTOS JÚNIOR, J.R. CARACTERIZAÇÃO DE CORANTE EXTRAÍDO A PARTIR DA TORTA DO BABAÇU (*Orbignya speciosa*). 52º Congresso Brasileiro de Química, Recife, outubro, 2012.

SILVA, A. R.; RODRIGUES, M. L. R.; DALL 'OGLIO E. L., HERNANDES, T., **Determinação da composição centesimal e análise granulométrica da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) proveniente da região norte do Estado de Mato Grosso – Brasil**. In: XVII Encontro Nacional e IV Congresso latino Americano de Analistas de Alimentos – ENAAL, 2013, São Paulo. Gestão e Inovação Tecnológica, 2013.

SIMEONE M.L.F., HENRIQUE G.S. **A Farinha do Mesocarpo do Babaçu (*Orbignya Phalerata*) como Componente de uma Mistura Protéica em dietasemi-Purificada e seus Reflexos sobre a colesterolemia e a Trigliceridemia em ratos**. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61030/1/Farinha-mesocarpo.pdf> acesso em 08/01/2019.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ed. Revisada e ampliada. Campinas, SP: UNICAMP, 2011. Disponível em: [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4-versao-ampliada-e-revisada.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4-versao-ampliada-e-revisada.pdf). Acesso em março de 2016.

THEBAUDIN, J. Y. et al. **Dietary fibres: Nutritional and technological interest**. Trends in Food Science Technology, v. 8, n. 2, p. 41-48, 1997.



## EFEITO DE DOSES DE ADUBAÇÃO NK SOBRE CRESCIMENTO VEGETATIVO E FRUTIFICAÇÃO DE PINHEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO NO SUDOESTE DA BAHIA

### Ivan Vilas Bôas Souza

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Vitória da Conquista-BA

### Abel Rebouças São José

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Vitória da Conquista-BA

### John Silva Porto

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Vitória da Conquista-BA

### José Carlson Gusmão da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia, Vitória da Conquista-BA

### Bismark Lopes Bahia

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA

### Danielle Suene de Jesus Nolasco

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Vitória da Conquista-BA

**RESUMO:** Cultura de clima tropical, a pinheira (*Annona squamosa* L.) é uma das espécies do gênero *Annona* de maior expressão econômica no Brasil. Sua principal exploração ocorre em função do comércio de frutas frescas nos principais centros comerciais do país. O presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos de diferentes doses de adubo nitrogenado e potássico na pinheira sobre o crescimento vegetativo e na sua frutificação. O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Alegre, localizada no município de

Anagé, região Sudoeste do Estado da Bahia, onde predomina o clima semiárido. Foram avaliados 16 tratamentos, distribuídos em blocos casualizados, com 3 repetições e 3 plantas úteis por parcela experimental, sendo os mesmos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, obtidos pela combinação das seguintes doses de N (0; 16,875; 33,750 e 67,500 g planta<sup>-1</sup>) na forma de ureia e K<sub>2</sub>O (0; 22,5; 45,0 e 90,0 g planta<sup>-1</sup>) na forma de cloreto de potássio, aplicados quinzenalmente. Foram avaliadas as seguintes características: altura e diâmetro de plantas podadas; crescimento das plantas após a poda: altura, diâmetro da copa e do tronco; crescimento dos frutos: comprimento e diâmetro; massa média dos frutos; número de frutos por parcela. As principais conclusões do presente estudo são: a) o desenvolvimento de frutos da pinheira tendem a aumentar com elevação das doses de nitrogênio em períodos de outono-inverno (sem chuvas e baixas temperaturas); b) o desenvolvimento vegetativo da pinheira ocorre com maior intensidade na época de primavera/verão, comparativamente ao outono/inverno, independente das aplicações de N e K.

**PALAVRAS-CHAVE:** Annonaceae. *Annona squamosa* L. Nutrição.

**ABSTRACT:** Tropical plant custard apple (*Annona squamosa* L.), is a tropical fruit, specie

belonging to the *Annona* genus, presents great economic importance in Brazil. It is cultivated mainly due to the fresh fruit market, that occurs specially in the larger cities of Brazil. This study aimed to determine the effects of nitrogen and potassium fertilization on custard apple concerning to vegetative growth and fruiting. The experiment was conducted at Rancho Alegre Farm, in the municipality of Anagé, Bahia State, Brazil. The region is dominated by the semiarid climate. There were evaluated sixteen treatments in a randomized block design with three replications and three plants per experimental plot, and they were arranged in a factorial 4 x 4, obtained by the combination of the following levels of N (0, 16.875, 33.750 and 67.500 g plant<sup>-1</sup>) in the form of urea, and K<sub>2</sub>O (0, 22.5, 45.0 and 90.0 g plant<sup>-1</sup>) in the form of potassium chloride applied through soil every fifteen days. During the experiment the following characteristics were evaluated: height and diameter of pruned plants; plant vegetative growth after pruning; fruit growth: length and diameter; average fruit weight; number of fruits per plot. After the data analysis it can be concluded that: a) the development of custard apple fruit increased with the increment of N dosis during the period of fall/winter; b) the vegetative growth of custard apple tree is much higher during spring/summer period comparing to fall/winter.

**KEYWORDS:** Annonaceae. *Annona squamosa* L. Nutrition.

## 1 | INTRODUÇÃO

A pinha (*Annona squamosa* L.), também conhecida como fruta-do-conde ou ata, é um fruto pertencente à espécie do gênero *Annona*, família Annonaceae. Tem sua origem na América Tropical, precisamente nas terras baixas da América Central, sendo introduzida no México e posteriormente no Oriente e Filipinas (MANICA, 1997). Estudos feitos por Martius (1841) e Kavati (1997) indicam que a pinheira é originária das Antilhas, na América Tropical, provavelmente na Ilha de Trindade.

A exploração da pinha está relacionada, principalmente, ao comércio de fruta fresca nas centrais de abastecimento, feiras livres e supermercados de diversas cidades do país, sendo especialmente importante em vários estados das Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.

Na Bahia, essa cultura vem se destacando em várias regiões semiáridas, embora a maioria dos plantios seja formado por mudas obtidas de sementes, além de não serem empregadas tecnologias mais avançadas pela maioria dos produtores, destacando-se: uso de irrigação, poda, indução floral e polinização, nutrição mineral, dentre outras recomendações. Essas tecnologias, se bem utilizadas, certamente levariam ao aumento de produtividade e à melhor qualidade do fruto e, conseqüentemente, maior rentabilidade.

Segundo São José et al. (2014a), a importância socioeconômica da pinheira no Brasil tem aumentado nos últimos anos. Seu cultivo comercial tem sido efetuado com maior ênfase na região Nordeste. Nessa região, a Bahia, destaca-se, especialmente

a microrregião de Irecê, com cerca de 3.000 ha cultivados, sendo a produção oriunda de agricultores familiares. Nessa microrregião, o município de Presidente Dutra foi batizado como a “capital mundial” da pinha. Outros importantes estados produtores são Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais.

O valor de mercado da pinha pode variar de acordo com a qualidade e o tamanho dos frutos, sendo os frutos maiores mais valorizados. Segundo São José (1997), a oferta é grande nos meses de fevereiro e março, quando os preços são os mais baixos do ano, com tendência de elevação de abril a agosto. Os preços são mais compensadores no segundo semestre do ano, quando a oferta é menor (SÃO JOSÉ et al., 2014a).

Os novos pomares comerciais de pinheira, exigem cada vez mais a utilização de práticas agrícolas eficientes, com o intuito de promover resultados satisfatórios quanto à produtividade e à qualidade de frutos. Dentre essas práticas, pode-se destacar a nutrição mineral, que afeta a qualidade e a produtividade dos frutos. A nutrição mineral das frutíferas é diretamente responsável pela qualidade dos frutos, uma vez que esse grupo de plantas responde satisfatoriamente à aplicação de nutrientes. O conhecimento da fisiologia da nutrição de árvores frutíferas contribui para a elevação da produtividade e da qualidade dos frutos, visto que o aspecto nutricional pode afetar características importantes do fruto como cor, sabor, tamanho, dentre outras (MALAVOLTA, 1994; SÃO JOSÉ et al., 2014b).

Apesar do reduzido volume de pesquisas científicas relacionadas à nutrição e adubação para a cultura da pinheira, um pequeno número de produtores, em algumas regiões produtoras do Brasil, vêm adotando algumas adubações, sem base científica, visando produzir satisfatoriamente nas épocas de verão e inverno.

É sabido que a pinheira apresenta ritmo diferente de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo no verão (produção natural, na presença de altas temperaturas e com chuvas), em comparação com o que ocorre no inverno (produção forçada, na presença de baixas temperaturas e sem chuvas). Portanto, as exigências de nitrogênio e potássio, certamente, deverão ser também distintas.

O presente estudo teve como objetivo determinar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica na pinheira, no que concerne ao crescimento vegetativo e à qualidade dos frutos nas épocas de primavera/verão e outono/inverno.

## **2 | REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Características gerais da pinheira**

A pinheira (*Annona squamosa* L.), pertencente à família Annonaceae, é originária da América Tropical e foi introduzida no Brasil em 1626 por Diogo Luiz de Oliveira (Conde de Miranda), sendo sua fruta conhecida por diversos nomes, como: pinha, ata,

anona, fruta-do-conde. É uma espécie que tem preferência por clima quente e seco, não tolerando frio rigoroso. Pode ocorrer desde o nível do mar até 900 m de altitude (KAVATI, 1997; MELETTI, 2000).

A pinheira é uma planta de pequeno porte, com raízes do tipo pivotante e folhas decíduas, lanceoladas, pecioladas, alternas e oblongo-lanceoladas, com muitas ramificações e altura variando entre 3 e 6 metros. Suas flores (hermafroditas) são pequenas, isoladas ou em cachos de duas a quatro unidades. Seu fruto é achatado, ovoide ou cordiforme, com protuberâncias; apresenta aroma suave, sabor bastante doce, polpa branca que envolve numerosas sementes escuras resistente, quase impermeáveis, o que dificulta a germinação (CAVALCANTI, 1993; MANICA, 1997; DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; ARAÚJO FILHO et al., 1998).

Ribeiro et al. (2007), estudando os aspectos da biologia floral relacionados à produção de frutos de pinheira, observaram que a antese ocorre às 5 horas da manhã, justificando a polinização no horário realizado pelos produtores da região.

A propagação da pinheira é realizada usualmente por meio de sementes; com isso, os pomares existentes apresentam grande variação nas características de suas plantas. A pinheira pode, também, ser propagada vegetativamente por garfagem em fenda cheia e à inglesa simples, utilizando-se como porta-enxerto plantas da própria espécie (CAVALCANTI, 1993).

A pinheira é uma planta considerada bastante rústica, cresce e produz em solos argilosos e secos que possuam boa profundidade, média fertilidade, bem drenados e apresente pH (em água) na faixa de 5,5 a 7,5. É pouco tolerante aos solos com muita água parada (RÖDEL, 1996; KAVATI; PIZA JR., 1997; ARAÚJO FILHO et al., 1998).

Araújo Filho et al. (1998) relatam que a poda de produção da pinheira consiste em podar os ramos do ano, que apresentem o diâmetro de um lápis (0,8 cm a 1,0 cm), os quais devem ser encurtados entre 20 cm e 40 cm de comprimento. Os mesmos autores relatam que as folhas desses ramos são retiradas manualmente, visando liberar as gemas que brotarão (geralmente três ou quatro) e emitirão os botões florais.

Cavalcanti (1987) relata que a pinheira inicia sua produção comercial a partir do terceiro ano, entretanto, em condições especiais de tratamento, constata-se plantas produzindo seus primeiros frutos com pouco mais de um ano de plantada. Para Kavati e Piza Jr. (1997), a maturação fisiológica da pinha caracteriza-se pelo início do afastamento dos carpelos, devendo ser colhida.

## 2.2 Nutrição mineral em anonáceas

Vários fatores estão relacionados à alta produtividade e qualidade de frutos, com destaque para o fator genético. Além de outros aspectos limitantes à cultura, como: adubação, irrigação, tratos culturais entre outros.

Para Rozane e Natale (2014), diversos fatores são apontados como responsáveis pelas variações no conteúdo de nutrientes em anonáceas, com destaque para as

condições edafoclimáticas e para os aspectos ligados à cultura, como a idade. Os mesmos autores recomendam que a aplicação de nitrogênio e potássio na fase de plena produção do pomar de anonáceas deve ser dividida em três ou quatro parcelas, sendo aplicadas no início do período chuvoso e distribuídas equidistantes, em toda a volta das plantas, até que os frutos estejam com diâmetro de 3 a 4 cm.

As anonáceas extraem do solo grande quantidade de elementos minerais que pode variar, dependendo da intensidade e do material retirado (frutos principalmente), podendo haver déficit nutricional aos ciclos posteriores, caso não haja complementação por meio de práticas de adubação (SILVA; SILVA, 1997).

Os nutrientes mais exportados pela pinheira, superando muitas outras frutíferas, são o nitrogênio e o potássio, com valores médios de 7,17 e 5,19 kg t<sup>-1</sup> de frutos frescos. Também extraem quantidades expressivas de fósforo, cálcio e magnésio (Tabela 1).

Nutriente	Frutífera					
	Abacate <sup>1</sup>	Abacaxi <sup>1</sup>	Laranja <sup>1</sup>	Banana <sup>1</sup>	Pinha <sup>2</sup>	Graviola <sup>2</sup>
N	2,80	0,90	1,20	1,70	7,17	2,70
P	0,35	0,12	0,27	0,22	0,58	0,34
K	4,53	2,00	2,60	5,50	5,19	3,60
Ca	0,13	0,10	1,05	0,21	0,45	0,26
Mg	0,20	0,16	0,20	0,27	0,46	0,24

**Tabela 1** - Exportação de nutrientes de alguns frutos tropicais e subtropicais (em kg t<sup>-1</sup> de frutos frescos)

Fonte: Marchal e Bertin (1980)<sup>1</sup>; Silva et al. (1984)<sup>2</sup>

São José et al. (2014b), em estudo sobre a marcha de absorção de nutrientes em anonáceas, relatam que a cultura da graviola e da pinha são frutíferas muito exigentes em nutrientes, sendo que os teores foliares de N e K adequados para essas culturas são: graviola 16,5 g kg<sup>-1</sup> para N e 18,0 g kg<sup>-1</sup> para K; já para a cultura da pinha, os teores adequados são 30 a 40 g kg<sup>-1</sup> de N e 11,7 g kg<sup>-1</sup> de K.

Em relação à exigência por nutrientes, Cavalcante et al. (2012) também relatam em seu trabalho sobre o estado nutricional de pinheira, sob adubação orgânica do solo, que a cultura da pinha exige, principalmente, muito nitrogênio e potássio, quando comparada a outras culturas, como abacaxi, abacate e graviola, dentre outras. Em sua avaliação, os autores obtiveram os valores máximos de 30 g kg<sup>-1</sup> de N e 18,06 g kg<sup>-1</sup> de K na matéria seca foliar, em folhas coletadas na parte mediana da copa.

O nitrogênio é um elemento essencial às anonáceas, afetando o desenvolvimento vegetativo das plantas, assim como seu florescimento e produção. A qualidade dos frutos (tamanho, teor de ácidos e açúcares, teor de suco ou massa comestível, antioxidantes etc.), também, pode ser afetada pela presença, ausência, ou mesmo deficiência ou desequilíbrio nutricional provocado pelo N (SÃO JOSÉ et al., 2014b).

Costa et al. (2002) estudaram a influência da adubação nitrogenada (0; 100; 200 e 400g planta<sup>-1</sup>) e formas de aplicação de boro (via foliar, via solo e sem B) na



produtividade da cultura da pinha e verificaram que as adubações com boro e nitrogênio aumentaram a produtividade e o número de frutos. A adubação nitrogenada também aumentou o número de flores e o vingamento de frutos. Na avaliação do N, esses autores obtiveram efeito quadrático do incremento de N sobre o número de frutos e a produtividade da cultura, sendo que o maior número de frutos obtidos foi de 22.365 frutos ha<sup>-1</sup> e a maior produtividade 6.059 kg ha<sup>-1</sup>, que foram obtidos com as doses de 234,7 e 240,1 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

Por ser o potássio ativador de numerosas enzimas, sua deficiência acarreta distúrbios em reações metabólicas de acumulação de compostos livres ou solúveis (EPSTEIN, 1975). Em folhas novas de gravioleira, nota-se um esverdeamento intenso da folhagem e nas folhas mais velhas, a partir do ápice, observa-se clorose marginal, avançando em direção à parte central por entre as nervuras, inicialmente de coloração verde-amarela, para posteriormente marrom, consequência da necrose, com a severidade da deficiência, ocorre queda das folhas basais e estabilidade no crescimento (BATISTA et al., 2003).

### 2.3 Aspectos fitotécnicos da planta e dos frutos da pinheira

Silva (2004), em estudo sobre o monitoramento de variáveis ambientais do solo com diferentes tipos de cobertura morta, na produção da pinha, no período de junho a outubro de 2003, observou crescimento das plantas em média de 42,62 cm e variação da testemunha para o tratamento de maior altura de 25,40 cm a 51,20 cm, sendo que só ocorreu diferença significativa entre o tratamento com casca de café e a testemunha. O mesmo autor observou, também, crescimento em diâmetro da copa variando de 25,25 cm a 31,95 cm, com média de 28,26 cm.

Para Dias (2003), a altura das plantas exibiu efeito significativo, quando seus ramos foram podados em diferentes comprimentos, atingindo a variação de 1,8 a 2,05 m; quanto ao diâmetro de copa dessas plantas, a mesma autora relata que ocorreu variação de 1,94 a 2,18 m.

A pinheira, durante o seu crescimento, apresenta variação em sua altura, diâmetro da copa e do tronco, fato esse que podemos verificar em alguns trabalhos já publicados; Souza (2006), avaliando o crescimento das plantas em relação ao número de frutos por planta, observou variação de 124,25 a 140,25 cm para a altura das plantas, com média de 132,67 cm. O mesmo autor verificou variação de 103,08 a 127,25 cm para o diâmetro da copa, com média de 114,61 cm; em relação ao diâmetro do tronco, o autor obteve a seguinte variação 4,75 a 5,45 cm, com média de 5,05.

Seguindo o mesmo raciocínio, Souza et al. (2012), avaliando o efeito do desbaste de frutos na produção e comercialização da pinha, no período de fevereiro a julho de 2004, utilizaram plantas que apresentavam em média 4,1 cm de diâmetro de tronco.

Gaspar et al. (2000), em seu estudo, obtiveram média de 8,34 cm para o comprimento e 8,38 cm para o diâmetro dos frutos. Costa et al. (2002) obtiveram, em

média, diâmetro de 81,5 mm e comprimento de 73,3 mm para os frutos da pinheira, com variação de 80,0 a 82,8 mm para o diâmetro e de 72,3 a 74,4 mm para o comprimento dos frutos. Silva, Silva e Silva (2002) obtiveram os seguintes resultados médios: altura (comprimento) de frutos variando de 6,6 cm a 8,7 cm; diâmetro máximo variou de 7,8 cm a 10,1 cm. Pereira et al. (2003), estudando o efeito de horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.), obtiveram comprimento dos frutos variando de 7,77-8,93 cm e variação no diâmetro de 8,47-9,22. Dias (2003), avaliando a frutificação da pinheira, obteve comprimento dos frutos (cm) de 8,18 a 8,60 e diâmetro dos frutos (cm) de 8,09 a 8,52. Já Dias et al. (2003) obtiveram os seguintes valores: diâmetro 7,88 cm a 8,26 cm e comprimento 7,70 cm a 8,02 cm. Pereira et al. (2009), estudando a qualidade de frutos ensacados da pinheira, obtiveram comprimento (em cm) de 8,7 a 9,1 e diâmetro (em cm) de 8,3 a 8,4.

Considerando os trabalhos apresentados, verifica-se que os frutos da pinheira apresentam variação de 4,27 a 9,1 cm em seu comprimento e de 5,31 a 10,10 cm em seu diâmetro, variação essa decorrente do período, região e tratos aplicados à cultura.

A massa dos frutos pode variar devido a muitos fatores, desde climáticos até os tratos culturais, como nutrição, irrigação, desbastes etc. Observou-se diferentes massas nos trabalhos pesquisados, que variaram de 137,6 a 418,0 g. Dantas et al. (1991), estudando as características físico-químicas de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) oriundos de Pernambuco e Alagoas, concluíram que a maioria das seleções estudadas apresentaram peso médio entre 200 – 400 g. Araújo Filho et al. (1998) relatam peso médio entre 200 g e 400 g para os frutos da pinheira. Carvalho et al. (2000), estudando genótipos de pinheira no Vale do Rio Moxotó III, avaliando características de crescimento e produção, observaram variação no peso dos frutos de 202 g para 235 g, com média de 220 g. Já Gaspar et al. (2000) obtiveram 315 g de peso. Silva, Silva e Silva (2002), em seus estudos, verificaram variação para o peso médio de 226 a 418 g. Dias (2003) obteve média para o peso dos frutos (g) de 245,36 a 289,73; já Dias et al. (2003) observaram a média de peso dos frutos variando entre 230,55 e 258,69 g. Pereira et al. (2003), estudando o efeito de horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.), observaram uma variação no peso dos frutos de 280,15 a 364,55 g. Marcellini et al. (2003), realizando comparação físico-química e sensorial da atemoia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no estado de Sergipe, observaram frutos da pinha que apresentavam em média 201,42 g. Avaliando a influência da cobertura morta sobre características físicas e químicas de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.), Silva et al. (2007) obtiveram, em média, os seguintes resultados: média da massa dos frutos, entre os tratamentos, de 350,34 g. Pereira et al. (2009), estudando o efeito do ensacamento na qualidade dos frutos e na incidência da broca-dos-frutos da atemoieira e da pinheira, observaram que os tratamentos avaliados não apresentaram diferença significativa para a massa dos frutos e a mesma variou de 305,3 a 324,2 g.

Cunha et al. (2015), avaliando o impacto de substâncias húmicas e adubação

nitrogenada na qualidade de frutos e produtividade da ateira, observaram que os níveis de nitrogênio utilizados não influenciaram a produção, ocorrendo interação entre a adubação nitrogenada e o uso de substâncias húmicas para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da massa do fruto.

### 3 | METODOLOGIA

#### 3.1 Local e período do trabalho

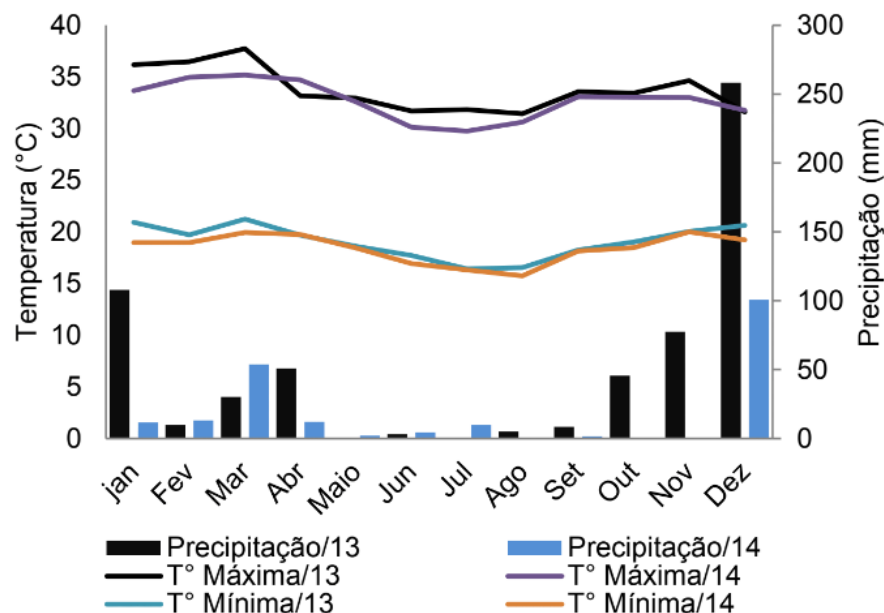
O experimento foi conduzido de fevereiro de 2013 a fevereiro de 2015, em pomar comercial de pinheiras, na Fazenda Rancho Alegre, localizada no município de Anagé, região Sudoeste do estado da Bahia, na qual predomina o clima semiárido, segundo a classificação de Koppen (Bsw), com temperatura média anual de 22,3 °C, sendo a média das máximas de 29,0 °C e a média das mínimas de 19,0 °C, com precipitação pluviométrica média de 656 mm ano<sup>-1</sup>, concentrada no verão, e vegetação típica de caatinga.

Os dados de temperatura e pluviosidade no período do experimento foram obtidos por meio da Plataforma de Coleta de Dados (PCD), localizada no município de Anagé-BA, sob a denominação de “PCD 32494 – Estação: Anagé/BA (INPE/CRN/SINDA. Informações enviadas por email em: 04/03/2015 por: Decio <decio.reis@crn.inpe.br>.”, e encontram-se na Figura 1. (Não foram informados os dados de precipitação do período de 26/10/2014 até 10/12/2014.)

O solo do local caracteriza-se como Cambissolo Háplico Tb, Eutrófico (DIAS, 2003), possuindo boa condição de drenagem. A referida fazenda está localizada nas seguintes coordenadas geográficas aproximadas: 14°26' de latitude Sul e 41°04' de longitude Oeste de *Greenwich*, com 335 m de altitude, dados obtidos por meio do *Global Positioning System* (GPS).

Foram avaliados quatro ciclos produtivos da cultura, iniciados na poda e concluídos na colheita.

As plantas utilizadas no experimento foram medidas preliminarmente, antes da aplicação dos tratamentos e apresentaram em 9 de março de 2013 as seguintes dimensões médias: 2,25 m de altura; 1,99 m de diâmetro de copa, antes da poda; após a poda, realizada em 1 de abril de 2013, as plantas apresentaram as seguintes dimensões: 1,28 m de altura; 1,27 m de diâmetro da copa, e 0,061 m de diâmetro de tronco a 0,10 m acima do solo.



**Figura 1** - Precipitação mensal e temperatura média das máximas e mínimas nos anos de 2013 e 2014, Anagé-BA.

### 3.2 Determinação dos tratamentos

No experimento foram utilizadas 144 plantas úteis, com 4 anos de idade, originadas de mudas de pé franco, plantadas em espaçamento de 5,0 x 2,5 m, perfazendo o total de 800 plantas por hectare, irrigadas diariamente por micro aspersão. No início e final da linha de plantio, bem como entre as parcelas experimentais existia uma planta de bordadura.

Foram avaliados os efeitos da aplicação quinzenal de N nas doses de 0; 16,875; 33,750 e 67,500 g planta<sup>-1</sup> que equivalem a 0; 37,5; 75,0 e 150,0 gramas de ureia por planta, e de K<sub>2</sub>O nas doses de 0; 22,5; 45,0 e 90,0 g planta<sup>-1</sup> que equivalem a 0; 37,5; 75,0 e 150,0 gramas de cloreto de potássio por planta, utilizando-se de um arranjo fatorial 4 x 4, obtendo-se, assim, 16 tratamentos, distribuídos em blocos casualizados, com 3 repetições e 3 plantas úteis por parcela experimental.

A aplicação dos adubos, realizada na projeção da copa, foi iniciada após a poda das plantas, com intervalos de 15 dias cada, sempre obedecendo às doses dos respectivos tratamentos. Essa adubação foi interrompida próxima à colheita de cada ciclo, com variação de 14 a 21 dias antes da mesma, conforme pode-se observar na Figura 2.

Além dos tratamentos, após as podas, todas as plantas foram adubadas com 100 g de superfosfato simples e 30 g de FTE BR12.

ATIVIDADE	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
Poda	01/04/2013	07/10/2013	07/04/2014	08/09/2014
Início da colheita	20/08/2013	18/02/2014	30/08/2014	20/12/2014
Término das adubações	02/08/2013	01/02/2014	09/08/2014	06/12/2014

Dias após o final das adubações e início da colheita	18	17	21	14
Tempo da poda à colheita (dias)	141	134	145	103

**Figura 2** - Datas da realização das podas, início das colheitas e término das adubações em cada ciclo produtivo da pinheira, Anagé, 2013-2014

### 3.3 Poda, polinização, tratos culturais e colheita

Durante o período experimental, foram considerados quatro ciclos produtivos da cultura, da poda até a colheita, sendo dois ciclos no período de outono/inverno e dois no período de primavera/verão, como pode-se verificar nas Figuras 2 e 3.

verão	20	21	outono	20	21	inverno	20	21	primavera	20	21				
JAN	FEV	MA	R	ABR	MAIO	JU	N	JUL	AGO	SE	T	OUT	NOV	DE	Z

**Figura 3** - Esquema das estações do ano.

A poda foi realizada com a utilização de uma tesoura de poda manual, de maneira uniforme em todas as plantas. Esta operação foi seguida de desfolha manual dos ramos podados, iniciando-se da extremidade para a base. A desfolha é a prática adotada rotineiramente entre os produtores tecnificados e que visa forçar e uniformizar a brotação de novos ramos e emissão de flores. Todos os ramos das plantas foram podados e desfolhados, ficando com aproximadamente 0,20 m de comprimento e diâmetro mínimo de 0,010 m, eliminando-se os demais.

A polinização foi realizada no intervalo das 06:00 às 09:00 h da manhã, com o pólen obtido diretamente de flores em estágio masculino, ainda retidas na planta; com o auxílio de um pincel número 10, com pelos de seda, executam-se leves movimentos circulares de seus pelos sobre as anteras dessas flores e, logo em seguida, faz-se o mesmo movimento sobre o estigma das flores em estágio feminino.

Durante o experimento, foram realizadas capinas manuais na projeção da copa, até a faixa de 0,5m de largura, nas entrelinhas o manejo era realizado com roçadeira tratorizada. Os demais tratos culturais (controle fitossanitário, raleio de frutos etc.) foram os usualmente empregados pelo agricultor.

O experimento foi conduzido sob microaspersão, com um microaspersor por planta, cuja quantidade de água utilizada era de 30 L por planta h<sup>-1</sup>, com tempo de irrigação de três horas diárias.

Os frutos foram colhidos ao atingirem a maturação fisiológica, quando se observava o afastamento dos carpelos, apresentando coloração creme (verde-amarelada) entre os mesmos, denominado popularmente de estado “de vez”, ficando aptos para o consumo de 4 a 6 dias após a colheita. Após a colheita, os frutos foram pesados e medidos individualmente no local do experimento, sendo que seis frutos por parcela experimental foram previamente etiquetados e encaminhados para as demais avaliações em laboratório.



### 3.4 Características avaliadas

A determinação do crescimento das plantas foi realizada no início e final de cada ciclo, sendo iniciada quando da demarcação das parcelas experimentais, março de 2013 e concluída após a colheita para cada ciclo da cultura, sendo que a colheita durava em média 15 dias.

As medidas foram realizadas com o auxílio de trena graduada para a altura e o diâmetro médio da copa, e de paquímetro para o diâmetro do tronco a 0,10 m do solo. O diâmetro médio da copa foi obtido com a leitura nos dois sentidos da planta, linha e rua, na sua porção de maior diâmetro, ao final de cada colheita, obtendo-se a média das duas leituras para efeito de análise.

O crescimento dos frutos foi determinado quinzenalmente, sendo iniciado quando os mesmos apresentaram em torno de 2 cm de comprimento, até a colheita dos mesmos, utilizando-se paquímetro (precisão 1,0 mm). As medidas do diâmetro foram tomadas tendo como base a parte mediana (sentido transversal) do fruto, no seu ponto de maior diâmetro. O comprimento foi medido da base (junto ao pedúnculo) até a parte apical do fruto (sentido longitudinal). Essa avaliação foi realizada com a marcação de quatro frutos por planta, obtendo-se, assim, 12 frutos por parcela.

A massa dos frutos foi obtida com a pesagem dos mesmos no dia da colheita, utilizando-se de uma balança de precisão (0,1 g). Essa pesagem foi realizada ainda na propriedade onde o pomar encontra-se estabelecido, visando evitar perdas de peso da massa durante o transporte dos frutos até o laboratório. O número dos frutos foi obtido pela contagem dos mesmos no momento das colheitas que eram realizadas duas vezes por semana.

### 3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância e regressão, com a utilização do Programa SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010). Para a comparação entre os ciclos da cultura, utilizou-se o teste de médias de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, através da análise conjunta dos ciclos.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Crescimento das plantas: altura, diâmetro da copa e diâmetro do tronco

Avaliando as plantas podadas antes do início de cada etapa (ciclo produtivo), observou-se que os tratamentos utilizados (combinações de NK) não interferiram no crescimento das plantas, já que no momento da poda todos os ramos são reduzidos a um mesmo tamanho, aproximadamente 20 cm, homogeneizando o porte da pinheira.

Todavia, no decorrer dos ciclos, observa-se que houve incremento na altura e no diâmetro das plantas, podendo ser observado estatisticamente na linha da média geral

de cada característica, Tabela 2, em que fica demonstrado que ocorreu significância entre os ciclos, isso devido ao maior aporte da planta com acúmulo de reservas e crescimento ao longo do tempo.

Doses de N (g planta <sup>-1</sup> )	Poda inicial 04/2013	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
		abr./ago. 2013	out./fev. 2013/2014	abr./ago. 2014	set./dez. 2014
<b>Altura de planta podada (cm)</b>					
0	130,31	135,78	147,22	151,84	160,83
16,875	125,86	131,60	144,36	149,08	159,28
33,750	128,95	135,39	148,03	152,52	161,75
67,500	126,97	133,32	147,61	152,17	161,39
Doses de K <sub>2</sub> O					
(g planta <sup>-1</sup> )					
0	128,19	134,33	148,64	153,09	163,06
22,5	125,53	131,19	143,58	147,97	156,83
45,0	127,56	133,65	146,53	151,46	162,11
90,0	130,81	136,93	148,47	153,09	161,25
<b>Média Geral</b>	<b>128,02</b>	<b>134,02d</b>	<b>146,81c</b>	<b>151,40b</b>	<b>160,81a</b>
Doses de N					
(g planta <sup>-1</sup> )					
<b>Diâmetro de planta podada (cm)</b>					
0	126,13	135,42	153,31	163,10	179,68
16,875	126,10	136,87	159,17	167,62	178,96
33,750	130,68	142,73	161,13	170,28	182,77
67,500	125,11	137,36	158,53	168,77	184,21
Doses de K <sub>2</sub> O					
(g planta <sup>-1</sup> )					
0	122,40	133,90	157,63	170,04	185,44
22,5	127,21	137,11	155,78	163,85	178,49
45,0	129,71	140,71	158,20	166,91	180,28
90,0	128,69	140,65	160,53	168,97	181,40
<b>Média Geral</b>	<b>127,00</b>	<b>138,09d</b>	<b>158,03c</b>	<b>167,44b</b>	<b>181,40a</b>

**Tabela 2** - Altura e diâmetro de plantas podadas, em quatro ciclos produtivos da pinheira, em função das diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A altura das plantas, seu diâmetro de copa e de tronco, avaliados em relação à adubação NK, só apresentou significância no quarto ciclo para a aplicação do nitrogênio, indicando que, de forma geral, a adubação NK não influenciou significativamente nesses fatores.

Apesar dessas características apresentarem tendência de maior crescimento nas épocas de primavera/verão, segundo e quarto ciclos, quando comparadas àquelas de outono/inverno, primeiro e terceiro ciclos; apresentaram altura semelhantes nos ciclos do período de primavera/verão e os maiores valores para o diâmetro de copa; já na

avaliação do diâmetro de tronco, o quarto ciclo apresentou o maior valor, sendo o menor para o primeiro ciclo, os dois ciclos intermediários não apresentaram diferença significativa entre si, já que o desenvolvimento do tronco no terceiro ciclo foi bastante reduzido (Tabela 3).

O presente estudo obteve uma variação de 145,30 a 226,00 cm para a altura das plantas; 136,99 a 255,22 cm para o diâmetro da copa e de 62,35 a 80,60 mm para o diâmetro de tronco, quando as pinheiras foram adubadas com diferentes doses de NK (Tabela 3). Avaliando a altura das plantas, Dias (2003) e Souza (2006) obtiveram variação de 1,8 a 2,05 m e 124,25 a 140,25 cm, respectivamente, sendo que os valores obtidos no presente estudo estão no intervalo dos autores citados.

Doses de N (g planta <sup>-1</sup> )	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
	abr./ago.	out./fev.	abr./ago.	set./dez.
	2013	2013/2014	2014	2014
<b>Altura de plantas (cm)</b>				
0	145,47	219,56	157,17	204,92
16,875	145,30	221,89	156,97	217,14
33,750	152,28	221,67	162,44	223,22
67,500	148,72	220,03	158,53	225,51
Doses de K <sub>2</sub> O				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	145,97	222,08	157,44	216,08
22,5	146,50	215,92	157,25	209,15
45,0	148,36	218,42	159,83	219,56
90,0	150,94	226,72	160,58	226,00
<b>Média Geral</b>	<b>147,94c</b>	<b>220,78a</b>	<b>158,78b</b>	<b>217,70a</b>
Doses de N				
(g planta <sup>-1</sup> )				
<b>Diâmetro da copa (cm)</b>				
0	137,93	212,35	165,49	231,00
16,875	140,40	216,99	171,79	250,09
33,750	144,56	223,51	176,17	250,97
67,500	140,92	222,63	172,64	255,22
Doses de K <sub>2</sub> O				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	136,99	220,22	170,65	240,95
22,5	139,47	217,69	171,81	247,71
45,0	144,75	216,73	171,15	245,27
90,0	142,60	220,82	172,47	253,35
<b>Média Geral</b>	<b>140,95d</b>	<b>218,87b</b>	<b>171,52c</b>	<b>246,82a</b>
Doses de N				
(g planta <sup>-1</sup> )				
<b>Diâmetro do tronco (mm)</b>				
0	64,16	68,21	68,86	74,33
16,875	64,47	71,46	72,12	78,13
33,750	66,52	73,17	73,90	80,60
67,500	62,35	69,56	70,25	76,71

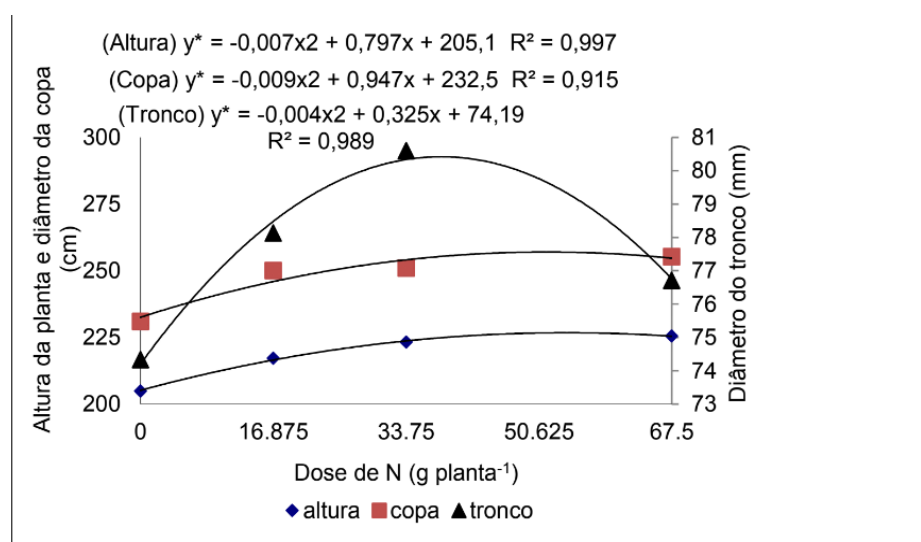
Doses de K <sub>2</sub> O				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	63,34	70,62	71,30	76,99
22,5	63,29	69,47	70,11	75,86
45,0	64,02	69,96	70,66	77,89
90,0	66,85	72,34	73,06	79,02
<b>Média Geral</b>	<b>64,37c</b>	<b>70,60b</b>	<b>71,28b</b>	<b>77,44a</b>

**Tabela 3** - Altura da planta, diâmetro da copa e do tronco de pinheiras, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para o diâmetro de tronco (Tabela 3), os valores estão próximos aos citados por Dias et al. (2003, 2004), que trabalharam com pinheiras que apresentavam 5,6 e 8,0 cm de diâmetro de tronco, respectivamente, e superiores aos relatados por Souza (2006) e Souza et al. (2012), que trabalharam com plantas que apresentavam, em média, 4,75 a 5,45 cm e 4,1 cm de diâmetro de tronco, respectivamente.

No quarto ciclo, a aplicação do nitrogênio apresentou tendência de crescimento quadrático para a altura e o diâmetro de copa e do tronco das plantas de pinheira, sendo que a dose máxima para as respectivas avaliações foram de 56,93, 52,61 e 40,63 g planta<sup>-1</sup> de N. Os coeficientes de determinação para todos os casos estão acima de 90 % (Figura 4).



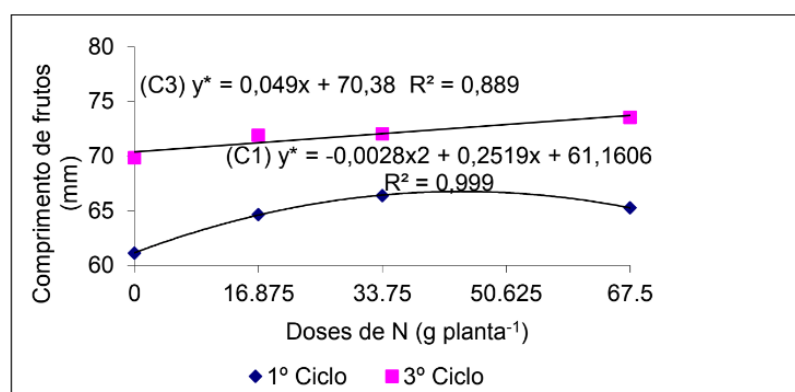
**Figura 4** - Altura da planta, diâmetro da copa (cm) e do tronco (mm) de pinheiras, em função das doses de N no quarto ciclo da cultura, Anagé-BA, 2014

#### 4.2 Crescimento dos frutos: diâmetro e comprimento

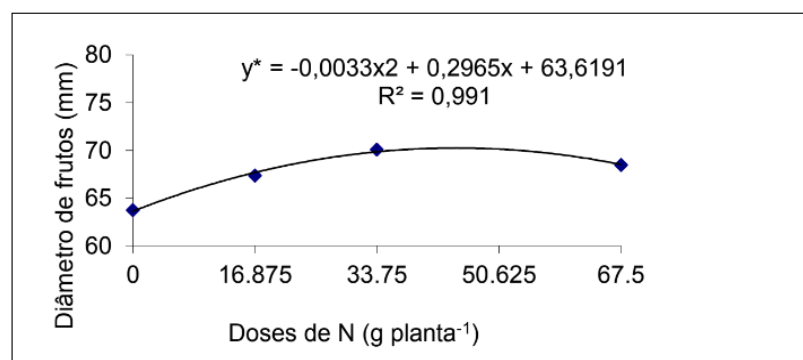
O crescimento dos frutos na planta é influenciado por diversos fatores, tais como nutrição, disponibilidade de água, genética etc.. No presente estudo, observou-se que o N apresentou efeito significativo para o comprimento dos frutos (primeiro e terceiro ciclos) e diâmetro (primeiro ciclo), sendo que os referidos ciclos tiveram

os frutos desenvolvidos na época de outono/inverno, período que coincide com baixas temperaturas e baixos índices pluviométricos, que certamente afetaram o desenvolvimento dos mesmos.

Tanto o comprimento, quanto o diâmetro dos frutos obtidos no primeiro ciclo produtivo da cultura, apresentaram maior desenvolvimento com o incremento de N no solo, até as doses de 44,98 e 44,92 g planta<sup>-1</sup> de N, respectivamente, para depois apresentarem diminuição no seu tamanho (Figuras 5 e 6), indicando que a adição de N ao solo, acima das mencionadas, nas condições em que foi desenvolvido o experimento, não irão favorecer seu desenvolvimento. Já o comprimento dos frutos no terceiro ciclo apresentou crescimento linear em relação ao aumento das doses de N no solo.



**Figura 5** - Comprimento (mm) de frutos da pinheira no primeiro (C1) e terceiro (C3) ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014



**Figura 6** - Diâmetro (mm) de frutos da pinheira no primeiro ciclo produtivo, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013

Observou-se, no presente estudo, variação para o comprimento e diâmetro dos frutos da pinheira de 61,14 a 75,30 mm e 63,74 a 72,99 mm, respectivamente (Tabela 4). Esses valores estão na faixa de 4,27 a 8,93 cm para o comprimento e de 5,31 a 10,10 cm de diâmetro citados por Gaspar et al. (2000), Costa et al. (2002), Silva, Silva e Silva (2002), Pereira et al. (2003), Dias (2003), Dias et al. (2003) e Pereira et al. (2009).



	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
Doses de N	abr./ago.	out./fev.	abr./ago.	set./dez.
(g planta <sup>-1</sup> )	2013	2013/2014	2014	2014
<b>Comprimento de frutos (mm)</b>				
0	61,14	73,07	69,87	64,45
16,875	64,66	75,30	71,90	66,05
33,750	66,40	73,90	72,05	67,19
67,500	65,27	73,23	73,55	67,35
Doses de K <sub>2</sub> O				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	64,22	74,92	72,52	65,95
22,5	64,68	73,45	71,95	66,74
45,0	64,32	73,94	71,65	66,71
90,0	64,26	73,18	71,26	65,65
<b>Média Geral</b>	<b>64,37d</b>	<b>73,88a</b>	<b>71,84b</b>	<b>66,26c</b>
Doses de N				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	63,74	71,78	71,57	66,82
16,875	67,36	71,79	71,46	68,34
33,750	70,09	71,25	72,03	67,85
67,500	68,48	70,06	72,69	68,80
Doses de K <sub>2</sub> O				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	67,83	72,24	72,99	67,69
22,5	67,75	70,73	71,67	68,41
45,0	66,72	71,95	71,29	67,96
90,0	67,37	69,97	71,80	67,76
<b>Média Geral</b>	<b>67,42b</b>	<b>71,22a</b>	<b>71,94a</b>	<b>67,95b</b>

**Tabela 4** - Dados médios de comprimento e diâmetro de frutos da pinheira, em quatro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N e K<sub>2</sub>O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

#### 4.3 Massa e número dos frutos

Em relação à massa média dos frutos (g) e o número de frutos por parcela, apenas no primeiro e terceiro ciclos o nitrogênio apresentou diferença significativa para a massa média dos frutos, indicando que a aplicação do nitrogênio apresenta efeito mais vantajoso na época de outono/inverno, quando as temperaturas são menores e o índice de pluviosidade na região também é menor, favorecendo, assim, maior acúmulo da massa dos frutos.

Na observação entre os ciclos, verifica-se que a maior massa média dos frutos foi observada no segundo (345,74 g) (Tabela 5). Em relação ao número de frutos por parcela, observa-se igualdade entre os ciclos um e dois (plantas com quatro anos) e três e quatro (plantas com cinco anos) (Tabela 5). Nos ciclos três e quatro, plantas

com cinco anos, essa diferença em relação ao tempo de plantio da cultura deve-se à presença de mais ramos produtivos, aumentando a produtividade da mesma. Essa variação em relação ao número de frutos não pode ser atribuída aos efeitos dos nutrientes aplicados.

Doses de N (g planta <sup>-1</sup> )	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	4º ciclo
	abr./ago.	out./fev.	abr./ago.	set./dez.
	2013	2013/2014	2014	2014
<b>Massa média dos frutos (g)</b>				
0	246,10	329,44	285,40	287,36
16,875	269,48	340,41	288,85	310,98
33,750	290,67	354,52	283,78	293,32
67,500	291,33	358,61	316,99	293,45
Doses de K <sub>2</sub> O				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	272,21	342,27	282,00	318,13
22,5	272,54	343,57	310,45	262,86
45,0	275,63	349,12	284,52	297,45
90,0	277,20	348,03	298,06	306,67
<b>Média Geral</b>	<b>274,39b</b>	<b>345,74a</b>	<b>293,76b</b>	<b>296,28b</b>
Doses de N				
	<b>Número médio de frutos na parcela</b>			
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	25,92	26,67	45,67	43,17
16,875	30,75	28,67	54,17	52,50
33,750	33,83	31,33	56,42	58,00
67,500	33,25	31,92	46,25	51,50
Doses de K <sub>2</sub> O				
(g planta <sup>-1</sup> )				
0	29,75	29,25	44,75	55,67
22,5	27,67	27,33	56,83	46,58
45,0	32,25	35,67	48,42	48,17
90,0	34,08	26,33	52,50	54,75
<b>Média Geral</b>	<b>30,94b</b>	<b>29,65b</b>	<b>50,63a</b>	<b>51,29a</b>

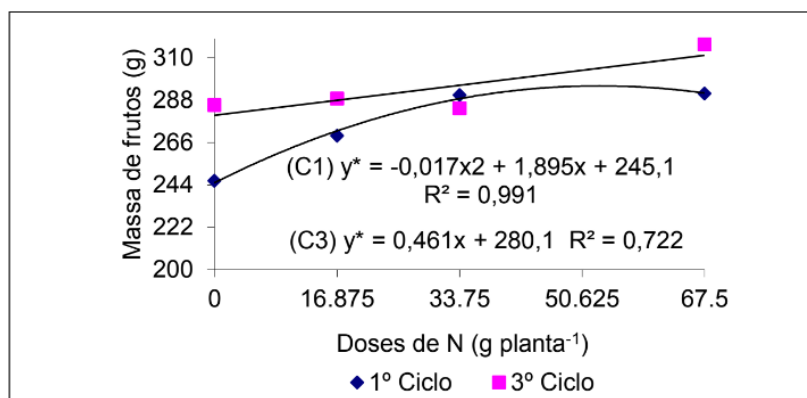
**Tabela 5** - Massa (g) e número médio de frutos da pinheira em quatro ciclos produtivos, em função das diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na Figura 7, verifica-se tendência linear crescente para a massa dos frutos no terceiro ciclo, com coeficiente de determinação acima de 70 %. Já no primeiro ciclo, a tendência foi quadrática, com a massa máxima dos frutos atingida na dose de 55,74 g planta<sup>-1</sup> de N.

Observou-se, de forma geral, que a massa média dos frutos variou de 246,10 a 358,61 g, enquanto o número médio de frutos por parcela variou de 25,92 a 35,67 nas pinheiras com quatro anos de plantadas e, quando a cultura estava com cinco

anos, sua variação foi de 43,17 a 58,00 frutos por parcela, com variação total na área experimental de 25,92 a 58,00 frutos por parcela. A quantidade de frutos obtida está próxima à relatada por Pinto e Ramos (1997), que indicaram que a pinheira, com polinização artificial, produz cerca de 150 a 200 frutos/planta/ano.



**Figura 7** - Massa de frutos da pinheira no primeiro e terceiro ciclos produtivos da cultura, em função das doses de N aplicadas ao solo, Anagé-BA, 2013-2014

Vários são os trabalhos que relatam que a massa de frutos da pinheira apresenta variação de 137,6 a 418,0 g (DANTAS et al., 1991; ARAÚJO FILHO et al., 1998; CARVALHO et al., 2000; GASPARG et al., 2000; SILVA; SILVA; SILVA, 2002; DIAS, 2003; DIAS et al., 2003; PEREIRA et al., 2003, 2009; MARCELLINI et al., 2003; SILVA et al., 2007); tais valores são comparáveis aos obtidos no presente estudo.

## 5 | CONCLUSÃO

Pela análise dos dados, considerando a aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio na cultura da pinheira em relação ao seu desenvolvimento e dos frutos, ocorridas em diferentes épocas, observando as condições edafoclimáticas da região, bem como os tratamentos culturais dispensados à lavoura, pode-se concluir que:

- o desenvolvimento dos frutos da pinheira tendem a aumentar com elevação das doses de nitrogênio em períodos de outono-inverno (sem chuvas e baixas temperaturas); já em períodos de primavera-verão (com chuvas e alta temperatura) ocorre redução do vigor dos botões florais sem, entretanto, afetar o desenvolvimento dos frutos à medida que aumentam as doses de N;
- o desenvolvimento vegetativo da pinheira ocorre com maior intensidade na época de primavera/verão, comparativamente ao outono/inverno, independente das aplicações de N e K.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa da Bahia (FAPESB), pelo apoio por meio da

concessão da bolsa de doutorado.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, G. C. de; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. de A.; SÁ, F. T. de. Instruções técnicas para o cultivo da ateira. **Instruções Técnicas**, Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, n. 01, p. 1-9, dez. 1998.
- BATISTA, M. M. F.; VIEGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, R. C. L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais na composição mineral em gravioleiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 315-318, 2003.
- CARVALHO, P. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. de. Avaliação de genótipos da pinheira (*Annona squamosa* L.) no Vale do Rio Moxotó III: características de crescimento e produção – 1992 a 1997. **Revista brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 22, n. 1, p. 27-30, abr. 2000.
- CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; CURVÊLO, C. R. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciências Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 579-588, jul./set. 2012.
- CAVALCANTI, R. L. R. R. A cultura da pinha (*Annona squamosa* L.). In: ENCONTRO ESTADUAL DE FRUTICULTURA, 1., 1993. **Anais...** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1993. 159p. (EMBRAPA/CNPMPF. Documento, 39).
- CAVALCANTI, R. L. R. R. Pinha: essa desconhecida. **Informativo SBF**. Sociedade Brasileira de Fruticultura, ano VI, n. 2, p. 9, jun. 1987.
- COSTA, S. L. da; CARVALHO, A. J. C. de; PESSANHA, P. G. de O.; MONNERAT, P. H.; MARINHO, C. S. Produtividade da cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) em função de níveis de adubação nitrogenada e formas de aplicação de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 543-546, ago. 2002.
- CUNHA, M. dos S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MANCIN, A. C.; ALBANO, F. G.; MARQUES, A. S. Impact of humic substances and nitrogen fertilising on the fruit quality and yield of custard apple. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 211-218, Apr./Jun. 2015.
- DANTAS, A. P. ; BEZERRA, J. E. F.; PEDROSA, A. C.; LEDERMAN, I. E. Características físico-químicas de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) oriundos de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 111-116, out. 1991.
- DIAS, N. O. **Crescimento vegetativo, florescimento e frutificação da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de comprimento de ramos podados**. 2003. 65f. Tese (Mestrado em Fruticultura) – Escola de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2003.
- DIAS, N. O. ; MATSUMOTO, S. N.; REBOUÇAS, T. N. H.; VIANA, A. E. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B. Influência da poda de produção em ramos de diferentes diâmetros no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 25, n. 1, p. 100-103, abr. 2003.
- DIAS, N. O.; SOUZA, I. V. B.; SILVA, J. C. G. da; SILVA, K. S.; BOMFIM, M. P.; ALVES, J. F. T.; REBOUÇAS, T. N. H.; VIANA, A. E. S.; SÃO JOSÉ, A. R. Desempenho vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de diferentes comprimentos de ramos podados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 26, n. 3, p. 389-391, dez. 2004.
- DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: Funep, 1998. p. 191-193.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 341p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância (Sisvar)**. Versão 5. 3. Build 77. Lavras, MG: UFLA, 2010.

GASPAR, J. W.; SACRAMENTO, C. K. do; COVA, A. K. N.; SANCHES, C. L. Mudanças físico-químicas durante o crescimento e desenvolvimento de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza, CE. **Resumos...** Fortaleza: EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL / SBF, 2000. 1 CD-ROM.

KAVATI, R. Melhoramento em fruta-do-conde. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 47-49.

KAVATI, R.; PIZA Jr., C. de T. Formação e manejo do pomar de fruta-do-conde, atemoia e cherimoia. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 75-83.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos/função dos nutrientes na planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1., 1989, Ilha Solteira, SP. **Anais . . .** São Paulo: IconE, 1994. p. 19-51.

MANICA, I. Taxonomia, morfologia e anatomia. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 20-35.

MARCELLINI, P. S.; CORDEIRO, C. E.; FARAONI, A. S.; BATISTA, R. A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, Á. S. Comparação físico-química e sensorial da atemoia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no Estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 187-189, 2003.

MARCHAL, J.; BERTIN, Y. Contenu en éléments minéraux des organes de lavocatier "hula" et relations avec la fumure. **Fruits**, Paris, v. 35, n. 3, p. 139-149, 1980.

MARTIUS, C. F. P. Annonaceae. In: MARTII, C. F. P. **Flora brasiliensis**, v. 12, Pt. 1, p. 1-63, 1841.

MELETTI, L. M. M. Anonáceas (*Annona* spp). In: \_\_\_\_\_. (Coord.). **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 85-103.

PEREIRA, M. C. T.; BANDEIRA, N.; ANTUNES JR, R. C.; NIETSCHKE, S.; OLIVEIRA JR, M. X. de; ALVARENGA, C. D.; SANTOS, T. M. dos; OLIVEIRA, J. R. Efeito do ensacamento na qualidade dos frutos e na incidência da broca-dos-frutos da atemoieira e da pinheira. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 389-396, 2009.

PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHKE, S.; SANTOS, F. S.; XAVIER, A. A.; CUNHA, L. de M. V. da; NUNES, C. F.; SANTOS, F. A. Efeito de horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 2, p. 203-205, ago. 2003.

PINTO, A. C. de Q.; RAMOS, V. H. V. Melhoramento genético a graviola. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 55-60.

RIBEIRO, G. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; AMARAL, C. L. F. Aspectos da biologia floral relacionados à produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 369-373, 2007.



- RÖDEL, M. F. Fruta-de-conde. In: MANICA, I. (Ed.). **Fruticultura**: práticas de cultivo (1): acerola, fruta-de-conde, goiaba, mamão, manga, maracujá. Porto Alegre: UFRGS, 1996. p. 8-13.
- ROZANE, D. E.; NATALE, W. Calagem, adubação e nutrição mineral de anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, ed. Especial, p. 176-183, fev. 2014.
- SÃO JOSÉ, A. R. Aspectos gerais das anonáceas no Brasil. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas**: produção e mercado. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 5-6.
- SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. de M.; FREITAS, A. L. G. E. de; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L. A. A. Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, a. Especial, p. 086-093, jan. 2014a.
- SÃO JOSÉ, A. R.; PRADO, N. B. do; BOMFIM, M. P.; REBOUÇAS, T. H. N.; MENDES, H. T. A. E. Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, edição especial, p. 176-183, fev. 2014b.
- SILVA, A. Q. da; SILVA, H.; NÓBREGA, J. P.; MALAVOLTA, E. Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversos frutos da região Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1983, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984, v. 1, p. 326-340.
- SILVA, A. Q.; SILVA, H. Nutrição e Adubação de Anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MORAIS, O. M.; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas, produção e mercado**: pinha, graviola, atemóia e cherimóia. Vitória da Conquista (BA): DFZ/UESB, 1997. p. 118-137.
- SILVA, J. C. G. da. **Monitoramento de variáveis ambientais do solo com diferentes tipos de cobertura morta na produção de pinha (*Annona Squamosa* L.)**. 2004. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2004.
- SILVA, J. C. G. da; CHAVES, M. A.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALVES, J. F. T. A influência da cobertura morta sobre características físicas e químicas de frutos da pinha (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 2, p. 287-291, ago. 2007.
- SILVA, J. da; SILVA, E. S. da; SILVA, P. S. E. L. e. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP: SBF, v. 24, n. 2, p. 562-564, ago. 2002.
- SOUZA, I. V. B. **Produção comercial de pinheira (*A. squamosa* L.) em relação ao número de frutos por planta**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) – Escola de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.
- SOUZA, I. V. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIRES, M. de M.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; DIAS, N. O.; BOMFIM, M. P. Efeito do desbaste de frutos na produção e comercialização da pinha (*Annona squamosa* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 24, n. 2, p. 96-102, abr./jun. 2012.

## EFFECT OF SOIL NUTRIENTS ON POLYPHENOL COMPOSITION OF JABUTICABA WINE

### **Danielle Mitze Muller Franco**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química  
Goiânia – Goiás

### **Gustavo Amorim Santos**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química  
Goiânia – Goiás

### **Luciane Dias Pereira**

Instituto Federal de Goiás  
Anápolis – Goiás

### **Pedro Henrique Ferri**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química  
Goiânia – Goiás

### **Suzana da Costa Santos**

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química  
Goiânia – Goiás

**RESUMO:** A textura e os nutrientes do solo podem afetar diretamente a composição química dos frutos e seus produtos processados. Os vinhos de jabuticaba foram preparados a partir de frutos cultivados em solo arenoso com baixa fertilidade e solos argilosos sob cultivo convencional ou orgânico. As variações químicas foram analisadas por meio de métodos estatísticos multivariados. A

origem do solo contribuiu com 22% da variação das propriedades químicas dos vinhos, as quais foram relacionadas aos níveis de  $\text{Fe}^{3+}$  e P do solo. Os vinhos diferiram quanto aos teores de antocianinas, fenóis totais, taninos, ácido acético, açúcares residuais e acidez. Os melhores parâmetros de cor e composição em polifenóis foram obtidos em vinhos produzidos com frutos cultivados com manejo orgânico.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Myrciaria cauliflora*, RMNq, elagitaninos, antocianinas, fermentação.

**ABSTRACT:** Soil texture and nutrients may directly affect fruits' chemical composition and their processed products. Jabuticaba wines were prepared from fruits grown in sandy soil with low fertility and clayey soils under conventional or organic cultivation. Chemical variations were analyzed via multivariate statistical methods. The soil origin contributed with 22% of variation in wines' chemical properties, which were related to  $\text{Fe}^{3+}$  and P levels in soil. The wines differed regarding contents of anthocyanins, total phenols, tannins, acetic acid, residual sugars, and acidity. Wines with better color parameters and polyphenol composition were produced with fruits grown on organic management.

**KEYWORDS:** *Myrciaria cauliflora*, qNMR, ellagitannin, anthocyanin, fermentation.

## 1 | INTRODUCTION

Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg, Myrtaceae) is a very popular edible fruit in Brazil due to its exotic flavor and sweet, slightly acid taste. This dark purple berry is highly perishable and must be processed in the form of jellies, juices, and wines to enhance post-harvest use (WU; LONG; KENNELLY, 2013). Jaboticaba wine production has grown in recent years and has become an option for small producers to add commercial value to the fruit. Recent studies have shown that this fermented beverage is a rich source of nutraceuticals with high antioxidant and vasodilatory activity (BARROS; CAMPOS; MOREIRA, 2010; MARTINS DE SÁ et al., 2014). Polyphenols e.g. ellagitannins and flavonoids, present mainly in the seeds and peel of jaboticaba berries, are responsible for the beverage's biological activities (PEREIRA et al., 2017; WU et al., 2012; YOSHIDA; AMAKURA; YOSHIMURA, 2010). In addition to being functional ingredients, polyphenols contribute, together with terpenoids, sugars, and organic acids, to organoleptic characteristics of fruits and processed products. In the case of fermented beverages, such compounds are responsible for color, aroma, body, and structure, with wine quality depending on the perfect balance of these chemicals. However, factors such as soil composition, water availability, and climate may change the concentration of various chemical components in fruits (VAN LEEUWEN et al., 2004; COHEN; KENNEDY, 2010). Environmental factors may thus influence the composition of fruits and the quality of their products, as has been widely reported for wines of different grape varieties (VAN LEEUWEN; SEGUIN, 2006). Edaphic factors strongly affect the content of phenolic compounds, organic acids, and sugars in jaboticaba berries (DUARTE et al., 2012). However, the effect of nutrients and soil texture on the chemical composition of the fermented jaboticaba beverage is not yet known. Therefore, the aim of this study was to analyze contents of phenolic compounds and color parameters via spectrophotometric methods, as well as of organic acids and sugars via quantitative <sup>1</sup>H NMR in jaboticaba musts and wines prepared with fruits from three orchards with different soils. Sensorial and chemical data and soil parameters from each site were assessed using multivariate statistical methods. Principal Response Curves (PRC), a time-dependent multivariate analysis, was used to evaluate changes during the fermentation process. Canonical redundancy analysis (RDA) was also applied to determine the environmental influence on the chemical variability of jaboticaba wines, with soil parameters as environmental variables.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Chemicals

Tannic acid, gallic acid, and iron (III) chloride were purchased from Merck (Darmstadt, Germany). Folin–Ciocalteu's phenol reagent, Bovine Serum Albumin

(BSA) and TMSP-2,2,3,3-D<sub>4</sub> (sodium 3-trimethylsilylpropionate) were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA).

## 2.2 Fruit samples and beverage processing

Fermentation of *M. cauliflora* fruits took place at the Jabuticabal Winery, Hidrolândia city, Goiás State, Brazil. Ripe fruits were harvested in October 2012 from trees grown in three different soils (sampling sites): S1 (S 16° 55' 23", W 49° 21' 50", 728 m), S4 (S 16° 55' 24", W 49° 21' 36", 735 m), and S5 (S 16° 54' 41", W 49° 21' 26", 758 m) (DUARTE et al., 2012). Fruit samples from each site were washed, crushed, and divided into three 200 L stainless steel tanks. Sodium metabisulfite was added (16.2 g 100 kg<sup>-1</sup> of jabuticabas) and sugar concentration was adjusted to 22°Brix with sucrose. The same amount of wild (indigenous) yeasts, previously prepared with jabuticaba fruits, was inoculated in each tank. Fermentation was conducted at 25-35°C, pH 3.4-3.5, and caps were immersed five times a day. Seed and skin contact lasted for four days, after which musts were pressed at 1.5 bar, transferred to oak wood barrels, stored at room temperature for six months, and bottled. Samples were collected prior to inoculation (time zero) and following it at days 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120, 150, and 180. Samples were kept frozen at -18°C and, prior to analyses, were defrosted and centrifuged at 2000 g for 10 min.

## 2.3 Determination of total acidity

Total acidity was measured by titrating an aliquot (1.0 mL) of the must or wine with 0.1 mol L<sup>-1</sup> of NaOH to pH 8.2. Results were expressed as g acetic acid per liter of must or wine. Measurements were performed in triplicate.

## 2.4 Determination of phenolic compounds

Total phenolic analysis was performed via the Folin-Ciocalteu method adapted from Escarpa and González (2001). An aliquot (0.2 mL) of the diluted sample (5 fold) and 0.5 mL of 2 mol L<sup>-1</sup> Folin-Ciocalteu reagent were mixed in a 25 mL volumetric flask. After 5 min, 4.0 mL of 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solution were added and the volume adjusted to 25 mL of distilled water. This mixture was then allowed to stand for 30 min at room temperature and the absorbance was determined at 750 nm. The standard curve was constructed with gallic acid at the following dilutions: 0.02, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, and 0.6 mg mL<sup>-1</sup>. The correlation coefficient was  $r = 0.999$ . Total phenolic content was calculated as g gallic acid equivalents (GAE) per liter.

Tannin content was quantified by protein precipitation assay (WATERMAN; MOLE, 1994). Samples (1.0 mL) were precipitated with 2.0 mL of BSA solution (1.0 mg mL<sup>-1</sup>) in 0.2 mol L<sup>-1</sup> acetate buffer (pH 4.9). Following centrifugation, the precipitate was dissolved in sodium dodecyl sulphate/triethanolamine/isopropanol solution (4.0

mL) and tannins were complexed with 1.0 mL of  $\text{FeCl}_3$  solution. The colored complex was then read at 510 nm. Measurements were made in the  $0.2 < A < 0.9$  range. The standard curve was constructed with tannic acid at the following dilutions: 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, and 1.0  $\text{mg mL}^{-1}$ . The linearity range went from 0.2 to 0.6  $\text{mg mL}^{-1}$  and the correlation coefficient for this range was  $r = 0.999$ . Tannin content was calculated as g tannic acid equivalents (TAE) per liter.

Anthocyanin content was determined by the pH differential method (WROLSTAD; DURST; LEE, 2005). Pigment concentration was calculated and expressed as mg cyanidin 3-glucoside equivalents per liter of must or wine using the following equation: anthocyanins ( $\text{mg L}^{-1}$ ) =  $A \cdot \text{MW} \cdot \text{DF} \cdot 1000 / \epsilon \cdot l$ , with  $A$  (absorbance) =  $(A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{520 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4.5}$ , MW (molecular weight) =  $449 \text{ g mol}^{-1}$ , DF (dilution factor) = 50,  $l$  (cuvette path length) = 1.0 cm and  $\epsilon$  (molar attenuation coefficient for cyanidin 3-glucoside) =  $26900 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . All measurements were performed in triplicate.

## 2.5 Color evaluation

Color measurements were made with a Beckman DU-70 spectrophotometer (Beckman Instruments, Inc., CA, USA) with a 1.0 mm optical path length glass cell. Must or wine color intensity was determined as the sum of absorbances at 420, 520, and 620 nm and hue was the ratio of  $A_{420}/A_{520}$  (IVANOVA et al., 2011). All measurements were performed in triplicate.

## 2.6 $^1\text{H}$ NMR quantification

Prior to analyses, the pH of centrifuged must and wine samples was adjusted at 1.00 with  $0.10 \text{ mol L}^{-1}$  HCl (DEL CAMPO et al., 2006). Samples (0.6 mL) were placed in a 5 mm NMR tube, and 0.1 mL of TMSP solution ( $1.0 \text{ g L}^{-1}$  of TMSP and 70% v/v  $\text{D}_2\text{O}$ ) was added as internal standard for the quantitative analysis and internal chemical shift reference ( $\delta = 0$  ppm). NMR spectra were recorded on a Bruker Avance III 500 spectrometer operating at 500.13 MHz for  $^1\text{H}$ . The following parameters were applied to quantitative  $^1\text{H}$  NMR spectra: the spectral window was 10 ppm and data were collected into 65 k data points after 48 scans; the recycle delay was 5 s and had a flip angle of  $90^\circ$ , with an acquisition time of 4.06 s at a fixed temperature of  $25^\circ\text{C}$ . Ten metabolites were quantified by measuring the peak area ratio of their signals in the  $^1\text{H}$  NMR spectrum relative to TMSP. Data was analyzed by TopSpin version 2.1 (Bruker BioSpin Corp., MA, USA). All measurements were performed in triplicate.

## 2.7 Statistical analysis

Multiple average comparisons were performed using conjoint analysis in which fruits' sites and sampling days were factors. Degrees of freedom (df) for fructose,  $\beta$ -glucose, acetic acid, ethanol, alcohols, and tannins were corrected according to Satterthwaite (1946). Differences were determined with Tukey's *post hoc* test ( $P <$



0.05) performed in SAS (1996).

Principal response curves (PRC) were applied to investigate the effects of sensorial and chemical variables and their alterations over time (VAN DEN BRICK; TER BRAAK, 1999; TER BRAAK; ŠMILAUER, 2012). In PRC, sampling days were used as a categorical covariable and the interaction between sampling time and treatments (beverages from S4 and S5 sites) was used as an explanatory variable. The analytical diagram shows the time gradient and the first or second PRC axis of variable differences of treatments in relation to a control, here attributed to the beverage prepared from fruits belonging to the S1 site. Monte Carlo permutation tests were performed to assess whether the PRC accounts for a significant part of treatments' variance in relation to control in all time series (999 permutations), as well as to verify whether treatment results in one variable changed significantly in each sampling time (499 permutations).

To assess the influence of soil origin on jabuticaba wines, sensorial and chemical variables on days 120 to 180 (response matrix, 27 samples  $\times$  16 variables), as well as the measured texture and nutritional soil parameters from different sites (explanatory matrix, 27  $\times$  12), were submitted to redundancy analysis (RDA). The latter showed an ordination of response data constrained by explanatory variables, which accounts for the patterns of the only explained variation between data sets. Unrestricted Monte Carlo permutation tests (999 permutations) were performed to assess the significance of canonical axes. In all analyses, variance inflation factor of variables (VIF) were used to determine the selection of explanatory variables (LEPŠ; ŠMILAUER, 2003).

Multivariate analyses were performed with response data  $\log(x + 1)$ -transformed and centered, while explanatory data were centered and standardized to obtain similar weight. Analyses were conducted in CANOCO (2012) and R (R CORE TEAM, 2014).

## 3 | RESULTS

Fruit collection for producing jabuticaba wines was based on a previous study in which phenolics, including total phenols, tannins, and anthocyanins, sugars, organic acids, and fruit acidity contents exhibited strong edaphic influence at a local scale (DUARTE et al., 2012). High chemical divergence among sampling sites, especially in orchards S1, S4, and S5, was correlated with geographical distance, hence suggesting different ecotypes. Unlike phenolics, fruits' essential oil chemovariations were genetically determined. The S1 sampling site has a low-nutrient sandy soil, whereas S4 and S5 sites are composed of high-nutrient sandy loam soils, on which only organic (S4) or chemical (S5) fertilization is applied. Soil characteristics in sampling sites may be obtained in Duarte et al. (2010).

### 3.1 Sensorial and chemical variation during fermented jabuticaba beverages

## production

The evolution of sensorial parameters (color intensity, hue, and acidity) and the contents of phenolics, sugars, organic acids, and alcohols were monitored by colorimetric methods and quantitative  $^1\text{H}$  NMR from time zero, prior to the must inoculation of up to 180 days, when the fermented beverage was bottled.

Analysis of variance (two-way ANOVA), with sampling site and different sampling time as factors, indicated that most chemical contents and color parameters varied according to the same trends observed in a previous study on jaboticaba fermentation (FORTES et al., 2012). Fructose and  $\beta$ -glucose of samples from S4 and S5 sites were totally consumed in the first ten days, while the concentration of ethanol increased and reached a maximum of 10.8% and 9.8%, respectively. However, S1 samples did not show complete fermentation, with sugar residues remaining at the end of the process and maximum ethanol content only reaching 8.2%. Other alcohols such as methanol, higher alcohols, and glycerol were produced in reduced amounts in all musts.

Citric acid content increased up to days 3 and 5 in all musts and then slowed down towards the end of the process, a trend also observed for succinic and lactic acids, which are products of fermentation. The S1 must/wine was distinguished by its high amount of acetic acid, mainly from day 5 ( $2.80 \text{ g L}^{-1}$ ), which contributed to its higher total acidity ( $6.45 \text{ g L}^{-1}$ ) in comparison to the others (S4 =  $4.73$  and S5 =  $4.46 \text{ g L}^{-1}$ ).

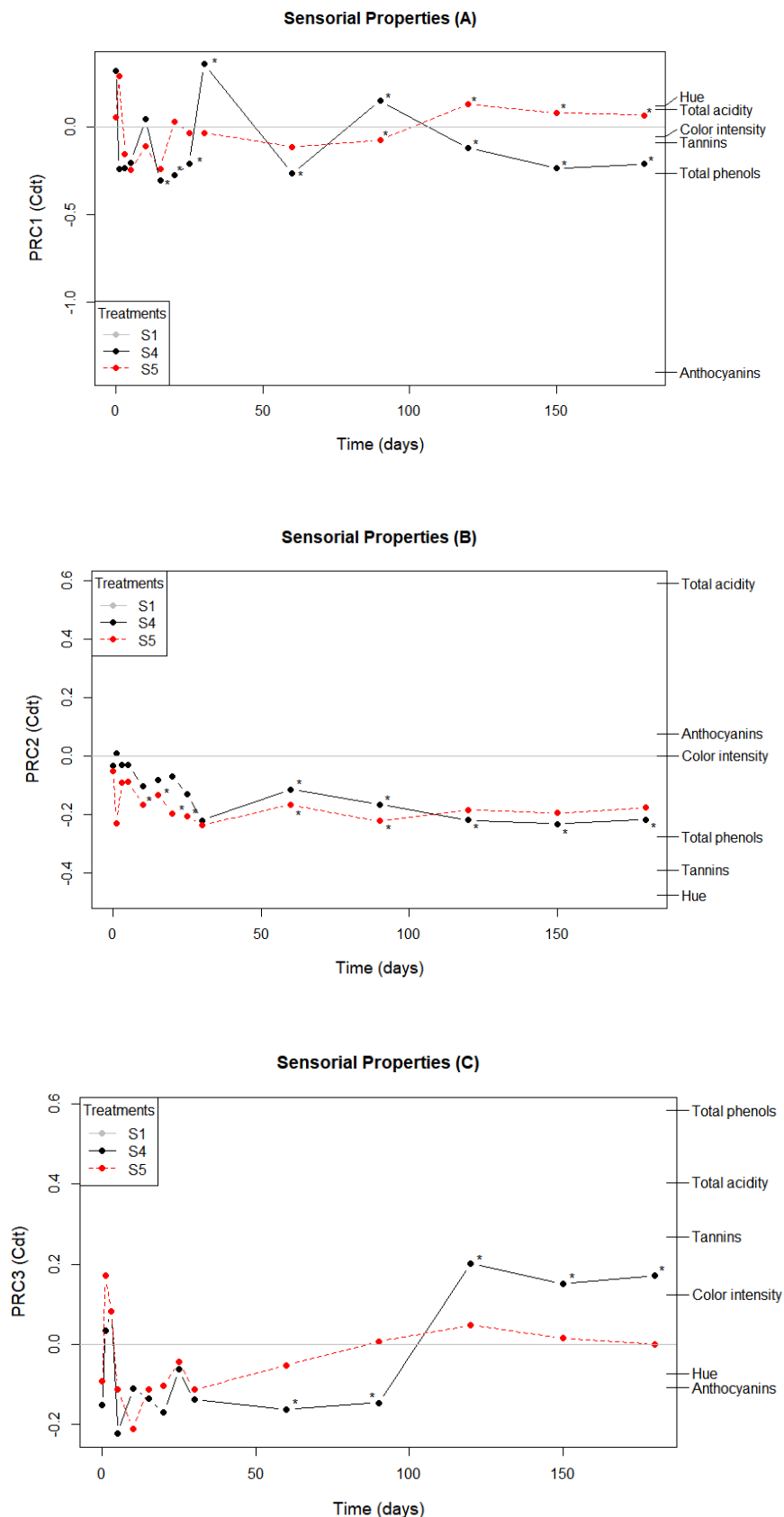
Phenolic compounds were extracted from skins and seeds during the four-day maceration phase, in which contents of total phenols, tannins, and anthocyanins increased and then decreased in all musts. A similar variation was observed for color intensity. The only difference concerns the fermented beverage of the S4 site, which showed an increase in total phenols and tannins at the end of the process (120 to 180 days). Beverages' hue from all orchards increased slowly throughout the fermentation process.

To obtain an overview of the whole process and to detect which variables were the most important for differentiating each site's must/wine over time, PRCs were performed on sensorial and chemical data sets. Results indicated that the interaction sampling site  $\times$  time (predictor variables) explained 90.5% of total variance in phenolics (total phenols, tannins, and anthocyanins), total acidity, color intensity, and hue. The effect of fruit sampling sites (treatments) contributed with 10.9% of total variance, of which 96.6% were represented by the first three significant ( $P \leq 0.002$ ) PRCs (PRC1: 77.9%,  $F = 201$ ; PRC2: 12.0%,  $F = 48.7$ ; PRC3: 6.7%,  $F = 40.4$ ). Differences among sampling days contributed to the majority of the total variance (87.9%).

The PRC1 diagram (Fig. 1A) shows that anthocyanin content was mainly responsible for the distinction between musts/wines from S4 and S5 sites in relation to the control (S1), and even between S4 and S5 along the whole process. When data were restricted to each time period, differences occurred in most of S4's sampling time

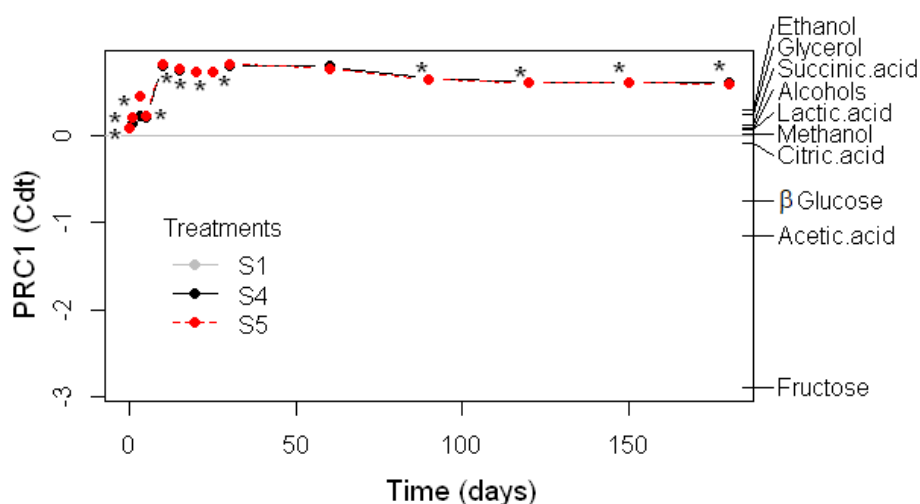
( $P \leq 0.035$ ), while S5's only differed ( $P \leq 0.030$ ) in the final period (90-180 days).

In PRC2 (Fig. 1B), the differentiation of musts from S4 and S5, in relation to the control, was attributed to lower total acidity values. However, S4 samples differed ( $P \leq 0.025$ ) from control after 90 days, while those from S5 differed during the initial periods (10-90 days,  $P \leq 0.040$ ). On the other hand, in PRC3 (Fig. 1C), total phenol contents distinguished S4 samples from the others in the 60-180 days period ( $P \leq 0.020$ ).



**Figure 1.** First (A), second (B) and third (C) PRC diagrams of chemical contents between must/wines samples from S1 (control), S4 and S5 along sampling times (days). Significant differences in S4 and S5 samples scores compared to S1 are represented by an asterisk.

When applied to the content of alcohols (methanol, ethanol, glycerol, and higher alcohols), carboxylic acids (acetic, citric, lactic, and succinic acids), and sugars (fructose and  $\beta$ -glucose), the PRC shows that predictor variables (interaction site  $\times$  time) explained 97.2% of total variance of the must/wine. In this analysis, the treatment effect (site) contributed to 22.4% of total variance, of which 93.5% were represented by PRC1 ( $F = 838$ ,  $P = 0.002$ ). The time (days) taken to process the fermented beverage contributed with 77.7% of total variance. The PRC diagram (Fig. 2) indicates that lower sugar and acetic acid contents in S4 and S5 must/wine samples were responsible for their differentiation in relation to control (S1), mainly from day 10. However, S4 samples differed ( $P \leq 0.025$ ) in the final period (60-180 days), whereas those from S5 significantly differed ( $P \leq 0.035$ ) only at the start of the process (0-25 days).



**Figure 2.** First PRC diagram indicating the difference in chemical contents between must/wines samples from S1 (control), S4 and S5 along sampling times (days). Significant differences in S4 and S5 samples scores compared to S1 are represented by an asterisk.

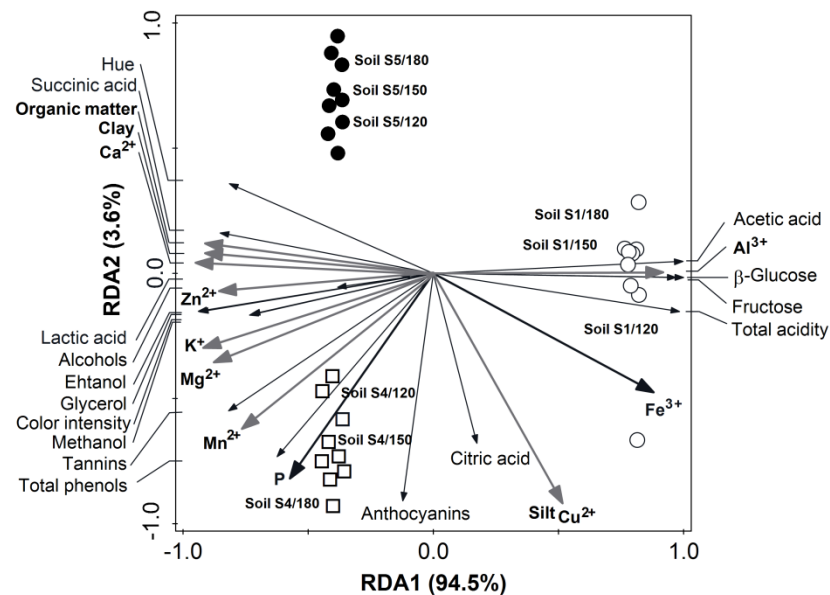
All PRC results showed that the production process of jabuticaba wines stabilized in the last three months (120-180 days), hence not revealing significant changes with regard to sensorial and chemical contents.

### 3.2 Soil influence on the chemical composition of fermented jabuticaba beverages

Association patterns of jabuticaba wines and environmental variables were assessed by the RDA of sensorial and chemical contents on days 120 to 180 (response matrix) conditioned to texture and nutritional soil parameters from different sites (explanatory matrix). Response data modeling by RDAs yielded  $\text{Fe}^{3+}$  and phosphorus as explanatory variables.

RDA results (Fig. 3) indicate that correlations between both data matrices were

higher in the first two canonical axes ( $R1 = 0.9998$  and  $R2 = 0.9486$ ) and VIFs were considered low ( $VIF < 1.02$ ), hence suggesting no multicollinearity among variables in multivariate regression models (LEPŠ; ŠMILAUER, 2007). Monte Carlo permutation tests (999 permutations) showed highly significant ( $P = 0.001$ ) results for the first two canonical axes (RDA1: 94.5%,  $F = 410$ ; RDA2: 3.6%,  $F = 44.2$ ), indicating that variation patterns of the original matrices did not arise by chance. The sum of canonical axes was also significant (sum = 0.9805,  $F = 604$ ,  $P = 0.001$ ), so that 98.1% of the total variance of fermented jabuticaba beverages was retained by selected explanatory variables (TER BRAAK; ŠMILAUER, 2012; LEGENDRE; LEGENDRE, 2003; LEPŠ; ŠMILAUER, 2007).



**Figure 3.** RDA triplot with chemical compounds and color parameters of jabuticaba wines explained by soil nutrients ( $Fe^{3+}$  and  $P$ ), in addition to supplemental edaphic factors (organic matter, clay,  $Ca^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ , silt,  $Al^{3+}$ ), represented by gray arrows. Sample wines from 120-180 days were prepared with fruits grown in the soils: S1 (○), S4 (□) and S5 (●).

According to the RDA triplot, the increase in the RDA1 axis is especially associated with an increase in fructose and  $\beta$ -glucose residues, in addition to high acetic acid and total acidity contents in wine made with fruits from S1's sandy soil, poor in organic matter and mineral nutrients (except  $Fe^{3+}$ ). On the other hand, a decrease in RDA2 is related to higher P levels in the S4 soil, whose samples accumulated mostly anthocyanins, total phenols, and tannins, while an increase in RDA2 is associated with wine samples of higher hue and lower anthocyanin contents, made with fruits from the S5 soil, poor in P and  $Fe^{3+}$ . Thus, whereas RDA1 suggests the influence of stuck fermentation, RDA2 mainly describes differential changes in sensorial and chemical properties of jabuticaba wines from different sites.



## 4 | DISCUSSION

Fruit wines are composed of a complex mixture of substances which provide them with characteristic flavor, astringency, structure, color, and aroma. Some of these substances come from the fruit, such as phenolic compounds, volatile constituents, and certain organic acids e.g. citric, malic, and tartaric acid. However, a considerable part of wines' chemical components is generated in reactions that occur during fermentation, such as ethanol, glycerol, and succinic acid (HORNSEY, 2007). Even substances extracted from fruits undergo reactions of decomposition and/or formation of new compounds, such as lactic acid produced from malic acid in malolactic fermentation and reactions between anthocyanins, acetaldehyde, and co-pigments that modify red wine coloring over time (HORNSEY, 2007; WROLSTAD; DURST; LEE, 2005).

Several studies have already shown that soil fertility and water retention capacity may influence phenolic contents in grapes, and more stressful conditions such as water restriction and nutrient deficiency generally lead to the formation of fruits that are richer in anthocyanins and tannins (VAN LEEUWEN; SEGUIN, 2006). This has also been observed for the jabuticaba, whose fruits grown in the S1 site, poorer and with greater water drainage, presented higher levels of total phenols, tannins, and anthocyanins than those from the S4 and S5 sites (DUARTE et al., 2012). Soil fertility also plays an important role in the nutritional level of musts. The lack of assimilable nitrogen sources and of some ionic nutrients may limit the growth of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts, thus reducing fermentation and ethanol production (ALEXANDRE; CHARPENTIER, 1998; UDEH; KGATLA; JIDEANI, 2014).

Jabuticaba wines prepared with S1 fruit samples differed from the others in terms of low concentrations of anthocyanins, total phenols, and tannins (Fig. 3), although in a previous study the highest phenolic contents were quantified in whole fruits at the same site (DUARTE et al., 2012). The fermented beverage's chemical composition is not only a consequence of the constituents of the whole fresh fruit, since several factors contribute to the extraction and stabilization of these compounds during the winemaking process. The PRC analysis of musts/wines (Fig. 2) showed that from day 5 there was an interruption in the must fermentation at the S1 site before sugars' complete consumption, therefore low ethanol production and contamination with acetic acid bacteria strains took place.

Fermentation is interrupted when there are not enough nutrients in the must to support the development of *S. cerevisiae* yeasts. Generally, fruits of plants grown on low fertility soils exhibit nitrogen deficiency in the form of amino acids and ammonia, and various ionic nutrients may be below the limits required to promote complete fermentation (ALEXANDRE; CHARPENTIER, 1998; MALHERBE; BAUER; DU TOIT, 2007; HORNSEY, 2007). In fact, the RDA triplot (Fig. 3) indicates that the S1 site has edaphic conditions which favor fermentation interruption, that is, a combination of sandy soil with low organic matter,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  and P contents, in addition

to Al<sup>3+</sup> residues and higher Fe<sup>3+</sup> levels.

Nitrogen deficiency inhibits the synthesis of sugar-carrying proteins into yeast cells, limiting growth and biomass formation (ALEXANDRE; CHARPENTIER, 1998). Mono and divalent cations are essential for fungal growth and metabolism (JONES; GADD, 1990), and Mg<sup>2+</sup> and K<sup>+</sup> are enzymatic activators in glycolysis reactions and stimulate phosphate uptake by increasing fermentation (JONES; GREENFIELD, 1984; ALEXANDRE; CHARPENTIER, 1998). Cations such as Mg<sup>2+</sup> and Ca<sup>2+</sup> have a protective effect against ethanol stress and along with Zn<sup>2+</sup> are required as cofactors in several metabolic pathways (BIRCH; WALKER, 2000; PEREIRA et al., 2010). The synthesis of proteins and thiamine is stimulated by Mn<sup>2+</sup>, and Fe<sup>3+</sup> participates in the active site of several enzymes (hemoenzymes), but at concentrations of 10 to 15 µM it inhibits growth and fermentation (JONES; GREENFIELD, 1984). Phosphorus plays a central role both in energetic metabolism and in the biosynthesis of phospholipid membranes, its limitation affecting cell growth, biomass formation, and consequently fermentation speed (JONES; GADD, 1990).

Two other factors may have contributed to the interrupted fermentation in S1 musts. The first was the competition of non-Saccharomyces wild yeasts by nutrients, aggravating the nutritional deficiency of the S1 must (MEDINA et al., 2012); the second was the presence of high acetic acid levels, which increase ethanol's toxic effect and may inhibit Saccharomyces activity, resulting in the cessation of fermentation (ALEXANDRE; CHARPENTIER, 1998).

The combination of lower ethanol contents, high acetic acid concentrations, and higher total acidity negatively influenced the extraction and stabilization of anthocyanins and ellagitannins of the jabuticaba cultivated at the S1 site. Montes et al. (2005) have reported that the efficiency of extracting anthocyanins from jabuticaba skins was reduced when acetic acid was used instead of citric acid, and that acetic acid extracts had higher lightness values and were less colorful. Ellagitannins are mainly found in jabuticaba seeds and therefore require higher ethanol contents to be extracted more efficiently (PEREIRA et al., 2017). In addition, a higher amount of acetic acid may lead to the hydrolysis of these ellagitannins to yield ellagic acid that is insoluble in the aqueous medium (QUIDEAU, 2009). Excessive acidity may also promote other reactions such as oxidation, polymerization, and condensation, all responsible for ellagitannin reduction in the must/wine (QUIDEAU et al., 2005).

Fermentation was complete in S4 and S5 musts, as evidenced by total sugar consumption, but the S4 site showed greater efficiency in ethanol production, probably due to its higher content of phosphates and other nutrients such as Mn<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and K<sup>+</sup>. Although the two sites had more fertile soils (DUARTE et al., 2010), significant differences were observed in samples' phenolic contents during and after fermentation (Fig. 1). Therefore, these samples formed two distinct groups in the RDA (Fig. 3). These differences followed the same trend observed in the previous study, i.e. organically cultivated jabuticabas (S4) had higher levels of anthocyanins, tannins, and total phenols

when compared to conventional (S5) cultivation (DUARTE et al., 2012). Similar results were obtained with organic wines from wine grapes cultivated in two regions of Croatia, which presented higher levels of total phenols, flavonoids, catechins, and phenolic acids and higher antioxidant activity when compared to wines from the same grape varieties cultivated in a conventional way (VRČEK et al., 2011).

In another study, wines produced with organic grapes initially contained higher levels of anthocyanins and resveratrol than conventional wine grapes, but after six months of storage differences were no longer detected (MULERO; PARDO; ZAFRILLA, 2009). Higher amounts of polyphenols in organically grown fruits can be explained by the biotic stresses that the plant suffers, since no pesticides are applied, as well as by the use of animal manure involving slow nutrient release and higher phosphorus uptake (WEIBEL et al., 2000). Plants at the S5 site which were treated with fertilizers containing soluble inorganic nitrogen have higher nitrogen availability, which directly influences the balance between the syntheses of proteins and phenolic compounds (RAPISARDA et al., 2005).

## 5 | CONCLUSIONS

The texture and availability of soil nutrients not only influenced fruits' chemical composition, as seen in a previous study, but also musts' nutritional composition, which negatively affected the fermentation and composition of the S1 wine. The wine produced with organically grown fruits at the S4 site yielded the best color parameters and polyphenol composition, showing that the balance between nutrients and soil organic matter was a determinant factor in ethanol production and, consequently, enhanced efficiency in the extraction of fruit compounds.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, #470655/2012-7), and received scholarship for L.D.P. from Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

## REFERENCES

- ALEXANDRE, H.; CHARPENTIER, C. Biochemical aspects of stuck and luggish fermentation in grape must. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 20, p. 20-27, 1998.
- BARROS, J. Â. C.; CAMPOS, R. M. M.; MOREIRA, A. V. B. Antioxidant activity in wines made from jabuticaba and grape. **Brazilian Society for Food and Nutrition**, v. 35, p. 73-83, 2010.
- BIRCH, R. M.; WALKER, G. M. Influence of magnesium ions on heat shock and ethanol stress responses of *Saccharomyces cerevisiae*. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 26, p. 678-687, 2000.

CANOCO, CANONICAL COMMUNITY ORDINATION. Version 5.0. Biometrics: The Netherlands, 2012.

- COHEN, S. D.; KENNEDY, J. A. Plant metabolism and the environment: implications for managing phenolics. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 50, p. 620-643, 2010.
- DEL CAMPO, G. et al. Quantitative analysis of malic and citric acids in fruit juices using proton nuclear magnetic resonance spectroscopy. **Analytica Chimica Acta**, v. 556, p. 462-468, 2006.
- DUARTE, A. R. et al. Environmental influence on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, p. 1672-1680, 2010.
- DUARTE, A. R. et al. Influence of spatial, edaphic and genetic factors on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 737-746, 2012.
- ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M. C. Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. **Analytica Chimica Acta**, v. 427, p. 119-127, 2001.
- FORTES, G. A. C. et al. Evaluation of chemical changes during jaboticaba fermentation by <sup>1</sup>H NMR spectroscopy and chemometric analyses. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 1815-1822, 2012.
- HORNSEY, I. **The chemistry and biology of winemaking**. Royal Society of Chemistry Publishing: Cambridge, 2007.
- IVANOVA, V. et al. Polyphenolic content of Vranec wines produced by different vinification conditions. **Food Chemistry**, v. 124, p. 316-325, 2011.
- JONES, R. P.; GADD, G. M. Ionic nutrition of yeast-physiological mechanisms involved and implications for biotechnology. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 12, p. 402-418, 1990.
- JONES, R. P.; GREENFIELD, P. F. A review of yeast ionic nutrition. Part I: growth and fermentation requirements. **Process Biochemistry**, v. 19, p. 48-60, 1984.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2nd ed. Elsevier Science: Amsterdam, 2003.
- LEPŠ, J.; ŠMILAUER, P. **Multivariate analysis of ecological data using Canoco**. Cambridge University Press: Cambridge, 2007.
- MALHERBE, S.; BAUER, F. F.; DU TOIT, M. Understanding problem fermentations – a review. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, p. 169-186, 2007.
- MARTINS DE SÁ, L. Z. C. et al. Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jaboticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*). **Journal of Functional Foods**, v. 8, p. 169-179, 2014.
- MEDINA, K. et al. Growth of non-*Saccharomyces* yeasts affects nutrient availability for *Saccharomyces cerevisiae* during wine fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 157, p. 245-250, 2012.
- MONTES, C. et al. Application of tristimulus colorimetry to optimize the extraction of anthocyanins from Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg.). **Food Research International**, v. 38, p. 983-988, 2005.
- MULERO, J.; PARDO, F.; ZAFRILLA, P. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant activity in conventional and organic red wines during storage. **European Food Research and Technology**, v. 229, p. 807-812, 2009.

- PEREIRA, L. C. et al. Polyphenol and ellagitannin constituents of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and chemical variability at different stages of fruit development. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, p. 1209-1219, 2017.
- PEREIRA, F. B. et al. Optimization of low-cost medium for very high gravity ethanol fermentations by *Saccharomyces cerevisiae* using statistical experimental designs. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 7856-7863, 2010.
- QUIDEAU, S. **Chemistry and biology of ellagitannins - an underestimated class of bioactive plant polyphenols**. World Scientific Publishing: Singapore, 2009.
- QUIDEAU, S. et al. The chemistry of wine polyphenolic C-glycosidic ellagitannins targeting human topoisomerase II. **Chemistry: A European Journal**, v. 11, p. 6503-6513, 2005.
- R CORE TEAM, *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing: Vienna, 2014.
- RAPISARDA, P. et al. Nitrogen metabolism components as a tool to discriminate between organic and conventional citrus fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, p. 2664-2669, 2005.
- SAS, STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. Version 6.12. SAS Institute Corp: NC., 1996.
- SATTHEERHWAITE, F. E. An approximate distribution of estimates of variance components. **Biometrics Bulletin**, v. 2, p. 110-114, 1946.
- TER BRAAK, C. J. F.; ŠMILAUER, P. **Canoco reference manual and user's guide: software for canonical community ordination**. Version 5.0. Microcomputer Power: NY, 2012.
- UDEH, H. O.; KGATLA, T. E.; JIDEANI, A. I. O. Effect of mineral ion addition on yeast performance during very high gravity wort fermentation. *International Journal of Bioengineering and Life Sciences*, v. 8, p. 1208-1216, 2014.
- VAN DEN BRINK, P. J.; TER BRAAK, C. J. F. Principal response curves: Analysis of time dependent multivariate responses of a biological community to stress. **Environmental and Toxicological Chemistry**, v. 18, p. 138-148, 1999.
- VAN LEEUWEN, C. et al. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, p. 207-217, 2004.
- VAN LEEUWEN, C.; SEGUIN, G. The concept of terroir in viticulture. **Journal of Wine Research**, v. 17, p. 1-10, 2006.
- VRČEK, I. V. et al. Phenol content, antioxidant activity and metal composition of Croatian wines deriving from organically and conventionally grown grapes. *Food Chemistry*, v. 124, p. 354-361, 2011.
- WATERMAN, P. G.; MOLE, S. **Analysis of phenolic plant metabolites**. Blackwell Scientific Publications: London, 1994.
- WEIBEL, F. P. et al. Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. **Acta Horticulturae**, v. 7, p. 417-427, 2000.
- WROLSTAD, R. E.; DURST, R. W.; LEE, J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science and Technology**, 16: 423-428, 2005.



WU, S. -B. et al. Metabolite profiling of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and other dark-colored fruit juices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 7513-7525, 2012.

WU, S. -B.; LONG, C.; KENNELLY, E. J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International**, v. 54, p. 148-159, 2013.

YOSHIDA, T.; AMAKURA, Y.; YOSHIMURA, M. Structural features and biological properties of ellagitannins in some plant families of the order Myrtales. **International Journal of Molecular Science**, v. 11, p. 79-106, 2010.

## EFICIÊNCIA DE QUITINAS DE CAMARÕES MARINHOS E DE ÁGUA DOCE NA ADSORÇÃO DE $\text{NH}_4^+$ DE EFLUENTES AQUÍCOLAS SINTÉTICOS

### Fernanda Bernardi

Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina,  
Departamento de Zootecnia, Palotina - PR

### Izabel Volkweis Zadinelo

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
- Campus de Marechal Cândido Rondon,  
Departamento de Zootecnia, Marechal Cândido  
Rondon - PR

### Luana Cagol

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
- Campus de Marechal Cândido Rondon,  
Departamento de Zootecnia, Marechal Cândido  
Rondon - PR

### Helton José Alves

Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina,  
Departamento de Engenharias e Exatas, Palotina  
- PR

### Lilian Dena dos Santos

Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina,  
Departamento de Zootecnia, Palotina - PR

**RESUMO:** A quitina está presente na parede celular dos fungos, no exoesqueleto dos crustáceos (camarão, siri, caranguejos, lagostas) e na cutícula dos insetos acompanhada de proteínas, lipídios e carbonato de cálcio. Este polissacarídeo pode ser utilizado como agente floculante no tratamento de efluentes, como adsorvente na clarificação de óleos, e principalmente na produção de quitosana. O presente estudo teve como objetivo avaliar a

eficiência de adsorção de quitinas de camarões marinhos e de água-doce em efluentes aquícolas sintéticos com diferentes concentrações iniciais de  $\text{NH}_4^+$ . Todas as soluções utilizadas nos ensaios de adsorção foram preparadas a partir de uma solução estoque de  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $1000 \text{ mg L}^{-1}$ , as quais foram diluídas em água destilada (efluente sintético). O experimento foi conduzido em batelada à  $25^\circ\text{C}$ , utilizando-se amostras de 100 mL dos efluentes sintéticos com concentrações iniciais de: 0,87; 4,23; 5,30; 10,85 e 13,76  $\text{mg L}^{-1}$ , aos quais foram adicionadas as quitinas na concentração de 1,0% (m/m). As suspensões foram agitadas por três horas a 100 rpm em um agitador orbital, após coletado em triplicata 7 mL do sobrenadante, centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos e a partir da solução obtida o  $\text{NH}_4^+$  foi determinado. As quitinas apresentaram baixa eficiência na remoção de íons amônio de efluentes sintéticos, devido provavelmente à baixa porosidade das amostras, pois superfícies mais porosas possibilitam uma maior adsorção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorvente, íons amônio, biopolímero.

**ABSTRACT:** Chitin is present in the cell wall of fungi, in the exoskeleton of crustaceans (shrimp, crabs, crabs, lobsters) and in the cuticle of insects accompanied by proteins, lipids and calcium carbonate. This polysaccharide can be used as a flocculating agent in the treatment of

effluents, as an adsorbent in the clarification of oils, and especially in the production of chitosan. The present study had as objective to evaluate the adsorption efficiency of chitins of marine and freshwater prawns in synthetic aquaculture effluents with different initial concentrations of  $\text{NH}_4^+$ . All solutions used in the adsorption tests were prepared from a stock solution of  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $1000 \text{ mg L}^{-1}$ , which were diluted in distilled water (synthetic effluent). The experiment was conducted in batch at  $25^\circ\text{C}$ , using 100 mL samples of the synthetic effluents with initial concentrations of: 0.87; 4.23; 5.30; 10.85 and  $13.76 \text{ mg L}^{-1}$ , to which was added the chitins at the concentration of 1.0% (w/w). The suspensions were shaken for three hours at 100 rpm on an orbital shaker, after collected in triplicate 7 ml of the supernatant, centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes and from the solution obtained the  $\text{NH}_4^+$  was determined. Chitins showed low efficiency in the removal of ammonium ions from synthetic effluents, probably due to the low porosity of the samples, because more porous surfaces allow a greater adsorption.

**KEYWORDS:** Adsorbent, ammonium ions, biopolymer.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os resíduos provenientes do beneficiamento industrial de camarões representam uma fonte potencial de biomoléculas como a quitina, pois são compostos principalmente por cabeças, carapaças e caudas, o que representa aproximadamente 30 a 50% do peso total produzido. Sendo assim a extração de quitina é uma atividade viável ambientalmente e economicamente (SANTOS, 2014).

A quitina está presente na parede celular dos fungos, no exoesqueleto dos crustáceos (camarão, siri, caranguejos, lagostas) e na cutícula dos insetos (JAWORSKA et al., 2003) acompanhada de proteínas, lipídios e carbonato de cálcio (MOURA et al., 2005). Este polissacarídeo pode ser utilizado como agente floculante no tratamento de efluentes, como adsorvente na clarificação de óleos, e principalmente na produção de quitosana (LEITÃO et al., 2008).

Os resíduos oriundos da aquicultura são derivados da ração e da excreção dos peixes e podem estar sedimentados, suspensos ou dissolvidos, ocasionando elevados valores de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), nitrogênio e fósforo. O nitrogênio pode ser encontrado como inorgânico e orgânico, amônia, nitrito e nitrato, enquanto que o fósforo pode estar presente na forma de orto-fosfato e fosfato orgânico (MORO et al., 2013).

A remoção de íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) é uma técnica importante no controle de amônia ( $\text{NH}_3$ ) em efluentes aquícolas, pois embora o epitélio branquial dos peixes seja permeável apenas a  $\text{NH}_3$ , sabe-se que o aumento do pH do efluente provoca a conversão de íons amônio em amônia, resultando em toxicidade aos organismos cultivados (ARANTES et al., 2015).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de adsorção de quitinas de camarões marinhos e de água-doce em efluentes aquícolas sintéticos com

diferentes concentrações iniciais de  $\text{NH}_4^+$ .

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de adsorção foram realizados no Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina.

As quitinas foram extraídas de carapaças de camarões marinhos (*Litopenaeus vannamei*) e de água-doce (*Macrobrachium rosenbergii*) através de desmineralização e desproteinação (TOLAIMATE et al., 2003), no Laboratório de Catálise e Produção de Biocombustíveis da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina. Posteriormente tiveram suas características texturais observadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Todas as soluções utilizadas nos ensaios de adsorção foram preparadas a partir de uma solução estoque de  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $1000 \text{ mg L}^{-1}$ , as quais foram diluídas em água destilada (efluente sintético). O experimento foi conduzido em batelada à  $25^\circ\text{C}$ , utilizando-se amostras de 100 mL dos efluentes sintéticos com concentrações iniciais de: 0,87; 4,23; 5,30; 10,85 e 13,76  $\text{mg L}^{-1}$ , aos quais foram adicionadas as quitinas na concentração de 1,0% (m/m). As suspensões foram agitadas por três horas a 100 rpm em um agitador orbital, após coletado em triplicata 7 mL do sobrenadante, centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos e a partir da solução obtida o  $\text{NH}_4^+$  foi determinado. A porcentagem de remoção de íons amônio (%) foi expressa conforme a Equação 1.

$$\text{Remoção (\%)} = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100 \quad (1)$$

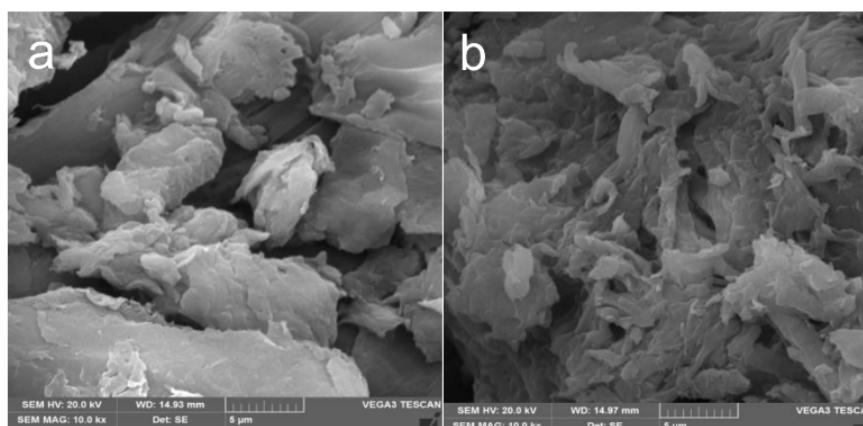
Onde:

$C_o$  = concentração inicial ( $\text{mg L}^{-1}$ )

$C_e$  = concentração final ( $\text{mg L}^{-1}$ )

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As micrografias das amostras de quitinas mostraram morfologias de superfícies pouco porosas como pode ser observado na Figura 1. Para adsorção, estruturas megaporosas são mais interessantes, pois permitem o acesso das moléculas do adsorvato nos sítios internos do material adsorvente (CRINI; BADOT, 2008).



**Figura 1.** Micrografias das amostras (a) Quitina camarão marinho e (b) Quitina camarão de água-doc.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos nos ensaios de adsorção de íons amônio pelas quitinas em diferentes concentrações iniciais de  $\text{NH}_4^+$ .

Através dos dados da Tabela 1 observou-se que tanto na amostra QT1 quanto na amostra QT2 houve uma pequena melhora na eficiência de adsorção com o aumento da concentração inicial de  $\text{NH}_4^+$ . Segundo Silva (2005) quanto maior a concentração inicial do efluente, maior é a quantidade de moléculas competindo para se adsorverem na superfície do adsorvente.

Concentração inicial de $\text{NH}_4^+$ do efluente sintético ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Remoção de $\text{NH}_4^+$ (%) QT1 (1% m/m)	Remoção de $\text{NH}_4^+$ (%) QT2 (1% m/m)
0,87	1,83±0,18	0,00±0,00
4,23	2,45±1,32	4,64±1,11
5,30	5,10±1,83	3,11±1,63
10,85	5,87±2,08	3,52±0,72
13,76	11,57±1,69	8,07±0,52

**Tabela 1.** Percentual de remoção de íons amônio por quitinas (QT1 e QT2) em efluentes sintéticos com diferentes concentrações iniciais de  $\text{NH}_4^+$

QT1= Quitina de camarão marinho; QT2= Quitina de camarão de água-doce

## 4 | CONCLUSÃO

As quitinas apresentaram baixa eficiência na remoção de íons amônio de efluentes sintéticos, devido provavelmente à baixa porosidade das amostras, pois superfícies mais porosas possibilitam uma maior adsorção.



## REFERÊNCIAS

ARANTES, K.; KUGELMEIER, C. L.; COLPINI, L. M. S.; ZADINELLO I. V.; dos SANTOS L. D.; ALVES, H. J. Remoção de amônia em efluente aquícola utilizando quitosana obtida por diferentes métodos de secagem. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – COBEQ 2014. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 9022-9029, 2015.

CRINI, G.; BADOT, P.M. Application of chitosan, a natural aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions by adsorption processes using batch studies: A review of recent literature. **Progress in Polymer Science**, v. 33, p. 399-447, 2008.

JAWORSKA, M.; SAKURAI, K.; GAUDON, P.; GUIBAL, E. Influence of chitosan characteristics on polymer properties. I: Crystallographic properties. **Polymer International**, v. 52, n. 2, p. 198-205, 2003.

LEITÃO, L.; MOURA, J. M.; RIZZI, J.; PINTO, L. A. A. **Estudo da etapa de desmineralização para obtenção de quitina obtida a partir de cascas de caranguejo**. XVII Congresso de Iniciação Científica. X Encontro de Pós-Graduação, 2008.

MORO, G. V.; TORATI, L. S.; LUIZ, D. B.; MATOS, F. T. Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. In: LIMA, A. F. (Org). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 440p.

MOURA, J. M.; FERREIRA, A. F. C.; SILVA, F. M. M.; RIZZI, J.; PINTO L. A. A. Obtenção de quitina a partir de carapaças de siri (*Maia squinado*): uso de um planejamento experimental na etapa de desmineralização. **Vetor**, Rio Grande, v. 15, n. 1, p. 7-17, 2005.

SANTOS, F. M. S. **Utilização de quitosana no revestimento de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e na preparação de filmes incorporados com óleos essenciais**. Tese (Doutorado em Bioquímica e Fisiologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2014.

SILVA, A.T. **Influência da temperatura na adsorção do corante azul de metileno utilizando serragem de *Pinus elliottii* como um adsorvente alternativo**: um modelo para o tratamento de efluentes têxteis. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

TOLAIMATE, A.; DESBRIERES, J.; RHAZI, M.; ALAGUI, A. Contribution to the preparation of chitins and chitosans with controlled physico-chemical properties. **Polymer**, v. 44, p. 7939-7952, 2003.

## ELABORAÇÃO DA TABELA NUTRICIONAL DE ACEROLAS PRODUZIDAS EM SISTEMA DE AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE ITARARÉ – SÃO PAULO

### **Rafaela Rocha Cavallin**

Universidade Estadual do Centro-Oeste/  
UNICENTRO, Departamento de Engenharia de  
Alimentos – Guarapuava - Paraná

### **Júlia Nunes Júlio**

Universidade Estadual do Centro-Oeste/  
UNICENTRO, Departamento de Engenharia de  
Alimentos – Guarapuava - Paraná

### **Gisele Kirchbaner Contini**

Universidade Estadual do Centro-Oeste/  
UNICENTRO, Departamento de Engenharia de  
Alimentos – Guarapuava - Paraná

### **Fabielli Priscila Oliveira**

Universidade Estadual do Centro-Oeste/  
UNICENTRO, Departamento de Engenharia de  
Alimentos – Guarapuava - Paraná

### **Carolina Tomaz Rosa**

Universidade Estadual do Centro-Oeste/  
UNICENTRO, Departamento de Engenharia de  
Alimentos – Guarapuava - Paraná

### **Juliana Dordetto**

Universidade Estadual do Centro-Oeste/  
UNICENTRO, Departamento de Engenharia de  
Alimentos – Guarapuava - Paraná

### **Katielle Rosalva Voncik Córdova**

Universidade Estadual do Centro-Oeste/  
UNICENTRO, Departamento de Engenharia de  
Alimentos – Guarapuava - Paraná

encontra-se no mesmo pomar plantas com diferentes hábitos de crescimento, além de frutos de formatos, coloração e tamanhos diferentes. O fruto se destaca pelo alto teor de ácido ascórbico presente em sua polpa, essencial para a produção e manutenção do colágeno, responsável pela cicatrização de lesões e redução da suscetibilidade à infecção. Sendo assim, essa pesquisa visou incentivar a produção de acerolas em sistema agrícola familiar da região de Itararé – São Paulo, por meio da caracterização dos frutos e elaboração de tabela nutricional. Foram feitas duas colheitas em diferentes épocas do ano, e então se determinou a composição centesimal dos frutos de acerola, possibilitando a construção de uma tabela nutricional. Obteve-se valor energético de 17 kcal para uma porção de aproximadamente 10 a 12 acerolas (100 g), contendo 700 mg de ácido ascórbico e elevado teor de carboidrato (9 g) e de proteína (7 g). Conclui-se que a frequente ingestão de acerola seja in natura ou para elaboração de suco através da polpa congelada pode enriquecer de forma saudável a alimentação, uma vez que mesmo após o congelamento, a fruta mantém grande parte de suas características *in natura*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Malpighia emarginata*, ácido ascórbico, informação nutricional

**RESUMO:** A acerola (*Malpighia emarginata*) é uma fruta de clima tropical, normalmente

**ABSTRACT:** The acerola (*Malpighia*

*emarginata*) is a fruit of tropical climate, normally it is in the same orchard plants with different habits of growth, besides fruits of formats, coloring and different sizes. The fruit is distinguished by the high content of ascorbic acid present in its pulp, essential for the production and maintenance of collagen, responsible for the healing of lesions and reduction of susceptibility to infection. Therefore, this research aimed to encourage the production of acerolas in a family farming system of the region of Itararé - São Paulo, by characterizing the fruits and elaborating a nutritional table. Two harvests were made at different times of the year, and the centesimal composition of the acerola fruits was determined, allowing the construction of a nutritional table. An energy value of 17 kcal was obtained for a portion of approximately 10 to 12 acerola (100 g), containing 700 mg of ascorbic acid and high carbohydrate content (9 g) and protein (7 g). It is concluded that the frequent ingestion of acerola is in natura or to elaborate juice through the frozen pulp can enrich the food in a healthy way, since even after the freezing, the fruit maintains great part of its characteristics in natura.

**KEYWORDS:** *Malpighia emarginata*, ascorbic acid, nutritional information

## 1 | INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia emarginata*) pertencente à família Malpighiaceae, é uma planta peculiar de regiões de clima tropical, sendo original da região do Mar das Antilhas, Norte da América do Sul e América Central (ALVES e MENEZES, 1995). No Brasil, a acerola é conhecida há mais de 50 anos, no entanto, somente no início dos anos 80, o cultivo teve uma expansão considerável (NETO et al., 1995).

Apresentando-se como alternativa comercial altamente viável no mercado fruticultor, gerando uma superprodução que vem justificando os estudos que são direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria-prima, que concentra na fruta in natura e na polpa, sua maior forma de consumo (SOARES et al., 2001).

O fruto da aceroleira é composto por pericarpo, mesocarpo e endocarpo. O endocarpo possui três caroços unidos e cada um pode conter uma semente no interior (ALMEIDA et al., 2002). A polpa (mesocarpo) constitui aproximadamente 80% do peso total do fruto (CARVALHO, 2000; ALMEIDA et al., 2002).

Dentre os produtores mundiais o Brasil se destaca, constata-se muitos tipos e formas de aceroleiras, normalmente encontrado, no mesmo pomar, plantas com hábitos de crescimento distinto, da mesma maneira que frutos de formatos, coloração e tamanhos diferentes (GONZAGA NETO e SOARES, 1994). Independentemente de ser uma cultura com moderada rusticidade, apresenta ótima capacidade de adaptação às diferentes condições de solo e clima, é necessário apenas bom manejo nutricional, principalmente nos pomares que têm como foco a exportação do fruto (ARAÚJO e MINAMI, 1994).

Um importante atributo da acerola é o alto teor de ácido ascórbico, alcançando

cerca de 5000 miligramas por 100 g de polpa em algumas variedades, o que equivale dez vezes mais do que o teor de ácido ascórbico da goiabeira, ou até cem vezes mais do que o da laranja, culturas estas que são consideradas como as frutas de alto conteúdo de ácido ascórbico (MELETTI, 2000). Assim o fruto destaca-se pelo alto teor de ácido ascórbico presente em sua polpa, o qual é absorvido completamente pelo corpo humano (ARAÚJO e MINAMI, 1994), essencial para a produção e manutenção do colágeno, responsável pela cicatrização de lesões e redução da suscetibilidade à infecção (COMBS, 2003).

Países como Estados Unidos, Japão e Europa se interessam pela polpa da acerola para utilização da vitamina C em busca de maior conservação e enriquecimento de alimentos processados, além disso, aproveitando-a para fabricação de cápsulas vitamínicas (ARAÚJO e MINAMI, 1994).

A quantidade de  $\beta$ -caroteno da acerola, quando associado ao alto teor de ácido ascórbico, caracteriza um fruto de grande importância nutricional, destaca-se também pela textura e sabor agradáveis, além de conter carotenoides e fitoquímicos, resultando positivamente na aceitação de mercado do produto (AGUIAR, 2001).

Alguns estudos realizados demonstram a riqueza de nutrientes e compostos antioxidantes em frutas, normalmente estes encontrados em suas sementes e cascas (COSTA et al., 2000; MELO et al., 2008; ABRAHÃO et al., 2010). É comum associar os benefícios do consumo regular de frutas à presença de compostos fenólicos, vitamina C e carotenóides (VASCONCELOS et al., 2006; KIM et al., 2007; PIENIZ et al., 2009).

Considerando a crescente produção nacional do fruto em questão e sua importância para a saúde humana, é de grande valia que o consumidor saiba o que está presente no produto que consome. Assim, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar as acerolas produzidas em sistema agrícola familiar da região de Itararé/SP e elaborar a tabela nutricional desses frutos.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas da região Sul de São Paulo, na cidade de Itararé. O experimento e as análises foram conduzidos nos laboratórios e usinas piloto do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Foram feitas duas colheitas em épocas distintas, denominadas então de amostra 1 (primeira coleta – ano 1) e amostra 2 (segunda coleta – ano 2), respectivamente. As amostras foram congeladas (-18 °C) em Freezer “doméstico” para conservação das amostras.

A composição centesimal dos frutos, quanto à umidade, sólidos totais, cinzas, lipídios, fibra bruta, carboidratos totais, açúcares redutores foi realizada conforme metodologia descrita pelas “Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz” (IAL, 2008).

Para o cálculo do teor de proteína foi determinado o conteúdo de nitrogênio total,

pelo Método de Kjeldahl, tal procedimento tem como base o aquecimento da amostra com ácido sulfúrico para digestão até que o carbono e o hidrogênio sejam oxidados (CECCHI, 2003).

O teor de lipídios foi feito através do aparelho de extração Soxhlet (IAL, 2008). O método é basicamente, a pesagem da amostra em papel filtro, amarrado com fio de lã, transferindo para o extrator previamente tarado a 105° C com adição de éter e então, mantendo sobre aquecimento à extração contínua.

Analisou-se a fibra bruta submetendo o material à digestão ácida com solução de ácido sulfúrico 1,25%, seguida por digestão alcalina com hidróxido de sódio 1,25%, segundo método n°.4.15 do IAL (2008).

Os açúcares redutores presentes na amostra foram determinados através do procedimento descrito por Cecchi (2003), sobre o método gravimétrico Munson-Walker, baseado na redução de cobre pelos grupos redutores dos açúcares. O resultado de açúcar total e redutor será expresso em termos de glicose.

A quantidade de carboidratos totais das amostras foi calculada a partir da diferença entre a massa inicial da amostra (100 gramas) e o total da massa de proteínas, de lipídios, de resíduo mineral fixo e de fibra alimentar.

O valor calórico total foi calculado empregando-se os seguintes fatores: 4: para proteínas e carboidratos e 9: para lipídios (FRANCO, 2001).

O teor de ácido ascórbico foi realizado pela metodologia de reação de oxidorredução com o iodo adicionado por titulação. O iodo formado reage com a espécie redutora da amostra formando iodeto, o equilíbrio da reação de oxidação do ácido ascórbico à dehidroascórbico é deslocado no sentido da forma reduzida de vitamina C. O ponto final da reação é detectado utilizando-se amido como indicador, a amilose do amido reage com o iodo, em presença de iodeto, formando um complexo azul escuro (IAL, 2008).

Para elaboração da Tabela Nutricional utilizou-se a metodologia disposta em ANVISA (2005).

Os resultados obtidos no presente estudo foram obtidos em duplicata ou triplicata. Foram analisados por Análise de Variância (ANOVA), sendo os resultados apresentados na forma de média  $\pm$  desvio padrão. As médias foram submetidas ao teste de comparação de médias, pelo Teste t de Student ( $p < 0,05$ ). A análise estatística foi realizada com auxílio do software livre ASSISTAT 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta os resultados referentes a análise físico-química em frutos de acerola provenientes da Região Sul de São Paulo. Foram feitas duas colheitas em épocas distintas, denominadas então de amostra 1 (primeira coleta – ano 1) e amostra 2 (segunda coleta – ano 2), respectivamente.

Análises	Composição centesimal (base úmida)		Composição centesimal (base seca)	
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 1	Amostra 2
Umidade (%)	92,69 ± 1,03 a	93,21 ± 0,77 a	-	-
Sólidos Totais (°Brix)	6,17 ± 0,29 a	6,25 ± 0,00 a	-	-
Açúcar Redutor (% de glicose)	5,96 ± 0,89 b	8,34 ± 1,18 a	-	-
Cinzas (%)	2,07 ± 0,03 b	3,532 ± 0,280 a	28,40 ± 0,03 b	52,06 ± 0,28 a
Proteínas (%)	2,31 ± 0,29 a	1,38 ± 0,02 b	31,57 ± 0,28 a	20,41 ± 0,02 b
Carboidratos totais (%)	2,782	1,776	38,09	26,175
Fibra Bruta (%)	0,75 ± 0,18 b	1,68 ± 0,283 a	10,24 ± 0,18 b	24,76 ± 0,28 a
Lipídios (%)	0,14 ± 0,01 a	0,09 ± 0,03 a	1,94 ± 0,01 a	1,36 ± 0,03 a
Ácido Ascórbico (mg.100g <sup>-1</sup> )	676,00 ± 16,97 a	724,00 ± 18,38 a	-	-

**Tabela 1** – Composição centesimal de frutos de acerola colhidos em diferentes épocas do ano. Resultados apresentados na forma de média ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas da mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste T de Student Tukey (p<0,05).

O teor de umidade obtido para a amostra da primeira colheita (amostra 1) e para a segunda colheita (amostra 2) foi de 92,69% e 93,21%, respectivamente. Estes resultados estão próximos ao encontrado por Sousa et al. (2011) em estudo sobre a caracterização nutricional de frutas tropicais, os quais obtiveram valor médio de 83,45% e por Canuto et al. (2010), onde avaliando as características físico-químicas de polpas de frutos da Amazônia verificaram um teor de umidade para a acerola de 97,5%.

Os sólidos solúveis totais possuem maiores teores em acerolas após o estágio de maturação, esses valores variam em relação ao genótipo e são alterados pela chuva ou excesso de irrigação, devido ao fato de ocorrer diluição do suco celular (NOGUEIRA et al., 2002). A quantidade de sólidos totais encontrada nesse estudo foi de 6,17 °Brix para a amostra 1 e 6,25 °Brix para a amostra 2. Segundo Alves (1996), os sólidos solúveis totais indicam o grau de maturação para a maioria dos frutos, podem ser encontrados para a acerola valores que variam de 5 a 12 °Brix. A legislação vigente (Brasil, 2000) determina que o valor mínimo para sólidos solúveis total em acerola é de 5,5 °Brix, sem estabelecer, portanto, um valor máximo.

O teor de açúcar redutor em % de glicose teve uma diferença significativa para a



amostra 1 e para a amostra 2, de 5,96% e 8,34%, respectivamente. O valor encontrado para a amostra 1 está de acordo com o valor apresentado por três diferentes autores; Caetano et al. (2011) encontraram 5,26% de açúcar redutor em polpa de acerola extraída de despulpadora, em estudo feito por Salgado et al (1999) avaliando polpa de frutas congeladas, obteve-se resultado de 5,19% de açúcar redutor e Soares et al. (2001) obtiveram valor médio de 5,49%.

O conteúdo de cinzas obtido foi de 2,07% para a primeira colheita (amostra 1) e 3,53% para a segunda colheita (amostra 2). Este resultado pode ser considerado elevado em relação a outros autores que estudaram o fruto. Segundo Sousa et al. (2011) o conteúdo de cinzas presentes na polpa de acerola foi 0,55% e Chaves et al. (2004) encontraram um valor de 0,46% em estudo sobre a caracterização de suco da acerola, de acordo com o autor, a composição das cinzas é correspondente à quantidade de substâncias minerais, considerada ainda como medida de qualidade, podendo ser um critério na caracterização dos alimentos.

De acordo com a Tabela 1, o teor de proteína encontrado no presente trabalho foi de 2,31% para a amostra 1 e 1,38% para a amostra 2, este resultado se aproxima do encontrado por Sousa et al. (2011), onde o teor médio de proteína foi de 1,65% em amostra de polpa de acerola, estes complementam o estudo com a análise de que geralmente as frutas não são consideradas fontes potenciais de proteínas, porém tem sua predominância em cascas e sementes, possivelmente por esse motivo alguns autores constataam valores mais elevados para o macronutriente.

Para os carboidratos, foi encontrado por diferença dos demais constituintes, o valor de 2,78% para amostra 1 e 1,77% para amostra 2 (Tabela 1), porém Sousa et al. (2011) obtiveram uma concentração de 10,76% de carboidratos totais. Os carboidratos mudam em quantidade e qualidade ao amadurecerem os frutos (CORRÊA et al., 2000), além disso, no Brasil não tem-se o costume de consumir cascas e sementes de frutas e hortaliças, acaba sendo desperdiçado grande quantidade de nutrientes, dentre estes, os carboidratos (MARQUES et al., 2008). Possivelmente Sousa et al. (2011) encontraram essa concentração ao avaliar a polpa juntamente com as cascas do fruto.

Em relação ao teor de lipídios, Canuto et al. (2010) obtiveram como resultado para esse constituinte 0,2%, este resultado pode ser considerado próximo aos valores encontrados nesse estudo, sendo 0,14 e 0,09%, para amostra 1 e 2, respectivamente, como mostra a Tabela 1. O mesmo pode ser analisado em estudo feito por Soares et al. (2001) sobre a desidratação da polpa da acerola, ao avaliar as características físico-químicas do fruto, obtiveram: 1,27% e 0,21%, para proteínas e lipídios, respectivamente. De acordo com Soares et al. (2001) complementando a análise dos lipídios presentes, relatam que o valor se enquadra na natureza geral da maioria dos frutos, classificados como pobres de tal nutriente.

Há uma diferença significativa ao avaliar o teor de fibras em polpas in natura ou congeladas, este fato foi analisado por Salgado et al. (1999), atingindo valor de 2,49%

para polpa de acerola in natura e 1,85% para polpa congelada. Dessa forma, o baixo teor de fibras da acerola no presente estudo, como indica a Tabela 1, 0,75% e 1,68% para a amostra 1 e 2, respectivamente, pode ser explicada pelo congelamento da polpa, além disso, há variação quanto a cultivar analisada e condições de cultivo da mesma.

Os valores apresentados na Tabela 1 para o conteúdo de ácido ascórbico nas amostras 1 e 2 (676,00 mg.100g<sup>-1</sup> e 724,00 mg.100g<sup>-1</sup>) estão fora do padrão de identidade e qualidade estabelecido por Brasil (2000), onde o valor mínimo aceitável é de 800 mg ácido ascórbico por 100 g de polpa. Freitas et al. (2006), apresentam os valores médios de vitamina C de acordo com diferentes autores, observa-se que o conteúdo de vitamina C sofre uma enorme variação, com teores de 779 a 3.094,43 mg.100 g<sup>-1</sup> de polpa.

A composição química dos frutos depende diretamente do estágio de maturação (VENDRAMINI e TRUGO, 2000), o teor de ácido ascórbico e as demais características relacionadas à qualidade da acerola, como por exemplo, o teor de sólidos solúveis, é afetado pela heterogeneidade genética dos pomares, influenciadas por temperatura, adubação, ocorrência de pragas e doenças, altitude e irrigação (NOGUEIRA et al., 2002).

A informação nutricional dos frutos de acerola provenientes da Região Sul de São Paulo é apresentada no Quadro 1.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 100 g (em média de dez a doze unidades)		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor Energético	17,00 kcal ou 71,00 kJ	0,85%
Carboidratos	9,00 g	3,00%
Proteínas	7,00 g	9,00%
Fibras	1,00 g	4,00%
Gordura Total	1,00 g	2,00%
Minerais	3,00 g	-
Vitamina C	700,00 mg	>100,00%

(\*)% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas (ANVISA, 2005)

**Quadro 1** – Informação Nutricional dos frutos de acerola provenientes da Região Sul de São Paulo.

No Quadro 1 pode-se observar que uma porção de 100 g de acerola proveniente da Região Sul de São Paulo possui um valor energético de 17,00 kcal ou 71,00 kJ, o qual equivale a 0,85% do valor diário recomendado para uma dieta de 2000 kcal. Este

resultado se aproxima das informações contidas na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), a qual estabelece valor energético de 22 kcal ou 92 kJ para polpa de acerola congelada.

A quantidade de 1,00 e 9,00 gramas para fibras e carboidratos, respectivamente, contidas nas acerolas em estudo, são semelhantes aos dados apresentados pela tabela TACO, sendo 0,7 g para fibras e 5,5 g para carboidratos em polpa de acerola congelada ou 1,5 g para fibras e 8 g para carboidratos em polpa de acerola crua.

Em referência a quantidade de vitamina C, o valor encontrado nesse estudo de 700 mg em 100 g de polpa é superior ao citado pela TACO (2011), onde estabelece-se valor de 623,2 mg, esta diferença pode ser considerada positiva, uma vez que é interessante um elevado consumo de vitaminas diariamente. Ao comparar com as informações contidas na TACO (2011) para vitamina C presente em suco de laranja baía, a qual possui maior teor dentre as demais laranjas, observa-se um valor de 94,5 mg, ou seja, a acerola mesmo que congelada possui maior teor de ácido ascórbico do que a laranja crua, considerada geralmente como fonte de vitamina.

Considerando que a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos de vitamina C, que é de 45 mg (IDR, 2005), a porção de 100g dos frutos estudados apresentam 1555,00% a mais de ácido ascórbico na IDR; assim mesmo passando por processo de congelamento a Vitamina C manteve padrão interessante para o consumo, quando verificada a porcentagem encontrada em relação à necessidade diária do consumidor.

## 4 | CONCLUSÕES

Por meio desse trabalho foi possível caracterizar as acerolas produzidas em sistema agrícola familiar da região de Itararé/SP e elaborar a tabela nutricional desses frutos. Isso pode ser considerada uma forma de incentivo à venda da produção dessa fruta em sistema de agricultura familiar.

Vale destacar a riqueza do fruto em ácido ascórbico, mesmo após o congelamento da polpa a acerola mantém consideravelmente a quantidade do constituinte. Sua ingestão *in natura* ou da polpa congelada é uma alternativa para enriquecimento da alimentação de forma saudável.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.414-420, mar./abr., 2010.

AGUIAR, L. P.  **$\beta$ -Caroteno, Vitamina C e Outras Características de Qualidade de Acerola, Caju e Melão em Utilização no Melhoramento Genético**. 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ALMEIDA, J.I.L.; LOPES, J.G.V.; OLIVEIRA, F.M.M. **Produtor de acerola**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 40p.

- ALVES, R. E. **Características das frutas para exportação**. In: NETTO, A.G.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.G.; BLEINROTH, E.W.; FREIRE, F.C.O.; MENEZES, J.B.; BORDINI, M.R.; SOBRINHO, R.B.; ALVES, R.E. Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. MAARA/SDR – Brasília: EMBRAPA – SPI, 1996, 30p.
- ANVISA. **Rotulagem nutricional obrigatória**: manual de orientação às indústrias de Alimentos - 2º Versão / Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Universidade de Brasília – Brasília : Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Universidade de Brasília, 2005. 44p
- ARAÚJO, P.S.R de; MINAMI, K. **Acerola**. Campinas: Fundação Cargill, 1994, 81p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta**. Instrução normativa nº 01, 7 de janeiro de 2000.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.
- CARVALHO, R. A. **Análise econômica da produção de acerola no município de Tomé-Açu, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 21p.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. rev. Campinas: Ed. Unicamp, 2003. 207p.
- CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, 2004.
- COMBS, J. R. Vitaminas. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-SUTMP, S. (Eds.). **KRAUSE: Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Ed. Rocca, 2003. p. 65-105.
- CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; RIBEIRO, L. J. Constituintes químicos da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* st. hill.) durante a maturação. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p. 130-135, 2000.
- COSTA, R. P.; MENENDEZ, G.; BRICARELLO, L. P.; ELIAS, M. C.; ITO, M. Óleo de peixe, fitosteróis, soja e antioxidantes: impactos nos lipídios e aterosclerose. **Revista da Sociedade de Cardiologia**, São Paulo, v.10, n.1, p.819-832, 2000.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2001.
- FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.
- GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Acerola para Exportação: Aspectos Técnicos da Produção**. Coleção FRUPEX. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 43p.
- IAL. Instituto Adolf Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ª ed., 1ª ed. digital. São Paulo, 1020 p. 2008.
- KIM, Y.; GIRAUD, D. W.; DRISKELL, J. A. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 6, p. 458-465, 2007.
- MARQUES, A. P. S.; CHICAYBAM, G.; TARANTO, M.; MANHÃES, L. R. T. Comparação da composição centesimal da casca de manga Tommy (*Mangifera indica* L) e da casca de melancia

(*Citrullus lanatus*) com suas respectivas polpas. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 100, 2008.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutas tropicais**. Guaíba (RS): Agropecuária, 2000. 239 p.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. A. G. L.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p.193-201, 2008.

NETO, L. G.; SOARES, M. S.; CHOUDHURY, M. M.; LEAL, I. M. **A cultura da acerola**. Brasília: Plantar, EMBRAPA. 101p, 1995.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. et al. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.463-470, 2002.

PIENIZ, S.; COLPO, E.; OLIVEIRA, V. R.; ESTEFANEL, V.; ANDREAZA, R. Avaliação *in vitro* do potencial antioxidante de frutas e hortaliças. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.552-559, mar./abr., 2009.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Rev. Nutr.**, v. 12, n.3. Campinas, 1999.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat -Statistical Attendance. In: **World Congress on Computers in Agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, A.; SILVA JR, A. FILHO, M. S. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) pelo processo "foam-mat". **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciênc. Agrotec.**, vol. 35, n. 3. Lavras, 2011. TACO – **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ª ed rev. e ampl. Campinas: NEPA – Unicamp, 161 p., 2011.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia glabra* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, v.71, n.2, p.195-198, 2000.

## ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BOLO DE FUBÁ ELABORADO COM ÓLEO DE POLPA DE ABACATE *Persea americana*

**Vinícius Lopes Lessa**

Universidade Federal de São João Del Rei  
Sete Lagoas-Minas Gerais

**Maria Clara Coutinho Macedo**

Universidade Federal de Minas Gerais

**Aline Cristina Arruda Gonçalves**

Universidade Federal de São João Del Rei  
Sete Lagoas-Minas Gerais

**Christiano Vieira Pires**

Universidade Federal de São João Del Rei  
Sete Lagoas-Minas Gerais

**RESUMO:** A polpa do abacate é rica em calorias, vitaminas, sais minerais e óleo, sendo este óleo, com alto teor de compostos bioativos como carotenoides, ácido ascórbico, compostos fenólicos, tocoferóis, fitoesteróis, vitaminas E, C, A e do complexo B. Atualmente, mudanças recorrentes nos hábitos alimentares das pessoas de maneira geral, fazem com que as mesmas, prefiram alimentos mais saudáveis. Sendo assim, o presente estudo objetivou a extração do óleo de abacate *Persea americana*, bem como sua aplicação na alimentação humana como substituto do óleo de soja, no desenvolvimento de bolo de fubá, consumido por grande parte da população brasileira. Determinou-se a composição centesimal da polpa de abacate, que foi congelada e liofilizada para extração do óleo por

filtro prensa. A polpa de abacate, apresentou teores médios de umidade (69,75%), lipídeos (19,66), cinzas (1,18%), proteínas (0,13) e carboidratos (9,28%). Já para o bolo de fubá desenvolvido com o óleo da polpa de abacate foi avaliado sua aceitação sensorial, intenção de compra e composição centesimal. Para os parâmetros cor, sabor, textura e impressão global, o bolo demonstrou escores acima de oito, demonstrando relevante aceitação sensorial, já quanto a intenção de compra, nota média igual a 4,2 ou seja, intenção de compra expressiva. Os teores médios de umidade, lipídeos, cinzas, proteínas e carboidratos para o bolo foram de 23,76%, 11,95%, 1,25%, 5,28% e 57,76% respectivamente. O processo de elaboração do óleo foi satisfatório, e o bolo de fubá desenvolvido apresentou boa aceitação sensorial, caracterizando-se como um produto promissor para a indústria alimentícia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentação saudável, Bolo de Fubá, Óleo de Abacate, Análise sensorial.

**ABSTRACT:** The avocado pulp is rich in calories, vitamins, minerals and oil, being this oil, with high content of bioactive compounds such as carotenoids, ascorbic acid, phenolic compounds, tocopherols, phytosterols, vitamins E, C, A and the complex B. Currently, recurrent changes in people's eating habits generally



mean that they prefer healthier foods. Thus, the present study aimed at the extraction of *Persea americana* avocado oil, as well as its application in human food as a substitute for soybean oil, in the development of corn cake, consumed by a large part of the Brazilian population. The centesimal composition of the avocado pulp was determined, which was frozen and lyophilized for oil extraction by filter press. The avocado pulp had medium moisture contents (69.75%), lipids (19.66), ashes (1.18%), proteins (0.13) and carbohydrates (9.28%). As for the cornmeal cake developed with the oil of the avocado pulp, its sensory acceptance, purchase intention and centesimal composition were evaluated. For the parameters color, taste, texture and overall impression, the cake showed scores above eight, demonstrating relevant sensorial acceptance, as far as the intention to buy, average grade equal to 4.2, ie, expressive purchase intention. The average levels of moisture, lipids, ashes, proteins and carbohydrates for the cake were 23.76%, 11.95%, 1.25%, 5.28% and 57.76%, respectively. The process of preparation of the oil was satisfactory, and the cake of developed corn meal showed good sensorial acceptance, characterizing itself as a promising product for the food industry.

**KEYWORDS:** Healthy Eating, Fubah Cake, Avocado Oil, Sensory Analysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

O abacateiro (*Persea americana*) é uma árvore frutífera com plantios comerciais em grande número de países, em 2014, o Brasil produziu aproximadamente 157,6 mil toneladas de abacate em uma área de 9,4 mil hectares, sendo que juntos os estados de São Paulo (79,3 milhões de frutos) e Minas Gerais (41,3 milhões de frutos) demonstraram uma participação de 76,9 % do mercado nacional de produção (FAO, 2016).

O abacateiro é uma árvore perene, com polpa comestível e rica em vitaminas, sais minerais e óleo, além de ser cremosa, podendo apresentar coloração verde clara ou amarelo esverdeada, com uma única semente grande no interior. No Brasil os frutos maduros são consumidos *in natura*, e no caso do abacate normalmente amassados com açúcar ou em outras preparações (MAIA *et al.*, 2009).

Segundo DAIUTO (2014); o abacate 'Hass', denominado 'avocado', destaca-se dentre as variedades comercializadas no mercado brasileiro, sendo este, o de menor diâmetro, casca mais grossa, maior teor de lipídios, menor teor de água e, portanto, apresentando uma polpa mais consistente. Entretanto ainda a maior parte da produção do 'avocado' é destinada ao mercado externo.

Esse fruto tem sido reconhecido por seus benefícios à saúde, especialmente em função dos compostos presentes na fração lipídica, como ácidos graxos ômega, fitoesteróis, tocoferóis e esqualeno (CHAVES *et al.* 2013).

Mundialmente o consumo deste fruto apresenta variação. Na América central como a Guatemala, este é um fruto tradicional, o qual é consumido diariamente pela população já no México ele é utilizado como ingrediente em pratos típicos,

principalmente o “Guacamole”. Em alguns países como o Brasil, o abacate é consumido como sobremesa, podendo ser adicionado sacarose e outros ingredientes para o seu preparo. Atualmente o consumo do abacate processado, vem crescendo em outras regiões, como, por exemplo, Espanha, e alguns países da América do Sul. (ZÜGE, 2015).

Já o óleo de abacate, produto oriundo a partir da polpa, apresenta diversos compostos bioativos como carotenoides, ácido ascórbico, compostos fenólicos, tocoferóis, fitoesteróis, entre outros (OLIVEIRA, 2017).

As vitaminas E e C, presentes no óleo de abacate são potentes antioxidantes, protegendo os tecidos do corpo dos radicais livres. As vitaminas A e do complexo B são essenciais para o desenvolvimento saudável de células e tecidos (SALGADO, 2005).

O óleo de abacate é rico em  $\beta$ -sisterol que é um ácido oleico utilizado como coadjuvante no tratamento de hiperlipidemias (SALGADO et al., 2008).

As recomendações médicas e nutricionais estimularam a diminuição do consumo de ácidos graxos saturados, presentes em grandes quantidades no óleo de soja, utilizado em diversos produtos de panificação, como bolos por exemplo. Tais recomendações se dão tanto pela ação dos ácidos graxos saturados no aumento do LDL-colesterol, quanto pelo aumento do risco de doenças cardiovasculares, evidenciado por diversos estudos epidemiológicos (SANTOS 2013).

Entre os mais diversos produtos de panificação, o bolo apresenta importância considerável quanto ao consumo e comercialização no Brasil, e o desenvolvimento tecnológico possibilitou mudanças nas indústrias, transformando a produção deste em grande escala (MOSCATTO; PRUDÊNCIO FERREIRA; HAULY, 2004).

Entre os produtos de panificação, os bolos encontram-se em segundo lugar, ficando atrás apenas do pão, podendo os bolos serem de vários sabores, como de fubá, muito consumido pelos brasileiros principalmente do estado de Minas Gerais (GOHARA et al., 2014). No Brasil, o consumo per capita de bolo industrializado é igual a 0,16 kg/ano, ocupando o oitavo lugar no ranking mundial de vendas (ABIMAPI, 2016).

Neste contexto o presente estudo teve como objetivo, elaborar o óleo de abacate, além de verificar a aplicação do mesmo como um substituto do óleo de soja no desenvolvimento de bolo de fubá.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do óleo de abacate, foram utilizados frutos do abacateiro (*Persea americana* ‘Hass’) da safra de 2018, adquiridos no comércio varejista de Sete Lagoas. Os frutos foram selecionados visando à homogeneização do lote quanto ao tamanho, cor, estágio de maturação, ausência de injúrias e de defeitos. Os frutos

maduros foram então higienizados e separados manualmente em polpa, casca e semente conforme mostra a Figura 1.



**Figura 1:** Imagem ilustrativa do processo de separação manual entre polpa semente e casca do abacate do cultivar 'Hass'

Fonte: Autor

Durante o processo de despulpamento foi calculado o rendimento da polpa em relação ao abacate inteiro por meio da pesagem dos frutos íntegros e da polpa obtida.

Na sequência foi realizada a análises de composição centesimal da polpa de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008). Em seguida a polpa extraída foi congelada (congelador vertical Whirpool B.A. Brastemp automático) a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}/48\text{h}$  e liofilizada (Liofilizador da marca Terroni, modelo LS6000) a temperatura de  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  e pressão de 212 mmHg.

Terminado a liofilização, a polpa foi triturada em multiprocessador, homogeneizada e embalada a vácuo em filme de polietileno, sendo este revestido com papel-alumínio e protegidos da luz a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , até extração do óleo.

Com a polpa liofilizada foram realizadas análises de composição centesimal do extrato seco. Na sequência o óleo da polpa liofilizada foi extraído mediante o uso de prensa hidráulica com filtro de tecido de algodão (etapa realizada no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa), conforme apresentado na Figura 2.



**Figura 2:** Imagem ilustrativa de uma Prensa hidráulica para extração de óleo e do Processo de prensagem da polpa de abacate liofilizada.

Fonte: Autor

O óleo de abacate extraído foi armazenado em embalagem de vidro envolta por papel de alumínio.

Para a elaboração do bolo foram, se fez o uso dos seguintes ingredientes: farinha de trigo, fubá de milho, açúcar, fermento químico, ovos, leite e óleo de polpa de abacate. Todos os componentes foram adquiridos no comércio varejista da cidade de Sete Lagoas-MG.

Sendo então desenvolvida uma formulação do bolo de fubá, conforme especificado na Tabela 1.

<b>Ingredientes*</b>	<b>Quantidade pra 100 g de massa</b>
Açúcar	26,6 0g
Farinha de trigo	13,36 g
Fubá	13,04 g
Ovos grandes	13,73 g
Leite	20,70 g
Óleo de abacate	10,57 g
Fermento químico	2,00 g

**Tabela 1:** Relação dos ingredientes utilizados na formulação da massa do bolo de fubá elaborado com óleo da polpa de abacate.

\* (açúcar refinado da marca União, farinha de trigo enriquecida com ácido fólico e ferro da marca Boa Sorte, fubá mimoso da marca Pachá, leite UHT integral Itamé, óleo extraído da polpa de abacate, fermento em pó químico Royal).

Inicialmente foi realizado a mistura dos ovos, óleo e açúcar até total homogeneização (Liquidificador Industrial 4 Litros Baixa Rotação, TR004 – Vithory), terminando esse processo, foram adicionados o restante dos ingredientes sendo o leite adicionado a temperatura de aproximadamente 42 °C. Em seguida, a massa foi colocada em uma forma de alumínio (5 cm de altura, 23 cm de largura por 33 cm de comprimento) untada com óleo da polpa de abacate e pulverizado de farinha de trigo tipo 1. Na sequência o bolo foi assado à 180 °C por quarenta minutos em forno doméstico pré-aquecido por 5 minutos.

Para o bolo de fubá elaborado com óleo de polpa de abacate (*Persea americana*) foi determinada sua composição centesimal, valor energético e avaliado sua aceitação sensorial e intenção de compra.

Para a determinação da composição centesimal, utilizou-se a metodologia descrita segundo o INSTITUTO ADOLF LUTZ (2008). A umidade foi determinada por técnica gravimétrica em estufa ventilada à 55 °C com secagem até peso constante. As cinzas foram determinadas por técnica gravimétrica em forno tipo mufla a 550 °C. Proteína foi determinada pelo método de Kjeldahl utilizando fator de 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína total. Lipídeos totais foram determinados pelo método de Soxhlet utilizando como solvente o éter de petróleo. Carboidratos totais foram determinados por diferença.

O valor calórico (VC) foi calculado em Kcal/100 g de produto, considerando-se que cada grama de proteína, gordura e carboidrato aportam 4, 9 e 4 Kcal/g, respectivamente, conforme seguinte equação:

$$VC = 4 \left( \frac{P}{100} \right) + 9 \left( \frac{G}{100} \right) + 4 \left( \frac{C}{100} \right) \quad (\text{Eq.1})$$

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, MG.

Participaram da avaliação sensorial 70 avaliadores não treinados, sendo eles funcionários, alunos e professores da instituição de ambos os sexos e com idade entre 18 e 63 anos. O método sensorial utilizado foi o teste de aceitação, que avaliou os atributos: cor, sabor, textura e impressão global, por meio de escala hedônica de 9 pontos variando de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo”. Também foi solicitado a indicação de intenção de compra do produto através de uma escala de 5 pontos, variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria” conforme Figura 3.

Nome:..... Sexo : ..... Idade: .....

Por favor, avalie a amostra de bolo de fubá produzido utilizando óleo de abacate, use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto (cor, sabor, textura e impressão global).

9 - gostei muitíssimo	( ) Cor
8 - gostei muito	( ) Sabor
7 - gostei moderadamente	( ) Textura
6 - gostei ligeiramente	( ) Impressão Global
5 - nem gostei/nem desgostei	
4 - desgostei ligeiramente	
3 - desgostei moderadamente	
2 - desgostei muito	
1 - desgostei muitíssimo	

Se o produto estivesse à disposição no mercado, indique através da escala abaixo o grau de certeza de que você compraria ou não o produto.

1-( ) Decididamente eu compraria  
2-( ) Provavelmente eu compraria  
3-( ) Talvez sim / Talvez não  
4-( ) Provavelmente eu não compraria  
5-( ) Decididamente eu não compraria

Comentários:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Figura 3:** Ficha para avaliação sensorial da amostra de bolo de fubá com substituição do óleo de soja pelo da polpa de abacate.

Fonte: Modificado de MININ (2018)

Foram servidos em torno de 10 g de amostra em formato de cúbico acompanhado por ficha de avaliação e um copo de água. Foram servidas de forma aleatória e monódica, em cabines individuais sob luz branca, em pratos de plástico brancos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento médio de obtenção da polpa de abacate em relação ao furto inteiro foi de 66,89 %, ou seja, para cada 100 g de abacate integro e sem injúrias, obteve-se em média 66,89 g de polpa. No trabalho de ZÜGE (2015), ao extrair e caracterizar a polpa e o óleo de abacate *Persea americana*, encontrou valor de 64%, próximo ao desse estudo, assim como JORGE (2014), que obteve um rendimento médio de 64,75 %.

Já na Tabela 2, são apresentados os resultados médios referentes as análises de composição centesimal da polpa in natura do abacate *Persea americana*.

Amostra	Proteína	Umidade	Cinzas	Lipídeos	Carboidratos
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)



Polpa	0,13±0,004	69,75±0,71	1,18±0,021	19,66±0,01	9,28
-------	------------	------------	------------	------------	------

**Tabela 2** – Resultados médios da composição centesimal da polpa de abacate Hass seguidas do desvio padrão.

Como pode ser observado na tabela 2, o teor de proteínas encontrado na polpa de abacate do cultivar Hass é baixo, em torno de 0,13 % e inferior ao encontrado por ZÜGE (2015), que foi de 2,36 % para a polpa de abacate. Já em outro estudo realizado por FERRARI (2015), ao avaliar as diferentes composições centesimais das partes do fruto do abacate do cultivar Hass, verificou um teor de 1,63 % de proteína na polpa.

O teor de umidade na polpa de abacate foi de 69,75 %. O cultivar estudado, é o que mais possui ácidos graxos em sua constituição e conseqüentemente um menor teor de água se comparado com outros cultivares como Fortuna e Margarida que possuem teor de umidade de 76,94 % e 79,12 % respectivamente (ZÜGE 2015). Já em outro trabalho realizado por SILVA *et al.*, (2014) foi encontrado valor um pouco inferior para o cultivar Hass, igual a 61,31 %.

O teor de cinzas, representam os resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica, podendo-se considerar como sendo o resíduo mineral fixo presente no alimento. O teor de cinzas encontrado na polpa foi igual a 1,18 %, valor próximo ao encontrado por JORGE (2014) que obteve valor de 1,08 % para a variedade Hass.

A quantidade de lipídeos encontrada na polpa de abacate foi de 19,66 %, valor condizente com o encontrado por SILVA *et al.*, (2014), que foi de 20,9 %. Eles concluíram também que as cultivares Hass e a Fuerte são as que possuem maior concentração de óleo na polpa. Em outro trabalho, FERRARI, (2015) encontrou teor de lipídeos em torno de 25,47 %. O elevado conteúdo de umidade na polpa fresca, constitui a principal limitação para obtenção de óleo de abacate, afetando o rendimento de extração e o custo de produção.

O teor de carboidratos presente na polpa do abacate, corresponderam a 9,28% de sua massa total. Já no trabalho de FERRARI (2015), quantificou-se 5,35% de carboidratos na polpa de abacates do cultivar Hass, pouco abaixo do encontrado nesse estudo.

Os resultados referentes às análises de composição centesimal do bolo de fubá elaborado com óleo extraído de polpa de abacate estão apresentados na Tabela 3.

Amostra	Proteína (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
Bolo de fubá	5,28±0,14	23,76±0,28	1,25±0,01	11,95±0,36	57,76

**Tabela 3** – Resultados médios percentuais da composição centesimal do bolo de fubá elaborado com óleo de polpa de abacate

O teor de proteína encontrado no bolo de fubá com substituição do óleo de soja pelo óleo de polpa de abacate foi de 5,28 ±0,14 %, valor um pouco superior ao

encontrado por MAURÍCIO *et al.* (2012) ao analisar formulações de bolos elaborados com óleo de palma e de milho com valores entre 2,48 % e 2,90 % para proteínas. Sendo o resultado relacionado aos outros constituintes do bolo, como a quantidade de ovos utilizada na formulação.

De acordo com dados apresentados pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) o bolo de milho apresenta teores de proteínas de 4,8 %, cinzas de 1 % e lipídeos de 12,4 % (TACO, BRASIL, 2011), para cinzas, teores próximos foram encontrados neste trabalho que ficaram em torno de 1,25 %.

De acordo com a Tabela 3, o teor de umidade foi de 23,76 %, valor próximo ao encontrado por CARNEIRO *et al.* (2015), ao analisar bolos com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de linhaça, aveia e quinoa, encontrando teores de umidade entre 24,32 % e 24,49 %. Em outro trabalho realizado por PEREIRA (2014), o teor de umidade encontrado em bolo padrão e em bolo fortificado com farinha de semente de melão foram 21,75 % e 24,36 % respectivamente, teores similares aos detectados no trabalho.

O teor de lipídeos na formulação do bolo foi de 11,95 %, valor inferior ao encontrado por PEREIRA (2014), que encontrou 20,47 % de lipídeos, para formulação padrão e 23,23 % para formulação fortificada com farinha de semente de melão, essa diferença pode estar relacionada a formulação, como a quantidade de óleo.

O teor de carboidratos encontrado na amostra foi de 57,76 %, MAURÍCIO *et al.* (2012), ao analisar bolos com substituição da farinha de trigo por um mix de farinhas encontrou valor de 57,59 % de carboidratos, bem próximo ao encontrado no trabalho.

Os bolos de milho contem em média 311 Kcal/100g de valor energético (TACO, BRASIL, 2001), neste estudo o valor foi de 359 Kcal/100g. Os lipídeos são os componentes que mais fornecem energia, e pelo fato do bolo ter sido elaborado com um óleo de bom valor nutricional, podemos dizer que o consumo de um produto com alto valor energético pode ser viável a saúde, por possuir em sua composição substâncias com boas características nutricionais.

Na Tabela 4, estão apresentadas as médias obtidas para os atributos sensoriais cor, sabor, textura e impressão global da análise sensorial do bolo de fubá elaborado com óleo de soja.

Amostra	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
Bolo de fubá	8,28	8,02	8,21	8,15

**Tabela 4** - Média das notas atribuídas pelos julgadores aos atributos sensoriais para o bolo de fubá elaborado com óleo extraído de polpa de abacate.

A cor apresentou nota média de 8,28 em escala hedônica com variação entre 9 gostei muitíssimo e desgostei muitíssimo, nota superior a encontrada por MAURÍCIO (2012) que elaborou formulações de bolos com diferentes óleos e farinhas, onde a

maior nota para o quesito cor foi de 7,44. É importante se obter um bom resultado em relação a cor, pois o óleo de abacate apresenta coloração verde intensa, entretanto podemos observar com o resultado das médias das notas em relação ao atributo de cor do produto não houve interferência da coloração do óleo no bolo que leve a uma rejeição do consumidor nesse atributo.

O sabor é um atributo muito importante, pois é responsável em grande parte pela aceitação do produto. Como pode ser observado na Tabela 4, o sabor recebeu nota média de 8,02, ficando entre 'gostei muito' e 'gostei muitíssimo'.

A textura alcançou nota média igual a 8,21, sendo o segundo atributo avaliado com melhor score. Nos alimentos, os lipídeos têm importante papel na influencia desse parâmetro, dando origem a produtos mais macios e com melhor palatabilidade e como pode-se observar o produto obteve excelente média.

De acordo com as notas obtidas, para o bolo elaborado com óleo de polpa de abacate, verificou-se aceitação satisfatória com escores acima de 6, muito próximo de 8 'gostei muito'. Pode-se considerar que a substituição de óleo de soja pelo óleo de abacate na formulação do bolo de fubá não provocou rejeição deste produto.

Considerando que ao se desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade, a fim de predizer seu comportamento frente ao mercado consumidor, a substituição do óleo de soja pelo óleo de abacate não influenciou negativamente a aceitação sensorial deste produto, indicando que o mesmo pode ser utilizado como produto alternativo para o desenvolvimento de bolos

Quanto a intenção de compra, a média encontrada foi de 4,27 para a formulação ficando entre 'provavelmente compraria' e 'certamente compraria'.

A formulação apresentou resultado satisfatório, podendo assim concluir que há potencial de mercado para o bolo de fubá elaborado com óleo de abacate, o que indica que o uso do óleo foi satisfatório para substituir o óleo de soja mantendo as características sensoriais e tecnológicas agradáveis. Podendo aumentar a quantidade de produtos saudáveis ou que tragam benefícios à saúde no mercado, atendendo a demanda desse tipo de produto por parte dos consumidores.

#### **4 | CONCLUSÃO**

O processo de extração de óleo da polpa de abacate seca por liofilização, realizada através de um filtro prensa foi viável e o rendimento do óleo em relação ao peso da polpa seca satisfatório.

O bolo elaborado com o óleo da polpa de abacate apresentou boa aceitação sensorial com resultados satisfatórios para todos os atributos sensoriais, e bom índice de intenção de compra, sendo um potencial promissor para a indústria e panificação visto ser uma gordura mais saudável.

## REFERÊNCIAS

- ABIMAPI, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS. **Estatísticas de pães e bolos industrializados**. São Paulo: ABIMAPI, 2016.
- CARNEIRO, G. S., PIRES, C. R. F., PEREIRA, A. S., CUNHA, N. T., SILVA, C. A. da. Caracterização físico-química de bolos com substituição parcial da farinha de trigo por aveia, quinoa e linhaça. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.11, n.21, p. 2015.
- CHAVES, M. A., MENDONÇA, C. R. B., BORGES, C. D., PORCU M. O. Preparation of whole cookie using avocado pulp flour and oil. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.31, p.215-226, 2013.
- DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; VILEIGAS, D. F. Estabilidade físicoquímica de um produto de abacate acondicionado em diferentes embalagens e conservado pelo frio. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n.1, p. 99-107, 2010.
- DAIUTO, E. R., TREMOCOLDI, M. A., SEVERINO, M. A., VIEITES, R. L., MINARELLI, P. H. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'Hass'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 417-424, June 2014.
- DREHER, M. L. & DAVENPORT, A. J. Hass avocado composition and potential health effects. **Nutrition Science Solutions**, USA, 2013.
- FAO. Food and Agriculture organization and the United Nations. **Production / Live Animals**. 2016.
- FERRARI, Roseli Aparecida. Nota Científica: Caracterização físico-química do óleo de abacate extraído por centrifugação e dos subprodutos do processamento. **Braz. J. Food Technol**, v. 18, n. 1, p. 79-84, 2015.
- GOHARA, A. K.; SOUZA, A. H. P.; ZANQUI, A. B.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Chemometric tools applied to the development and proximal and sensory characterization of chocolate cakes containing chia and azuki. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 36, n. 3, p. 537-543, 2014.
- IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª ed. São Paulo, 1º Ed. digital, 1002 p., 2008.
- JORGE, T. S. **Avaliação reológica do óleo de abacate (Persea americana Mill) e estudo da estabilidade sob condições de aquecimento e armazenamento à temperatura ambiente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, São Jose do Rio Preto, 2014.
- LOTTEMBERG A. M. Importance of the dietary fat on the prevention and control of metabolic disturbances and cardiovascular disease. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, v. 53, p. 595-607, 2009.
- MAIA, G. A., SOLSA, P. H., LIMA, A. S., CARVALHO, J. M., FIGUEIREDO, R. W. Processamento de frutas tropicais: nutrição, produtos e controle de qualidade. **Edições UFC**, 2009.
- MACHADO, B.A.S.; DRUZIAN, J.I. Análise da estabilidade e da composição em ácidos graxos em manteiga de garrafa produzida artesanalmente. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v.68, n.2, p.35-42, 2009.
- MAURICIO, A. A., CUCCHARLES, P.B., BOLINI, H. M. A., SOLSA, V. M. C. de. Bolo de cenoura com e sem glúten: desenvolvimento da formulação e aceitação do produto. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 3, p. 250-257, 2012.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: Estudos com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV. 3ª Ed. p.332, 2013.
- MIRANDA, N. L., RECK, I., CLEMENTE, E. Utilização de polpa de abacate em formulações de bebidas lácteas probióticas. **Revista uningá review**, v. 26, n. 3, 2016.

- MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.
- OLIVEIRA A. P., GUIMARÃES, I. C., MENEZES E. G. T. CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE ABACATE (*Persea americana* MILL) DA REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 6, p.813-818, 2017.
- OZDEMIR, F. & TOPUZ, A. Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. **Food Chemistry**, v. 86, p. 79–83, 2004.
- PEREIRA, H. L. S. **Aceitabilidade e composição centesimal de bolo de chocolate (tipo mãe benta) isento de glúten e lactose fortificado com farinha de semente de melão (*Cucumis melo*)**. Monografia em Nutrição, Universidade Federal do Maranhão, São Luiz, UFSM, 2014.
- ROCHA, T. E. S. **Composição de ácidos graxos e de fitoesteróis em frutos de quatro variedades de abacate (*Persea Americana* Mill)**. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana), Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- SALGADO J. M., DANIELI, F., REGITANO-D'ARCE M. A., B., FRIAS A., MANSIO D. N. Óleo de abacate (*Persea americana* Mill) como matéria-prima para a indústria alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 20-26, 2008.
- SALGADO, J. M. **Alimentos Inteligentes**. São Paulo: Editora Prestígio, p.32-38, 2005.
- SANTOS, R. D., GAGLIARDI A. C. M., XAVIER H. T., MAGNONI C. D., CASSANI R., LOTTENBERG A. M. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arq Bras Cardiol**. v. 3, p-1-40, 2013.
- SILVA, E. M. **Determinação de macrocomponentes na polpa in natura do abacate (*Persea americana* Miller), comercializadas em mercados de São Luís-MA**. Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Curso de química industrial. São Luiz. 2017.
- SILVA, F. O. dos R., RAMOS, J. D., OLIVEIRA, M. C. C. de, RUFINI, J. C. M., RAMOS, P. de S. Fenologia reprodutiva e caracterização físico-química de abacateiros em Carmo da Cachoeira, Minas Gerais. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n.1, p. 105-111, jan/fev, 2014.
- SOARES, J. P., MARQUES, G. de A., MAGALHÃES C. S de, SANTOS, A. B., JOSÉ, J. F. B. de S., SILVA, D. A., DILVA, E. M. M.da. Efeito da adição de proteína do soro do leite como substituto do trigo na formulação de bolos sem adição de açúcar. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2016190, 2018.
- TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS**. BRASIL. 4ª edição Campinas – SP 2011.
- TANGO J. S., CARVALHO, C. R. L. & SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 17-23, 2004.
- TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R.; LIMONTA, S. N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 17-23, 2004.
- ZÜGE, L. C. B. **Extração e caracterização da polpa e do óleo de abacate (*Persea americana*) visando a obtenção de fosfolipídeos para uso em emulsões/ Luana Carolina Bosmuler Züge**. Tese - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, 2015 – Curitiba, 2015.



## ESPÉCIES DO SUBGÊNERO *Decaloba* (*Passiflora*, *Passifloraceae*) COMO FONTES DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE LAGARTAS

**Tamara Esteves Ferreira**

Universidade de Brasília, Brasília- DF

**Fábio Gelape Faleiro**

Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

**Jamile Silva Oliveira**

Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

**Alexandre Specht**

Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

**RESUMO:** Dentro do gênero *Passiflora*, *Decaloba* é o segundo maior subgênero, incluindo aproximadamente 235 espécies de trepadeiras com porte pequeno, folhas variegadas ou bilobadas e flores pequenas que são potenciais fontes de resistência ao ataque de lagartas. Neste trabalho, objetivou-se caracterizar o nível de resistência de espécies do subgênero *Decaloba* ao ataque de lagartas. O estudo foi realizado no Banco Ativo de Germoplasma ‘Flor da Paixão’ da Embrapa Cerrados. Foram avaliados 16 acessos de *Passiflora* spp. de espécies pertencentes ao subgênero *Decaloba*, sendo elas: *P. suberosa*, *P. rubra*, *P. biflora*, *P. organensis*, *P. auriculata*, *P. ferruginea*, *P. morifolia*, *P. warmingii*, *P. micropetala* e *P. vespertilio*. Foram coletadas 12 folhas na região mediana dos ramos das plantas de cada acesso. Modelos de estimativa de área foliar, com base em dimensões lineares, foram utilizados para estimar a porcentagem de

área foliar consumida pelas lagartas. Foram realizadas análises de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-knott a 1% de probabilidade. Dos 16 acessos avaliados, oito apresentaram 100% da área foliar consumida por lagartas, sendo eles: três acessos de *P. suberosa*, *P. rubra*, *P. biflora*, *P. organensis*, *P. auriculata* e *P. ferruginea*. Os acessos de *P. micropetala* e *P. auriculata* apresentaram a menor porcentagem de área foliar consumida pelas lagartas.. Esses resultados demonstram que há uma variabilidade intraespecífica que possibilita a identificação de fontes de resistência genética ao ataque de lagartas.

**PALAVRAS-CHAVE:** resistência a insetos, melhoramento genético, germoplasma

**ABSTRACT:** Within the genus *Passiflora*, *Decaloba* is the second largest subgenus, including approximately 235 species of small-sized vines, variegated or bilobate leaves and small flowers that are potential resistance sources to caterpillars attack. In this work, the objective was to characterize the resistance level of species of the subgenus *Decaloba* to caterpillars attack. The study was carried out at the Germplasm Active Bank ‘Flor da Paixão’ at the Embrapa Cerrados. Sixteen accessions of *Passiflora* spp. species belonging to the subgenus *Decaloba* were evaluated: *P. suberosa*, *P. rubra*, *P. biflora*, *P. organensis*, *P.*



*auriculata*, *P. ferruginea*, *P. morifolia*, *P. warmingii*, *P. micropetala* and *P. vespertilio*. Twelve leaves were collected in the median region of the plant branches of each accession. Models of leaf area estimation, based on linear dimensions, were used to estimate the percentage of leaf area consumed by caterpillars. Variance analyzes were performed and the means were grouped by the Scott-knott test at 1% of probability. Of the 16 accessions evaluated, eight presented 100% of the leaf area consumed by caterpillars, being: three accessions of *P. suberosa*, *P. rubra*, *P. biflora*, *P. organensis*, *P. auriculata* and *P. ferruginea*. The accessions of *P. micropetala* and *P. auriculata* presented the lowest percentage of leaf area consumed by caterpillars. These results demonstrate an intraspecific variability that allows the identification of sources of genetic resistance to caterpillar attack.

**KEYWORDS:** insect resistance, breeding, germplasm

## 1 | INTRODUÇÃO

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, que é amplamente distribuída nos trópicos e regiões temperadas e é composta por cerca de 24 subgêneros e cerca de 520 espécies, sendo que mais de 150 são originárias do Brasil e cerca de 70 produzem frutos comestíveis (BERNACCI et al., 2013; VIEIRA & CARNEIRO, 2004).

A maioria das espécies é do gênero *Passiflora* sendo oriunda principalmente das regiões Central e Norte do Brasil, considerado um dos centros de diversidade genética (CUTRI et al., 2013). Dentro do gênero *Passiflora*, *Decaloba* é segundo maior subgênero incluindo aproximadamente 235 espécies de trepadeiras com porte pequeno, folhas variegadas ou bilobadas e flores pequenas (KROSNICK et al., 2013). A Figura 1 ilustra algumas espécies do subgênero *Decaloba*.

Até recentemente, esse subgênero vinha sendo tratado pelo nome de *Plectostemma*, porém MACDOUGAL (1994) reconheceu a prioridade nomenclatura de *Decaloba*. Vale ressaltar que, no Brasil, ocorrem 20 táxons (19 espécies e uma subespécie) pertencentes a cinco superseções. Dentre elas, destaca-se a superseção *Decalobana* na qual estão incluídas as seções *Decaloba* e *Xerogona* (MILWARD-DE-AZEVEDO et al., 2012).

As principais características do subgênero *Decaloba* são: a presença ou ausência de glândulas peciolares; os tipos de inflorescências; o número de séries de filamentos da corona e a forma do ápice dos referidos filamentos; as características do pólen; os tipos de frutos e a ornamentação da testa da semente (MILWARD-DE-AZEVEDO et al., 2012).



Embrapa -

*Passiflora biflora*



Imagens: Google Imagens

Embrapa -

*Passiflora ferruginea*



Embrapa -

*Passiflora micropetala*



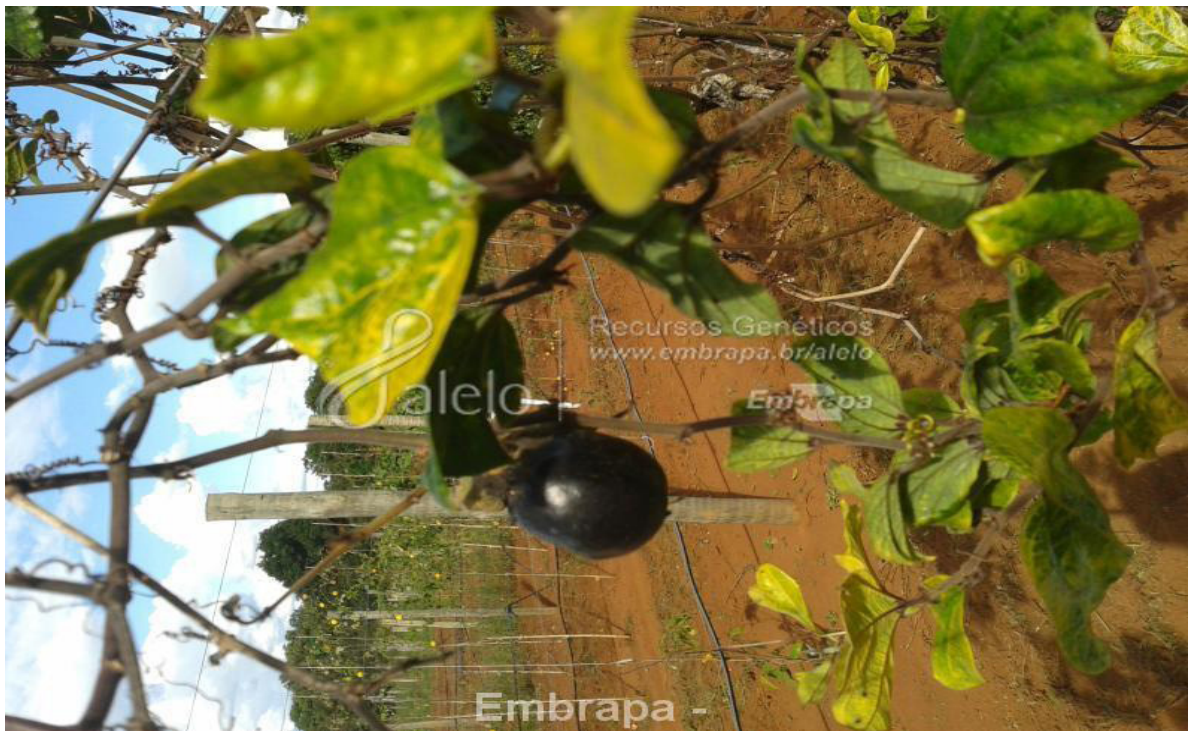
Embrapa -

*Passiflora morifolia*





*Passiflora suberosa*



*Passiflora vesperilio*





*Passiflora rubra*



*Passiflora organensis*

**Figura 1.** Espécies do subgênero *Decaloba*. Foto: Embrapa, divulgação

Sabe-se que, as diferentes espécies de maracujazeiro, hospedam uma grande diversidade de artrópodes que podem causar injúrias provocando danos econômicos, reduzindo a produção de frutos ou causando morte das plantas. Dentre os artrópodes,

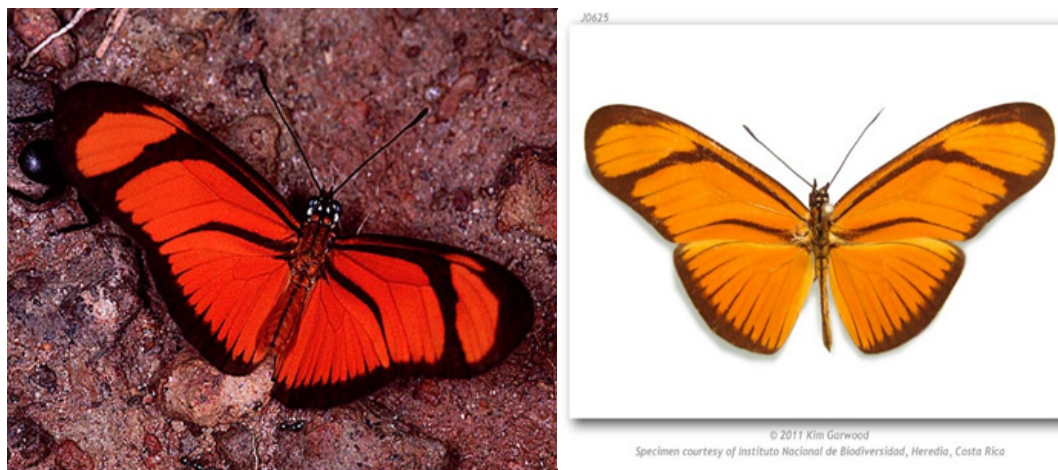
as lagartas desfolhadoras são consideradas insetos-pragas frequentes e severas nas principais regiões produtoras de maracujá (RUGGIERO et al., 1996; PIKANÇO et al., 1996). As lagartas merecem destaque em função dos danos ocasionados e da frequência de ocorrência, sendo que em infestações severas, o dano torna-se muito intenso, podendo ocorrer desfolha total das plantas de maracujá (FANCELLI, 1998).

Entre as lagartas desfolhadoras que ocorrem no maracujazeiro, a família Nymphalidae ocorre com maior frequência, tendo como representantes as espécies *Agraulis vanillae vanillae* Linnaeus, 1758 (Figura 2), *Eueides aliphera* Godart, 1819 (Figura 3), *Dryas iulia alcionea* Cramer, 1779 (Figura 4) e *Dione juno juno* Cram. 1779 (Figura 5).



**Figura 2.** Lagarta e adultos de *Agraulis vanillae vanillae*.

Foto: Google Imagens



**Figura 3:** Adultos de borboletas *Eueides aliphera*.

Foto: Google Imagens





**Figura 4:** Adultos de borboletas *Dryas iuliaalcionea*.

Foto: Google Imagens



**Figura 5.** Lagarta e adultos de *Dione juno juno*.

Foto: Google Imagens

Estudar a diversidade genética das espécies de Passifloras é uma atividade de grande relevância para o melhoramento de plantas e para a conservação destas espécies. Por meio desse conhecimento, é possível identificar genótipos contrastantes, com características de interesse, como fontes de resistência a doenças e insetos e alta produtividade, a fim de realizar cruzamentos para a combinação de características de interesse (FALEIRO et al.; 2005a). Diante do que foi exposto, neste trabalho, objetivou-se caracterizar o nível de resistência de espécies do subgênero *Decaloba* ao ataque de lagartas, no sentido de identificar fontes de resistência.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no período da primavera de 2015 e no verão de 2016 no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Passifloras ‘Flor da Paixão’. Diferentes espécies e híbridos interespecíficos de Passifloras (Figura 6) são cultivados no BAG localizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, latitude 15°35’30”, longitude 47°42’30”, altitude de 1007 m.

As plantas deste BAG são mantidas em vasos de 45 litros em ambiente parcialmente protegido com telados. São realizadas práticas de rotina como podas e adubação e a irrigação é feita por gotejamento.

Considerando a uniformidade do ambiente, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada repetição a média de quatro folhas coletadas no terço médio dos ramos de forma aleatória e casualizada.

Foram avaliados 16 acessos de *Passiflora* spp, todos pertencentes ao subgênero *Decaloba*, sendo eles: *Passiflora suberosa* (CPAC MJ-35-01, CPAC MJ-35-01S e CPAC MJ-35-02 e CPAC MJ-35-02S), *Passiflora rubra* (CPAC MJ-69-01), *Passiflora biflora* (CPAC MJ-71-01), *Passiflora organensis* (CPAC MJ-51-01), *Passiflora auriculata* (CPAC MJ-61-01, CPAC MJ-61-02 e CPAC MJ-61-03), *Passiflora ferruginea* (CPAC MJ-82-01, CPAC MJ-82-02), *Passiflora morifolia* (CPAC MJ-48-01), *Passiflora warmingii* (CPAC MJ-64-01), *Passiflora micropetala* (CPAC MJ-41-01) e *Passiflora vespertilio* (CPAC MJ-79-01), após uma infestação natural da lagarta *Agraulis vanillae vanillae*.

As folhas de cada acesso foram cuidadosamente e aleatoriamente destacadas e acondicionadas em saco de papel e levadas no mesmo dia ao laboratório onde foram tomadas as medidas de comprimento (C), largura (L) e, calculado o produto do comprimento pela largura da folha (C×L, em cm<sup>2</sup>).



**Figura 6.** Rica biodiversidade dos maracujás.

Foto: Embrapa, divulgação.



A morfologia foliar é variável entre as espécies, podendo apresentar diferentes formas e número de lóbulos. Em espécies com folhas inteiras (não lobadas) foram mensurados o comprimento da nervura principal ( $c$ ) e a maior largura da folha ( $l$ ). Em espécies que possuem mais de um lóbulo por folha, foram mensurados o comprimento da nervura principal ( $C$ ) e a maior largura entre a extremidade distal dos lóbulos mais externos ( $L$ ).

Estas medições foram feitas utilizando-se régua com precisão de 0,1 cm. Com base nas medidas, foi estimada a porcentagem de área foliar consumida a qual foi transformada em  $\arcsen/\text{raiz} (\%/100)$  para atender as pressuposições de homogeneidade de variância e distribuição normal dos erros experimentais.

Foi realizada a análise de variância e as médias foram agrupadas utilizando o teste Scott-knott a 1% de probabilidade. As informações dos dois experimentos foram comparadas e complementadas, afim de identificar potenciais fontes de resistência.



**Figurax.** Banco Ativo de Germoplasma de Passifloras 'Flor da Paixão' da Embrapa Cerrados (A). Dimensões das folhas de passifloras para determinar o comprimento, largura e área foliar consumida (B).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização das dimensões lineares comprimento e largura proporcionou uma estimativa satisfatória da área foliar consumida pelas lagartas para os diferentes acessos de *Passiflora* (Tabela 1) com baixo coeficiente de variação 12,01% e 14,98% e alto coeficiente de determinação 98,70% e 98,41% no primeiro e segundo experimento

respectivamente, indicando a adequada precisão e acurácia experimental. Portanto, esse amplo conjunto de dados de área foliar consumida do produto do comprimento pela largura (C×L) nas condições experimentais utilizadas no trabalho foi adequado para o estudo proposto.

Desempenhos superiores de modelos ajustados em função do produto comprimento pela largura também foram encontrados nas plantas de pepino (BLANCO & FOLEGATTI, 2005) e de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria* (PINTO et al., 2008). O mesmo foi observado por LU et al. (2004), quando trabalharam com cultivares de taro, e concluíram que o modelo que utiliza o produto comprimento x largura da folha proporcionou maior consistência na estimativa da área foliar ao longo do desenvolvimento da folha do que modelos com apenas uma medida.

Fonte de variação	AFC 2015	AFC 2016
Teste F	59,97**	63,16**
CV (%)	12,01	14,9783
Herdab – Coef. de determinação (%)	98,7	98,41
Minimo	0,151	0,1133
Máximo	100	100
Média	65,998	55,0873

**Tabela 1.** Análise de variância e parâmetros estatísticos da porcentagem (%) da área foliar de acessos silvestres e comerciais de *Passifloras* consumida por *Agraulisvanillaevanillae*.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Houve efeito altamente significativo dos acessos de *Passiflora* na porcentagem de área lesionada por *A. vanillae vanillae*. De acordo com o teste Scott-knott a 1% de probabilidade, as médias da porcentagem de área foliar consumida foram agrupadas em oito e sete grupos, no primeiro e segundo experimento respectivamente (Tabela 2).

Espécie	1° AFC%	2° AFC%
<i>Passiflora suberosa</i> L.CPAC MJ-35-01	100 a	100 a
<i>Passiflora rubra</i> CPAC MJ-69-01	100 a	100 a
<i>Passiflora biflora</i> CPAC MJ-71-01	100 a	100 a
<i>Passiflora organensis</i> CPAC MJ-51-01	100 a	100 a
<i>Passiflora auriculata</i> CPAC MJ-61-02	100 a	100 a
<i>Passiflora ferruginea</i> CPAC MJ-82-01	100 a	100 a
<i>Passiflora suberosa</i> CPAC MJ-35-01S	86,6 a	100 a
<i>Passiflora morifolia</i> CPAC MJ-48-01	100 a	22,6 d
<i>Passiflora warmingii</i> CPAC MJ-64-01	100 a	12,1 e
<i>Passiflora micropetala</i> CPAC MJ-41-01	100 a	2,8 f
<i>Passiflora suberosa</i> CPAC MJ-35-02	59,7 c	100 a
<i>Passiflora auriculata</i> CPAC MJ-61-03	46,5 d	9,3 e
<i>Passiflora vespertilio</i> CPAC MJ-79-01	46,4 d	56,1 c
<i>Passiflora ferruginea</i> CPAC MJ-82-02	30,8 e	16,2 e
<i>Passiflora suberosa</i> CPAC MJ-35-02S	30,8 f	12,8 e

**Tabela 2.** Médias da porcentagem (%) da área foliar de acessos silvestres e comerciais de Passifloras consumida por *Agraulisvanillaevanillae* (%AFC).

Dos 16 acessos avaliados, oito apresentaram 100% da área foliar consumida por lagartas, na primeira avaliação sendo eles: *P. suberosa* (CPAC MJ-35-01), *P. rubra* (CPAC MJ-69-01), *P. biflora* (CPAC MJ-71-01), *P. organensis* (CPAC MJ-51-01), *P. auriculata* (CPAC MJ-61-02), *P. ferruginea* (CPAC MJ-82-01), *Passiflora warmingii* (CPAC MJ-64-01) e *Passiflora micropetala* (CPAC MJ-41-01). Em contrapartida, os acessos de *Passiflora suberosa* (CPAC MJ-35-02S) e *P. auriculata* (CPAC MJ-61-01) apresentaram a menor porcentagem de área foliar consumida pelas lagartas.

Observando a segunda avaliação, três acessos *P. suberosa* (CPAC MJ-35-01, CPAC MJ-35-01S e CPAC MJ-35-02), *P. rubra* (CPAC MJ-69-01), *P. biflora* (CPAC MJ-71-01), *P. organensis* (CPAC MJ-51-01), *P. auriculata* (CPAC MJ-61-02), *P. ferruginea* (CPAC MJ-82-01) apresentaram 100% da área foliar consumida por lagartas. Em compensação, os acessos de *Passiflora morifolia* (CPAC MJ-48-01), *Passiflora warmingii* (CPAC MJ-64-01), *P. micropetala* (CPAC MJ-41-01) e *P. auriculata* (CPAC MJ-61-01) apresentaram a menor porcentagem de área foliar consumida pelas lagartas.

A espécie *P. auriculata* teve dois acessos avaliados, enquanto o acesso CPAC MJ-61-02 teve 100% da área foliar consumida, o acesso CPAC MJ-61-01 apresentou 2,9% da área foliar consumida, sendo o menor valor apresentado.

A maior infestação do primeiro experimento fez com que uma maior área de oviposição fosse atingida. Segundo BENSON et al. (1976), os heliconíneos (Lepidoptera, Nymphalidae) utilizam plantas da família Passifloraceae para oviposição e alimentação de suas larvas. O nível de danos causados pelos heliconíneos pode estar relacionado ao tipo de planta hospedeira utilizada, sendo que pode haver a preferência de uma cultivar, acesso ou espécie para uma maior ou menor oviposição e consequentes danos às plantas.

A antibiose também pode explicar a diferença do nível de resistência das plantas hospedeiras, onde as plantas possuem a capacidade de sintetizar produtos químicos naturais ou aleloquímicos, que lhes conferem proteção contra uma grande variedade de herbívoros. Estes aleloquímicos podem desencadear um efeito metabólico tóxico, antibiose sobre os insetos, dificultando sua herbivoria e ou a sua multiplicação (ROSENTHAL & BERENBAUM, 1992).

Os estudos de ROSSETTO et al. (1981) e LARA (1991) indicam o controle das pragas pelo uso de genótipos resistentes como tática ideal, em função de inúmeras vantagens sobre os métodos convencionais. Segundo FALEIRO et al. (2005a), o maracujazeiro é uma planta com ampla variabilidade genética a ser conhecida, caracterizada, protegida, conservada e convenientemente utilizada comercialmente ou em programas de melhoramento genético.



## 4 | CONCLUSÃO

Esses dados demonstram que as espécies do subgênero *Decaloba* apresentaram acessos muito suscetíveis ao ataque de lagartas em ambiente telado. Entretanto há uma variabilidade interespecífica e intraespecífica que possibilita a identificação de fontes de resistência genética a esse inseto-praga.

## REFERÊNCIAS

- BENSON, W. W.; BROWN JR., K. S.; GILBERT, L. E. **Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies**. *Evolution*, Bolder, v. 29, p. 659-680, 1976.
- BERNACCI, L.C.; CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; NUNES, T. S.; IMIG, D.C. & MEZZONATO, A.C. **Passifloraceae**. *In*: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.
- BLANCO, F.F.; & FOLEGATTI, M.V. **Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting**. *Scientia Agricola*, 62:305-309,2005.
- CUTRI, L; NAVE, N.; AMI, M.B.; CHAYUT, N.; SAMACH, A. & DORNELAS, M.C. **Evolutionary, genetic, environmental and hormonal-induced plasticity in the fate of organ arising from axillary meristems in *Passiflora* spp.** *Mechanisms of development* 130: 61-69. 2013.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro**- Desafios da pesquisa. *In*: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina Distrito Federal:Embrapa Cerrados, p.187-210. 2005a
- FANCELLI, M. **Maracujá em foco: as lagartas desfolhadoras do maracujazeiro**. Cruz das Almas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. p. 1. Circular Técnica, 50.1998.
- LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.
- LU, H.Y.; LU, C.T.; WE, I. M.L.; & CHAN, L.F. **Comparison of different models for nondestructive leaf area estimation in taro**. *Agronomy Journal*, 96:448-453.2004.
- MACDOUGAL, J. **Revision of *Passiflora* subgenus *Decaloba* section *Pseudodysosmia* (*Passifloraceae*)**. St. Louis, *Systematic Botany Monographs*, v. 41. 1994.
- MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; BAUMGRATZ, J.F.A.; GONCALVES-ESTEVEZ, V. 2012. **A taxonomic revision of *Passiflora* subgenus *Decaloba* (*Passifloraceae*) in Brazil**. *Phytotaxa*53:1-68. 2012.
- PICANÇO, M. C.; GUEDES, R. N. C.; BATALHA, V. C.; CAMPOS, R. P. **Toxicity of insecticides to *Dione juno juno* (*Lepidoptera: Heliconidae*) and selectivity to two of its predaceous bugs**. *Tropical Science*, London, v. 36, n.1, p. 51-53, 1996.
- PINTO, A.C.R.; GRAZIANO, T.T.; BARBOSA, J.C.; LASMAR, F.B. **Modelos para estimativa da área foliar de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria***. *Bragantia*, v.67, p.549-552, 2008.
- ROSENTHAL, G.A.; BERENBAUM, M. **Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites**. 2 v. San Diego: Academic, 477p. 1992.
- ROSSETTO, C. J., V. NAGAI, T. IGUE, D. ROSSETTO & M. A. C. MIRANDA. **Preferência de**

alimentação de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) e *Cerotoma arcuata* (Oliv.) em variedades de soja. *Bragantia* 40: 179-183.1981.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C. **Maracujá para a exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996.

VIEIRA, M.L.C.; CARNEIRO, M.C. ***Passiflora* spp. Passionfruit**. In: LITZ, R. (Ed) *Biotechnology of Fruit and Nut Crops*. Oxford: CABI Publishing, pp. 436-453. 2004

## ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PROXIMAL (NIRS) NA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM MARANDU

### **Rosemary Laís Galati**

Departamento de Zootecnia e Extensão Rural, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá

### **Jefferson Darlan Costa Braga**

Graduação em Zootecnia/UFMT, bolsistas CNPq e FAPEMAT

### **Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca**

Graduação em Zootecnia/UFMT, bolsistas CNPq e FAPEMAT

### **Lilian Chambó Rondena Pesqueira Silva**

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/ Cuiabá

### **Edimar Barbosa de Oliveira**

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/ Cuiabá

**RESUMO:** O NIRS é o equipamento que utiliza a Espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal para prever a composição bromatológica de diferentes amostras com rapidez e sem o uso de reagentes químicos. O objetivo deste trabalho foi o de construir um banco de dados no NIRS para o desenvolvimento de equações capazes de prever a composição bromatológica do capim Marandu. Foram avaliadas a matéria seca definitiva, matéria

mineral, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em amostras parcialmente secas de capim Marandu ( $n = 125$  a  $127$ ) obtidas na Fazenda Experimental da UFMT entre 2015 e 2016, em diferentes estações do ano, acordo com os métodos convencionais reconhecidos na área da Nutrição Animal, e os dados utilizados na calibração. As equações de calibração foram desenvolvidas a partir do modelo matemático de regressão linear múltipla, e a escolha das melhores equações baseadas nos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), *slope*, erro padrão de calibração (RMSEC) e erro padrão de validação (RMSEP) para cada variável. Os melhores valores de  $R^2$  (0,9725) e *slope* (0,9457) foram obtidos para a proteína bruta, seguido da matéria seca definitiva com 0,9047 e 0,8185, e FDN com 0,8606 e 0,7407, respectivamente. Matéria orgânica e mineral não apresentaram parâmetros estatísticos satisfatórios ( $0,70 < R^2 < 0,80$ ). A Espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal mostrou-se eficiente para uso na caracterização da composição bromatológica do capim Marandu. A calibração do NIRS é a primeira etapa, devendo-se proceder com a validação externa das equações desenvolvidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** calibração, erro padrão, fibras, predição, validação

**ABSTRACT:** NIRS is an equipment that uses the Near Infrared Reflectance Spectroscopy to quickly predict chemical composition of different samples without the use of reagents. The objective of this work was to build a database in the NIRS and develop equations capable to predict chemical composition of the Marandu grass. Dried samples of Marandu grass ( $n = 125$  to  $127$ ) obtained in Experimental Farm of UFMT between 2015 and 2016, in different seasons of the year were utilized to analyze dry matter, ash, organic matter, crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, and indigestible neutral detergent with conventional methods recognized in the Animal Nutrition area, and the data were used in NIRS calibration. Equations were developed from the mathematical model of multiple linear regression, and the choice of the best equations based on determination coefficients ( $R^2$ ), slope, standard error of calibration (RMSEC) and standard error of validation (RMSEP) for each variable. The best values of  $R^2$  (.9725) and slope (.9457) were obtained for crude protein, followed by the dry matter with .9047 and .8185, and NDF with .8606 and .7407, respectively. Statistical parameters for organic matter and ash were not satisfactory ( $.70 < R^2 < .80$ ). The infrared reflectance spectroscopy was efficient for use in the characterization of the chemical composition of the Marandu grass. The NIRS calibration is the first step, and external validation must be processed.

**KEYWORDS:** calibration, fiber prediction, standard error, validation

## 1 | INTRODUÇÃO

A análise e avaliação de alimentos é uma etapa imprescindível na produção de conhecimentos na área das Ciências Agrárias, especificamente no que tange à nutrição animal. Tem como objetivo permitir que se conheça a composição e valor nutricional dos alimentos, de forma que estes possam ser utilizados em formulações adequadas, que permitam a obtenção de produtos de origem animal de qualidade e com eficiência econômica.

A variação na composição dos alimentos exige monitoramento periódico, a fim de que ajustes no manejo nutricional possam ser realizados. Em se tratando de animais criados em pasto, a estacionalidade forrageira, correção do solo e adubação nitrogenada são apenas alguns dos fatores que influenciam a qualidade dos capins. No Brasil, o capim Marandu é uma das principais braquiárias cultivadas, e assumindo que ao longo do ano e de acordo com o manejo sua composição varia, é preciso acompanhar tais variações em curto espaço de tempo, a fim de que decisões sejam tomadas. Além disso, essa ação deve ser rápida, o que nem sempre ocorre devido à distância dos laboratórios, dificuldade no envio das amostras ou custo da análise.

Os protocolos laboratoriais de avaliação da composição e características nutricionais dos alimentos são amplamente conhecidos e tem como características gerais a adoção de processos físicos, químicos e fisiológicos, que demandam tempo

para sua realização e em alguns casos, envolvem o uso de animais canulados (ORSKOV e MCDONALD, 1979; GOERING e VAN SOEST, 1970; AOAC, 1995; LICITRA et al., 1996; MERTENS, 2002; VALENTE et al., 2011; DETMANN et al., 2012; PALMONARI et al., 2016).

A investigação da composição bromatológica dos alimentos envolve o uso de diversos equipamentos e reagentes químicos, que como consequência de seu uso, produzem resíduos de baixo a elevado potencial tóxico e polutivo. Infelizmente, até o presente momento não existem leis que obriguem e fiscalizem o descarte correto desses resíduos, mas há tecnologia disponível para que os alimentos possam ser avaliados sem o uso de reagentes.

A espectroscopia de refletância no infravermelho proximal (Near Infrared Reflectance Spectroscopy - NIRS) é uma técnica que pode ser utilizada como alternativa aos métodos convencionais de análise química, especialmente as do Esquema de Weende e Van Soest, tradicionalmente adotados na Nutrição Animal (GOERING e VAN SOEST, 1970; AOAC, 1995; LICITRA et al., 1996; MERTENS, 2002; DETMANN et al., 2012). Uma das grandes vantagens da espectroscopia é que se trata de uma técnica não destrutiva, ou seja, a amostra é analisada sem que haja necessidade de exposição a algum reagente químico, com ou sem processamento prévio (COZZOLINO e LABANDERA, 2002; ASEKOVA et al., 2016; JANCEWICZ et al., 2016; JOHNSON et al., 2017). São necessárias quantidades reduzidas de amostras, e o resultado é obtido em segundos, o que aumenta a capacidade analítica do laboratório.

A técnica em si consiste na construção de um banco de dados de amostras, para que sejam obtidos os parâmetros de calibração e, posteriormente, a validação da predição. Para que estas ações sejam realizadas, é preciso ter amostras e analisá-las em laboratório, aplicando-se os protocolos convencionais (DE LA ROZA et al., 1998; FONTANELLI et al., 2004; ANDRÉS et al., 2005; ASEKOVA et al., 2016; BROGNA et al., 2018). A obtenção de parâmetros de calibração considerados adequados, dependerá da precisão e exatidão das análises realizadas em laboratório.

Dada a importância das braquiárias e a necessidade de implantar técnicas que permitam análises rápidas, de menor custo e impacto ambiental, estabeleceu-se como objetivo calibrar o equipamento de Espectroscopia de Reflectância no Infravermelho Proximal (NIRS) para predição da composição bromatológica do capim Marandu.

## 2 | METODOLOGIA

Para a calibração e obtenção dos modelos de predição para composição bromatológica a partir da técnica da espectroscopia de refletância no infravermelho proximal (NIRS), foram utilizadas amostras de capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) obtidas ao longo de 2015 e 2016 na Fazenda Experimental da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, em Santo



Antônio de Leverger, situado a 15°47'15" de Latitude Sul, 56°04'00" de Longitude Oeste, altitude média de 140 m, mesorregião Centro-Sul do Estado do Mato Grosso, microrregião de Cuiabá. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, ou seja, clima tropical, caracterizado por duas estações bem definidas: inverno seco e verão chuvoso.

O capim Marandu foi semeado em novembro de 2014 após procedimentos de análise, preparo e correções do solo que seguiram as recomendações de Cantarutti et al. (1999) para regiões de Cerrado. Após a implantação do capim, foi realizado corte de uniformização e, a partir de abril de 2015, os cortes foram realizados sempre que o capim atingia 30, 45, 60 e 75 cm de altura. Utilizou-se quadro metálico de 1 m<sup>2</sup>, lançado três vezes em cada parcela, para obtenção de amostras compostas do material vegetal para estudo. Aproximadamente 600 g de amostra média foram reservadas para cada tratamento obtido, e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação e ventilação de ar a 55°C, por 72 horas. Após secagem, foram moídas a 1 mm em moinho tipo Willey. Foram obtidas entre 125 e 127 amostras de capim Marandu cortados em diferentes alturas, estações do ano, e adubação nitrogenada, o que proporcionou diversidade quanto à composição bromatológica.

Foram quantificadas a matéria seca definitiva (método 967.06 – AOAC, 1990), matéria mineral (método 942.05 – AOAC, 2002) e proteína bruta (método 2001.11 - AOAC, 2002). A fibra em detergente neutro (FDN) sem o uso de sulfito de sódio e fibra em detergente ácido (FDA) seguiram as soluções descritas por Goering e Van Soest (1970), com a etapa da digestão realizada em analisador de fibras Ankom®220, utilizando-se tecido não-tecido (TNT, 100 g/m<sup>2</sup>). A matéria orgânica (MO) foi estimada a partir da subtração do valor de matéria seca definitiva (2<sup>a</sup>MS) e a matéria mineral (MM). A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi obtida utilizando-se bolsas de TNT (100 g/m<sup>2</sup>) após incubação *in situ* por 288 horas (Valente et al., 2011). Todas estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), da Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/Cuiabá.

Finalizada a etapa das análises bromatológicas, iniciou-se a construção do banco de dados no equipamento NIR no Laboratório de Núcleo de Tecnologia de Armazenagem da Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/Cuiabá. Para isso, as amostras do capim foram individualmente colocadas em cubeta própria do equipamento, com janela de quartzo, que foi acoplada à gaveta e escaneadas pelo NIR SpectraAnalyzer (Zeutec, Rendsburg, Germany) provido de 19 filtros (1445, 1680, 1722, 1734, 1759, 1778, 1818, 1940, 1982, 2100, 2139, 2180, 2190, 2208, 2230, 2270, 2310, 2336 e 2348 nm). Cada amostra foi escaneada uma única vez e o espectro construído pelo NIR correspondeu à média de duas leituras de cada amostra. A leitura no aparelho NIR foi pelo módulo de reflectância (R) entre 1445 a 2348 nanômetros, e os dados armazenados como log1/R.

Para a calibração e obtenção dos parâmetros de predição dos componentes bromatológicos do capim Marandu, foi utilizado o *software Application Worx* (Zeutec,

Rendsburg, Germany), e selecionado o Modelo de Regressão Linear Múltipla (MLR). O software identificou as amostras anômalas (*outliers*) com base na Distância Mahalanobis para estabelecer os limites dos dados e determinar a similaridade entre amostras. A partir deste procedimento, foram identificados e excluídos os *outliers* e, para cada componente bromatológico, obtidos os parâmetros estatísticos de calibração mais adequados de acordo com os coeficientes de determinação, erro padrão de calibração (RMSEC), erro padrão de validação cruzada (RMSEV), e segundo Fearn (2002), o desvio preditivo residual (RDP: relação entre o desvio padrão dos dados e o RMSEV).

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as análises descritivas dos dados submetidos à calibração das curvas para predição da composição do capim Marandu por meio da técnica de espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal. O objetivo foi construir um banco de dados que contivesse amostras colhidas em diferentes estações do ano, alturas de corte e adubação nitrogenada. Ao observar a análise descritiva, percebe-se que o intervalo entre os valores mínimos e máximos de cada componente é amplo, portanto, houve êxito na construção do banco de dados. O que se deve avaliar a partir destas informações, é qual a capacidade destes dados em proporcionar equações de predição confiáveis, e por conseguinte, sua validação.

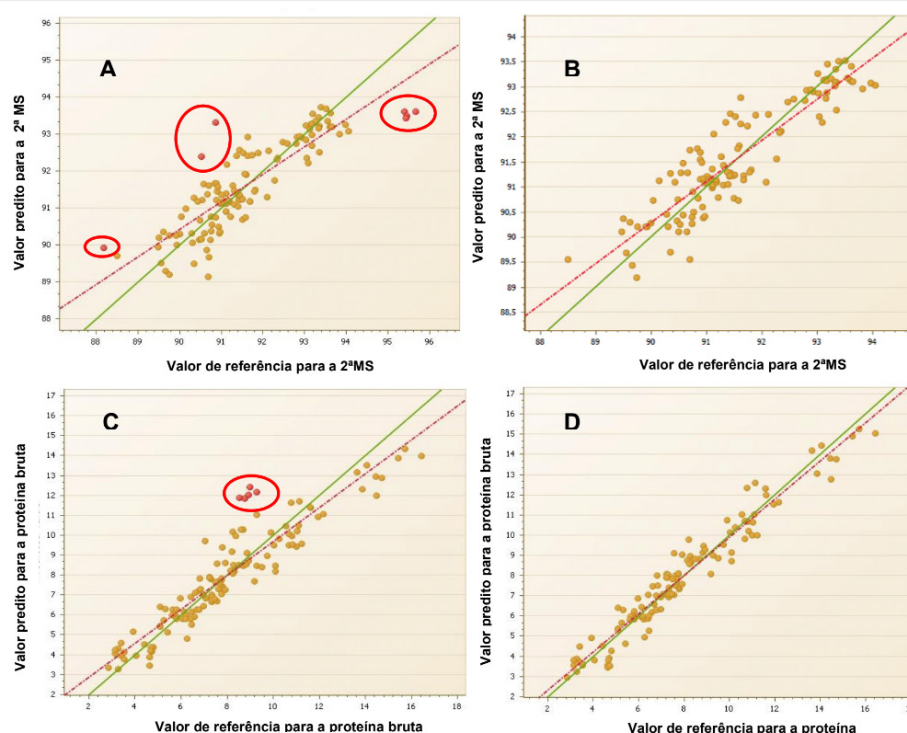
Variável <sup>1</sup>	2ªMS	MO	MM	PB	FDA	FDN	FDNi
	%	%MS					
Número de amostras	125	125	125	127	127	127	127
Média	91,64	92,43	7,58	7,95	38,11	71,17	21,23
Erro padrão	0,13	0,09	0,09	0,26	0,35	0,57	0,55
Mediana	91,36	92,57	7,48	7,62	37,67	69,86	19,31
Desvio padrão	1,42	1,02	1,02	2,88	3,91	6,41	6,15
Variância da amostra	2,01	1,03	1,04	8,29	15,27	41,08	37,82
Assimetria	0,56	-0,11	0,09	0,68	0,12	0,16	0,97
Intervalo	7,46	4,97	4,97	13,56	17,32	24,06	23,27
Valor mínimo	88,19	90,03	5,00	2,86	29,61	60,12	13,12
Valor máximo	95,65	95,00	9,97	16,42	46,93	84,18	36,39

**Tabela 1.** Análise estatística descritiva da composição bromatológica do capim Marandu utilizado na calibração do equipamento

<sup>1</sup> 2ªMS: matéria seca definitiva obtida em estufa a 105 °C; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; FDNi: fibra em detergente neutro indigestível

O processo de calibração envolve a avaliação dos dados e a identificação pelo software daqueles denominados *outliers*. A exclusão destes dados é importante, pois retira aqueles que possuem características espectrais diferentes dos demais que

compõem o banco de dados, e por este motivo, tem baixa capacidade de predição (Figura 1). Esse processo utiliza o método multivariado chamado Distância de Mahalanobis, que nada mais é do que a distância entre um dado e a média geral. Segundo Pires e Prates (1998), é desejável que a exclusão dos *outliers* não ultrapasse a 10% do total de amostras utilizadas na calibração.



**Figura 1.** Representação gráfica do valor predito e de referência para o capim Marandu. (A) Gráfico contendo 125 amostras com a identificação de *outliers* para exclusão e calibração da matéria seca definitiva (2<sup>a</sup> MS); (B) Gráfico correspondente à calibração após a exclusão de todos os *outliers* da matéria seca definitiva (2<sup>a</sup> MS). (C) Gráfico contendo 127 amostras com a identificação de outliers para a exclusão e calibração da proteína bruta. (D) Gráfico correspondente à calibração após a exclusão de todos os *outliers* da proteína bruta

A Figura 1 mostra a relação existente entre os valores de referência (laboratoriais) e o predito pelo NIR para a matéria seca definitiva (2<sup>a</sup>MS) e a proteína bruta (PB). O software identificou os *outliers* que deveriam ser excluídos, pois estavam prejudicando os parâmetros de calibração (A e C). Neste caso, o R<sup>2</sup> com os *outliers* era de 0,8635 (2<sup>a</sup> MS) e 0,9230 (PB), e a inclinação da regressão (*slope*), de 0,7457 e 0,8520, respectivamente. Mesmo com o R<sup>2</sup> considerado elevado (acima de 0,85), a inclinação da regressão estava prejudicada pela presença dos *outliers*. Após a exclusão (B e D), os valores de R<sup>2</sup> de calibração para a 2<sup>a</sup> MS e PB passaram para 0,9047 e 0,9725, e o *slope* aumentou para 0,8185 e 0,9457, respectivamente, estreitando a relação entre os valores preditos e de referência, tornando a calibração mais confiável (Tabela 2). Para a PB, o número máximo de *outliers* (10% dos dados) foi alcançado segundo proposta de Pires e Prates (1998), enquanto que para os demais componentes nutritivos, todos estiveram abaixo do limite. Portanto, esta ação no processo de calibração é uma etapa

importante e que pode refletir na melhoria da predição.

Variável	n <sup>1</sup>	Outliers <sup>2</sup>	Min <sup>3</sup>	Máx <sup>4</sup>	Mé- dia	Fil- tros <sup>5</sup>	(R <sup>2</sup> ) <sup>6</sup>	Slope <sup>7</sup>	RM- SEC <sup>8</sup>	RM- SEP <sup>9</sup>	RPD <sup>10</sup>
2 <sup>a</sup> MS	125	7	88,51	94,05	91,57	3	0,9047	0,8185	0,5236	0,5456	2,60
MM	125	2	5,00	9,89	7,58	2	0,7068	0,4995	0,6934	0,7113	1,43
MO	125	3	90,11	95,00	92,45	3	0,7086	0,5020	0,6785	0,6962	1,47
PB	127	12	2,86	16,42	7,89	2	0,9725	0,9457	0,7021	0,7235	3,98
FDA	127	0	29,61	46,93	38,11	2	0,8256	0,6816	2,2051	2,2553	1,73
FDN	127	1	60,12	84,18	71,12	2	0,8606	0,7407	3,2596	3,3297	1,92
FDNi	127	10	13,12	35,69	20,63	2	0,8224	0,6764	3,2186	3,3179	1,85

**Tabela 2.** Modelos de calibração para predição da composição bromatológica do capim Marandu desenvolvidos pelo método MLR

<sup>1</sup> número inicial de amostras utilizadas na calibração; <sup>2</sup> Amostra anômala identificadas e extraídas para desenvolvimento do modelo de calibração; <sup>3</sup> Valor mínimo do componente nutritivo na calibração; <sup>4</sup> Valor máximo do componente nutritivo na calibração; <sup>5</sup> Número de filtros indicado pelo software considerando o maior de F para a regressão; <sup>6</sup> Coeficiente de determinação; <sup>7</sup> Inclinação da regressão; <sup>8</sup> Erro médio padrão de calibração; <sup>9</sup> Erro médio padrão de validação cruzada; <sup>10</sup> Desvio preditivo residual. 2<sup>a</sup>MS: matéria seca definitiva obtida em estufa a 105 °C; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; FDNi: fibra em detergente neutro indigestível

Os valores de R<sup>2</sup> foram considerados excelentes para a 2<sup>a</sup> MS e PB (R<sup>2</sup> > 0,90), bons para as fibras (0,80 < R<sup>2</sup> < 0,90), e moderado para a MO e MM (0,70 < R<sup>2</sup> < 0,80). Este mesmo critério foi adotado por Jancewicz et al. (2016). O R<sup>2</sup> da matéria mineral foi moderado, e isso se deve à limitação na predição deste componente, pois formas iônicas, como é a apresentação dos minerais, não absorvem energia na região do infravermelho próximo (SHENK e WESTERHAUS, 1994).

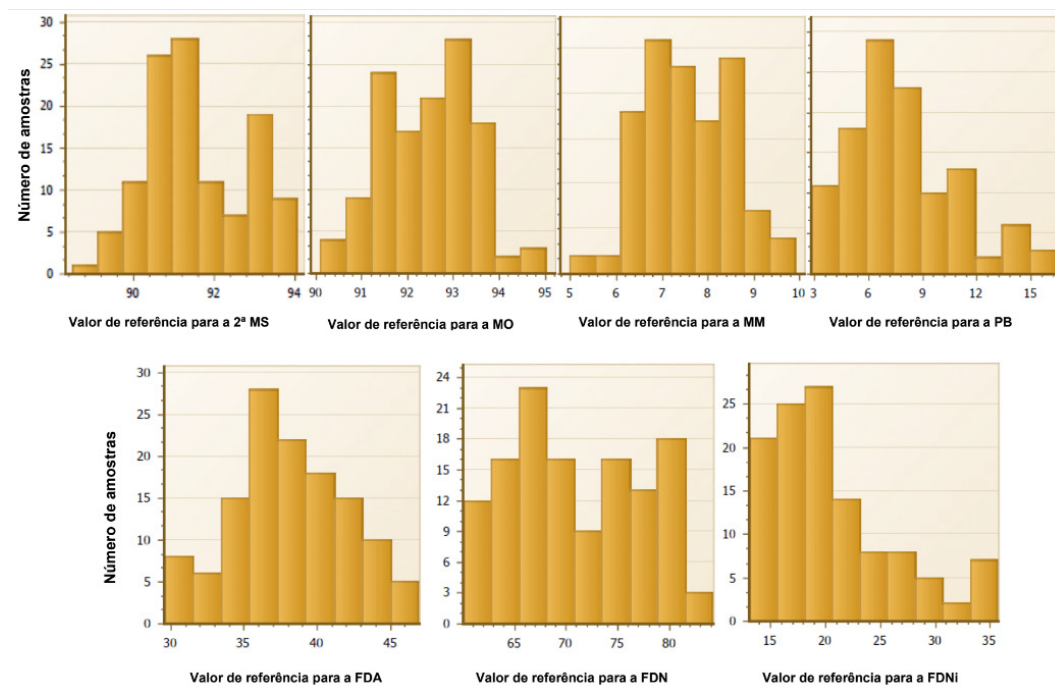
O desvio preditivo residual (RPD) da proteína bruta esteve acima do valor mínimo 3 recomendado por Williams (2001). A implicação prática é que segundo o autor citado, valores de RPD abaixo do indicado demonstram que a calibração pode não ser aceitável e, conseqüentemente, não permitir a validação. Por outro lado, Samadi et al. (2018) obtiveram R<sup>2</sup> de 0,80 a 0,90, e RPD abaixo de 3, e apesar disso, consideraram que a predição das fibras foi precisa. Portanto, além de garantir ampla variação e representatividade na composição das amostras, distribuição uniforme dos dados, é preciso reavaliar e possivelmente estabelecer valores mais adequados para o desvio preditivo residual.

A calibração deste trabalho contou com 125 ou 127 amostras, e apesar de não haver número mínimo pré-estabelecido para que os resultados desse processo sejam satisfatórios, de acordo com Windhan et al. (1989), Johnson e Wichern (2002) e Mingoti (2005), 50 amostras seriam o mínimo ideal para se efetuar uma calibração considerada adequada para forragens. Hoffman et al. (1999) recomendou entre 100 e 200 amostras para que se obtenha calibração aceitável. Contudo, cada material possui particularidades.

A composição das forragens varia em função da altura de corte, época do ano, adubação, idade, e todos estes fatores conferem desafios. Quando tais materiais são

analisados por meio de métodos químicos, a complexidade existente na constituição da planta é destruída pelo reagente, e numericamente, menos amostras são necessárias para se caracterizar uma população. Com o uso da espectroscopia, os compostos orgânicos absorvem energia eletromagnética, e a radiação infravermelha faz com que as ligações existentes entre moléculas vibrem em uma determinada frequência dependendo do componente. Como a absorção de radiação é medida pela diferença entre a quantidade de luz emitida pelo equipamento e a refletida pela amostra, quanto maior for a complexidade do material, maior deverá ser o número ou a variação na composição das amostras para que a calibração possa ser confiável (COATES e DIXON, 2011; ANDUEZA et al., 2016; KEIM et al., 2016).

À medida que o banco de dados é aumentado, a amplitude dos dados aumenta, e com isso, o RMSEC tende a aumentar, fato este observado por Coates e Dixon (2011), e neste trabalho. O conjunto de amostras utilizado, embora com amplitude entre os valores mínimos e máximos, não apresentou distribuição de Gauss uniforme para todas as variáveis avaliadas, e isso não prejudica os parâmetros de calibração, mas pode comprometer a validação (Figura 2).



Mesmo que os dados não tenham apresentado distribuição normal, à exceção da matéria mineral e orgânica, os parâmetros de calibração dos demais componentes foram considerados compatíveis com os observados em trabalhos desenvolvidos na área de nutrição animal (ANDUEZA et al., 2016; JOHNSON et al., 2017; KEIM et al., 2016; JANCEWICZ et al., 2017; SAMADI et al., 2018).



## 4 | CONCLUSÕES

A Espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal mostrou-se eficiente para uso na caracterização da composição bromatológica do capim Marandu, que corresponde à cultivar de maior representatividade nas pastagens brasileiras. A técnica é não destrutiva, rápida e dispensa o uso de reagentes químicos. É preciso proceder com a validação externa das equações desenvolvidas, a fim de averiguar a necessidade na ampliação do banco de dados, variação na composição das amostras e melhoria nos parâmetros estatísticos das equações.

## 5 REFERÊNCIAS

ANDRÉS, S.; MURRAY, I.; CALLEJA, A.; JAVIER GIRÁLDEZ, F. Nutritive evaluation of forages by near Infrared reflectance spectroscopy. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.13, n.6, p.301–311, 2005.

ANDUEZA, D.; PICARD, F.; MARTIN-ROSSET, W.; AUFRÈRE, J. Near-infrared spectroscopy calibrations performed on oven-dried green forages for the prediction of chemical composition and nutritive value of preserved forage for ruminants. **Applied Spectroscopy**, v.70, n.8, p.1321–1327, 2016.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis of AOAC International**, 15.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1990.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis of AOAC International**, 17.ed. Gaithersburg, MD.: AOAC, 2002.

ASEKOVA, S.; HAN, S.; CHOI, H.; PARK, S.; SHIN, D.; KWON, C.; SHANNON, J.G.; LEE, J. Determination of forage quality by near-infrared reflectance spectroscopy in soybean. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.40, p.45-52, 2016.

BROGNA, N.; PALMONARI, A.; CANESTRARI, G.; MAMMI, L.; DAL PRÀ, A.; FORMIGONI, A. Technical note: Near infrared reflectance spectroscopy to predict fecal indigestible neutral detergent fiber for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.2, p.1234 – 1239, 2018

CANTARUTTI, R.B.; ALVARES, V.V.H.; RIBEIRO, A.C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p. 13-20, 1999.

COATES, D. B.; DIXON, R. M. Developing robust faecal near infrared spectroscopy calibrations to predict diet dry matter digestibility in cattle consuming tropical Forages. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.19, n.6, p.507–519, 2011.

COZZOLINO, D.; LABANDERA, M. Determination of dry matter and crude protein contents of undried forages by Near-infrared Reflectance Spectroscopy. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, p.380-384, 2002.

DE LA, B.; MARTÍNEZ, A.; SANTOS, B.; GONZÁLEZ, J.; GÓMEZ, G. The estimation of crude protein and dry matter degradability of maize and grass silages by near infrared spectroscopy. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.6, n.1, p.145–151, 1998.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.E.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. (INCT - Ciência animal). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.

FEARN, T. Assessing calibrations: SEP, RPD, RER and R<sup>2</sup>. **NIR News**, v.13, n.6, p.12–13, 2002.

FONTANELI, R.S.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; DÜRR, J.W.; APPELT, J.V.; BORTOLINI, F.; HAUBERT, F.A. Predição da composição química de bermudas (*Cynodon spp.*) pela espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.838-842, 2004.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA. (Agricultural Handbook, 379), 1970.

HOFFMAN, P.C.; BREHM, N.M.; HASLER, J.J.; BAUMAN, L.M.; PETERS, J.B.; COMBS, D.K.;

SHAVER, R.D.; UNDERSANDER, D.J. Development of a novel system to estimate protein degradability in legume and grass silages. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.771–779, 1999.

JOHNSON, J.R.; CARSTENS, G.E.; PRINCE, S.D.; OMINSKI, K.H.; WITTENBERG, K.M.; UNDI, M.; FORBES, T.D.; HAFLA, A.N.; TOLLESON, D. R.; BASARAB, J.A. Application of fecal near-infrared reflectance spectroscopy profiling for the prediction of diet nutritional characteristics and voluntary intake in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.95, n.1, p.447–454, 2017.

JANCEWICZ, L.; SWIFT, M.; PENNER, G.; BEAUCHEMIN, K.; KOENIG, K.; CHIBISA, G.; HE, M.; MCKINNON, J.; YANG, W.; MCALLISTER, T. Development of near-infrared spectroscopy calibrations to estimate fecal composition and nutrient digestibility in beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.97, p.51-64, 2016.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 5.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 767p.

KEIM, J.P.; CHARLES, H.; ALOMAR, D. Prediction of crude protein and neutral detergent fibre concentration in residues of *in situ* ruminal degradation of pasture samples by Near-infrared Spectroscopy (NIRS). **Animal Production Science**, v.56, p.1504–1511, 2016.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347–358, 1996.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MINGOTI, A.S. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**, Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, 295p.

ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.4, p.499-503, 1979.

PALMONARI, A.; GALLO, A.; FUSTINI, M.; CANESTRARI, G.; MASOERO, F.; SNIFFEN, C.J.; FORMIGONI, A. Estimation of the indigestible fiber in different forage types. **Journal of Animal Science**, v.94, p.248–254, 2016.

PIRES, F.F.; PRATES, E.R. **Uso da técnica da espectrometria de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) na predição da composição química da alfafa (*Medicago sativa L.*)**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.27, p.1076-1081, 1998.

SAMADI, S.; WAJIZAH, A.; MUNAWAR, A.A. Rapid and simultaneous determination of feed nutritive

values by means of near infrared spectroscopy. **Tropical Animal Science Journal**, v.41, n.2, p.121-127, 2018

SHENK, J.S.; WESTERHAUS, M.O. The application of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to forage analysis. In: MERTENS, D.R.; FAHEY, G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.406-449

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; CUNHA, M.; QUEIROZ, A.C.; SAMPAIO, C.B. *In situ* estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.666-675, 2011.

WILLIAMS, P.C. Implementation of near-infrared technology. In: **Near infrared technology in the agricultural and food industries**. (Eds P Williams; K Norris) pp. 145-169. (American Association of Cereal Chemists: St Paul, MN), 2001.

WINDHAN, W.R.; MERTENS, D.R.; BARTON, F.E. **Protocol for NIRS calibration: sample selection and equation development and validation**. In: Definition of NIRS analysis. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS): analysis of forage quality. Washington: USDA, 1989.

## ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DA DEXMEDETOMIDINA E XILAZINA EM BOVINOS SUBMETIDOS A LAVADO BRONCOSCÓPICO

### **Desiree Vera Pontarolo**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Departamento de Medicina Veterinária, Guarapuava – Paraná.

### **Sharlenne Leite da Silva Monteiro**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Departamento de Medicina Veterinária, Guarapuava – Paraná.

### **Heloisa Godoi Bertagnon**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Departamento de Medicina Veterinária, Guarapuava – Paraná.

### **Alessandra Mayer Coelho**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Departamento de Medicina Veterinária, Guarapuava – Paraná.

### **Bruna Artner**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Departamento de Medicina Veterinária, Guarapuava – Paraná.

### **Natalí Regina Schllemer**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Departamento de Medicina Veterinária, Guarapuava – Paraná.

**RESUMO:** A xilazina e a dexmedetomidina são fármacos do grupo dos agonistas de receptores  $\alpha$ -2 adrenérgicos. Essas drogas fornecem sedação ao agir em receptores adrenérgicos centrais, causando miorelaxamento e analgesia para procedimentos médicos

e cirúrgicos. Diante do fato que as doses recomendadas de xilazina para bovinos podem causar o decúbito dos mesmos e que não há relato do uso da dexmedetomidina, em bovinos este estudo propôs avaliar a eficiência da xilazina na dose de 0,01mg/kg e da dexmedetomidina na dose de 0,001mg/kg para a coleta de lavado broncoalveolar em bovinos. Para tanto foram utilizados cinco novilhas da raça Jersey, saudáveis, sedadas com xilazina e dexmedetomidina, por via intravenosa, pelo delineamento simples reverso. Foram avaliados os parâmetros vitais: frequência cardíaca (FC), temperatura (T), pressão arterial sistólica (PAS) e movimentos ruminais (MR) além disso, grau de sedação, reflexo de deglutição e de perda de nocicepção a passagem do broncoscopia na narina. Como resultado, verificou-se que a dexmedetomidina causou diminuição da frequência cardíaca, dos movimentos ruminais dos bovinos e menor perda do reflexo de deglutição e de perda de nocicepção, enquanto que a xilazina apenas reduziu os movimentos ruminais, concluindo-se, portanto, que a xilazina nesta dose, foi mais eficiente para o procedimento que a dexmedetomidina.

**PALAVRAS-CHAVE:** ruminantes, sedação, alometria.

**ABSTRACT:** Xylazine and dexmedetomidine are drugs of the agonist group of 2-adrenergic

receptors. These drugs provide sedation upon acting on adrenergic receptors, causing myorelaxation and analgesia for medical and surgical procedures. Given the fact that the recommended doses of xylazine for cattle may cause the decubitus position change and that there are no reports of the use of dexmedetomidine in cattle this study was designed to evaluate the efficiency of xylazine in the dose of 0.01 mg/kg and of dexmedetomidine at a dose of 0.001 mg/kg for the collection of bronchoalveolar lavage in cattle. Therefore, five heifers were used of the Jersey breed, healthy, sedated with xylazine and dexmedetomidine, intravenously, by simple reverse design. Vital parameters were evaluated: heart rate (HR), rectal temperature (RT), systolic blood pressure (SBP) and ruminal movements (MR) in addition, the degree of sedation, swallowing reflex and loss of nociception and passage of bronchoscope in the nostril. As a result, it was found that dexmedetomidine decreases the heart rate, the ruminal movements of cattle and lower swallowing reflex and loss of nociception, while xylazine only reduced the ruminal movements, it can be concluded, therefore, that xylazine at the dose aforementioned, was more efficient for the procedure than dexmedetomidine.

**KEYWORDS:** ruminants, sedation, allometry.

## INTRODUÇÃO

Os fármacos agonistas  $\alpha$ -2 adrenérgicos são utilizados na medicina veterinária como medicação pré-anestésica, coadjuvantes no tratamento da dor e como anestésico. Fornecem sedação ao agir em receptores adrenérgicos centrais, impedindo a liberação de noradrenalina na fenda sináptica, o que causa um miorelaxamento e analgesia para procedimentos médicos e cirúrgicos. A este grupo pertencem a xilazina, detomidina, medetomidina, dexmedetomidina, clonidina e romifidina e assim, com o surgimento de diversos novos fármacos, a busca por medicamentos que sejam seletivos, seguros e de melhor custo-benefício é constante (Kamibayash, 2000; Braga, 2012).

Estudos demonstram a existência de quatro isoreceptores para os receptores  $\alpha$ -2 adrenérgicos, os quais tratam-se de subtipos denominados  $\alpha$ 2-a,  $\alpha$ 2-b,  $\alpha$ 2-c e  $\alpha$ 2-d, de acordo com o grupamento químico de sua constituição, o que parece interferir nas características farmacocinética, tornando estes fármacos mais potentes e seletivos (Ansah, 2000; Afonso, 2012; Souza, 2015).

Embora os efeitos de cada subtipo ainda não tenha sido bem elucidados, sabe-se que o subtipo 2-d é homólogo ao subtipo 2-a. Dentre o grupo dos grandes animais, os ruminantes são mais sensíveis aos efeitos dos fármacos agonistas  $\alpha$ -2 adrenérgicos. A xilazina apresenta relação de seletividade entre receptores  $\alpha$ -2: $\alpha$ -1 de 160:1, já a dexmedetomidina apresenta relação entre os receptores  $\alpha$ -2: $\alpha$ -1 de 1600:1, com ação sedativa e analgésica, sendo um fármaco super seletivo (Scheinin, 1994; Baldo, 2003; Villela, 2003; Spinosa, 2011).

A seletividade de um medicamento pode ser explicada por quanto seletiva a mesma é para se fixar aos receptores. Alguns agonistas são tão específicos que se



ligam a apenas um tipo de receptor, enquanto outros podem ligar-se a vários tipos. A seletividade, portanto determina uma margem de segurança para a utilização dos fármacos, considerando os efeitos desejáveis e indesejáveis dos mesmos (Amstutz, 2014).

As doses usuais da xilazina possuem ampla variação, sendo as recomendadas para ruminantes de 0,05 a 0,1 mg/kg por via intravenosa, 0,1 a 0,2 mg/kg por via intramuscular e, possui como efeitos indesejáveis queda na frequência cardíaca, pressão arterial e pressão respiratórias reduzidas e ainda, quando aplicada por via intravenosa, não deve ser utilizada em vacas prênes pois reduz o fluxo de sangue uterino, podendo causar abortamentos. Causam ainda atonia ruminal, relaxamento do cárdia, decúbito e alterações de comportamento, tais fatos, desconhecidos para a dexmedetomidina, pois até o presente momento, não foi relatado seu uso em bovinos (Souza, 2015).

Assim, acredita-se que menores doses de dexmedetomidina poderiam promover efeitos sedativos satisfatórios com mínimos efeitos adversos como depressão respiratória e atonia ruminal, manifestações comuns nos fármacos representantes do mesmo grupo (Villela, 2003).

Este estudo, portanto, objetivou avaliar os efeitos da sedação da xilazina com dose inferior à preconizada pela literatura e relatar os efeitos sedativos da dexmedetomidina, em dose alométrica, em bovinos submetidos à colheita de lavado broncoalveolar por broncoscopia.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em uso animal/UNICENTRO (009/2015).

Utilizaram-se cinco bovinos sadios, com idade de 20 meses ( $\pm 2$  meses) e pesando 298 kg ( $\pm 50$  kg) da raça Jersey oriundos da Unidade Didática de Bovinos Leiteiros da UNICENTRO. O delineamento experimental foi realizado utilizando o delineamento simples reverso, em uma avaliação duplo cega na qual alguns animais foram submetidos à sedação com xilazina (GX) na dose de 0,01 mg/kg e o restante a sedação com dexmedetomidina (GD) na dose de 0,001 mg/kg, ambos pela via intravenosa após jejum hídrico e alimentar de 12 horas, invertendo-se o fármaco utilizado nos animais posteriormente, com o intervalo de uma semana.

Cinco minutos após a sedação, os animais foram submetidos à broncoscopia para colheita de lavado broncoalveolar, inserindo-se um endoscópio (Equiboard, VET-9830) de 9,8 milímetros de diâmetro e 3 metros de comprimento (Figura 1) pela narina em direção aos brônquios, até encontrar resistência à sua passagem (Figura 2). Pelo canal de trabalho do endoscópio, foram injetados 60 ml de solução fisiológica 0,9 % à temperatura ambiente e imediatamente aspirando com uma bomba a vácuo, durando o procedimento todo aproximadamente 15 minutos.



**Figura 1.** Endoscópio Equipboard, VET-9830, utilizado durante o procedimento de broncoscopia para colheita de lavado broncoalveolar.



**Figura 2.** Endoscópio conectado ao animal para procedimento de broncoscopia.

Os parâmetros acompanhados foram frequência cardíaca (FC), movimentos ruminais (MR) (avaliado a cada 5 minutos) com uso de estetoscópio, temperatura retal (TR) mensurada por termometria digital, pressão arterial sistólica (PAS) mensurada pelo oscilométrico do monitor multiparamétrico Life Window – Digicare (Figura 3), por meio de manguito posicionado na cauda do animal, nos momentos antes da sedação (M0) cinco minutos após a sedação (M5), dez minutos após a sedação (M10) e vinte minutos (M20) após o início do procedimento.



**Figura 3.** Monitor multiparamétrico Life Window – Digicare para aferição de FC e PAS.

Paralelamente, avaliou-se grau de sedação no M5 atribuindo-se escore de 3 para sedação moderada; 2 para sedação leve ou 0-1 para sedação ausente. Considerando-se um ponto para cada uma das características adotadas pelo animal, a saber: ressecamento da narina do animal, ausência de resistência a contenção da cabeça do animal sem estímulo doloroso e fechamento parcial das pálpebras.

Avaliou-se também a resposta nociceptiva ao exame broncoscópico no M5, baseado na força necessária para conter a cabeça do animal quando houve a introdução do endoscópio da narina até a glote do animal, atribuindo-se um escore de 3: contenção passiva do animal, 2: força leve para a contenção do animal e 1: força moderada para manter a cabeça do animal.

De maneira semelhante, o grau de relaxamento da glote também foi verificado no M5 pela facilidade da passagem da sonda, considerando-se escore 3: quando o animal não possuía reflexo de deglutição, 2: reflexo de deglutição parcial e 1: reflexo de deglutição presente.

A análise estatística dos dados foi realizada pelo Software Graphpad *Instat*. Para dados paramétricos compararam-se os momentos dentro de cada grupo pelo teste Anova para amostras pareadas e teste de Tukey. Para comparação entre os grupos em cada momento utilizou-se o teste T bicaudal para amostras não pareadas. Para os dados não paramétricos utilizou-se o teste de Mann Whitney. Considerou-se nível de significância de  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses utilizadas da xilazina no presente trabalho foram inferiores às doses usuais descritas por Pringle e Smith (1993) as quais são estabelecidas entre 0,05 a 0,33 mg/kg para a completa sedação dos animais. Estabeleceu-se, portanto, a dose

de 0,01 mg/kg com o intuito de que os animais permanecem em estação durante todo o procedimento, o que de fato ocorreu no presente experimento.

A dose de dexmedetomidina utilizada durante o experimento foi de 0,001 mg/kg, obtida a partir de cálculos alométricos com o uso de parâmetros farmacocinéticos e o peso de espécies conhecidas utilizando como base a taxa metabólica basal descrita por Sedgwick (1991). Esta escala é baseada na hipótese de que existem similaridades anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e farmacocinéticas entre alguns animais, as quais podem ser descritas por modelos matemáticos e proporciona maior confiabilidade para o cálculo de protocolos anestésicos em animais com doses ainda desconhecidas (Hunter, 2008).

O método de extrapolação utilizado foi o linear, utilizando uma dose estabelecida em uma espécie para aplicação em outras espécies diferentes. Assim, a quantidade total do fármaco aumenta de maneira linear à elevação do peso corporal do animal (Freitas, 2013). De igual maneira a dose estabelecida também evitou que os animais assumissem a postura de decúbito durante o procedimento.

O quadro 1 demonstra os parâmetros vitais de bovinos sedados com dexmedetomidina ou xilazina durante o procedimento broncoscópico.

		M0	M5	M10	M20	P
<b>FC</b>	Xil.	64,8 ± 13,97 <sup>a*</sup>	53,0 ± 7,38 <sup>a</sup>	64,0 ± 23,05 <sup>a</sup>	54,0 ± 0 <sup>a</sup>	0,56
	Dex.	71,2 ± 12,13 <sup>a</sup>	49,8 ± 7,04 <sup>b*</sup>	49,6 ± 7,50 <sup>b</sup>	55,3 ± 6,65 <sup>ab*</sup>	0,007
	P	0,46	0,50	0,35	0,69	
<b>TR</b>	Xil.	37,9 ± 0,50 <sup>a</sup>	38,02 ± 0,56 <sup>a</sup>	38,1 ± 0,32 <sup>a</sup>	38,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,26
	Dex.	37,9 ± 0,32 <sup>a</sup>	37,6 ± 0,55 <sup>a</sup>	38,0 ± 0,50 <sup>a</sup>	38,1 ± 0,60 <sup>a</sup>	0,65
	P	0,88	0,31	0,82	0,46	
<b>MR</b>	Xil.	4,6 ± 1,67 <sup>a</sup>	1,0 ± 1,73 <sup>b</sup>	2,0 ± 1,87 <sup>ab</sup>	2,2 ± 1,09 <sup>ab</sup>	0,02
	Dex.	6,6 ± 1,34 <sup>a</sup>	2,2 ± 1,92 <sup>b</sup>	2,0 ± 1,58 <sup>b</sup>	2,0 ± 1,14 <sup>b</sup>	0,001
	P	0,07	0,33	0,49	0,65	
<b>PAS</b>	Xil.	93,0 ± 26,75 <sup>a</sup>	80,8 ± 14,16 <sup>a</sup>	96,6 ± 15,82 <sup>a</sup>	95,0 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,58
	Dex.	95,0 ± 15,36 <sup>a</sup>	86,8 ± 6,76 <sup>a</sup>	104,0 ± 10,81 <sup>a</sup>	95,6 ± 10,97 <sup>a</sup>	0,28
	P	0,89	0,42	0,32	0,89	

**Quadro 1.** Média ± Desvio Padrão dos parâmetros vitais de bovinos sedados com dexmedetomidina ou xilazina durante o procedimento broncoscópico.

**Legenda:** FC- frequência cardíaca, TR- temperatura, MR- Movimentos Ruminais, PAS- Pressão Arterial Sistólica, M0- Momento Basal, M5- Momento em cinco minutos, M10- Momento em dez minutos, M20- Momento em vinte minutos e P- Diferença Estatística.

\*Letras minúsculas diferentes na mesma linha representam diferença estatística (P<0,05) entre os momentos dentro de cada grupo.

Notou-se que não houve diferença significativa entre os grupos em todos os momentos avaliados para os parâmetros mensurados. No entanto, verificou-se que a dexmedetomidina reduziu a frequência cardíaca (M0 diferente de M5 e M10, P=0,007), e os movimentos ruminais reduziram (M0 diferente de M5, M10 e M20, P=0,001) dos bovinos, enquanto que a xilazina apenas reduziu os movimentos ruminais (M0

diferente M5, P=0,02).

Os agonistas de receptores  $\alpha$ -2 adrenérgicos deprimem o tônus parassimpático por atuação vagomimética direta resultando em diminuição da FC e PAS (Spinosa, 2011). Posteriormente há ativação do barorreflexo que promove vasoconstrição, estabilizando estes parâmetros (Bacchiega, 2008). Estes efeitos foram mais evidentes na dexmedetomidina devido a este medicamento promover uma maior vasoconstrição que a xilazina (Bagatini, 2002).

Durante procedimento os animais apresentaram diminuição da motilidade ruminal devido a um bloqueio do mecanismo adrenérgico central que coordena a motilidade dos pré-estômagos (Almeida, 2004), sendo o efeito da xilazina mais curto que o da dexmedetomidina (Spinosa, 2011).

Como a motilidade ruminal é um processo fisiológico importante para eliminação de gases durante a fermentação ruminal e passagem da ingesta pelo retículo-omasal, seu comprometimento por períodos prolongados podem resultar em timpanismo e compressão diafragmática e pulmonar, culminando no óbito do animal por não respiração ou regurgitação do conteúdo ruminal com possível aspiração traqueal, uma vez que os medicamentos causam também relaxamento dos esfínteres e perda de reflexo de deglutição (Spinosa, 2011), efeitos que não foram observados nos animais em função das doses utilizadas, ao prévio jejum alimentar e hídrico, à postura em estação e ao curto período do procedimento.

O Quadro 2 demonstra os escores de sedação, resposta a estímulo nociceptivo e grau de relaxamento de glote de bovinos sedados com dexmedetomidina ou xilazina durante o procedimento broncoscópico.

GRAU	XILAZINA	DEXMEDETEMIDINA	P
SEDAÇÃO	3 $\pm$ 0,0	3 $\pm$ 0,0	1
RELAXAMENTO	3 $\pm$ 0,0	2,2 $\pm$ 1,09	0,51
NOCICEPTIVO	3 $\pm$ 0,0	2,4 $\pm$ 0,89	0,51
TOTAL	8,98 $\pm$ 0,04	7,6 $\pm$ 1,94	0,51

**Quadro 2.** Graus de sedação e de relaxamento de glote e estímulo nociceptivo de bovinos sedados com Xilazina ou Dexmedetomidina durante o procedimento broncoscópico.

**Legenda:** Avaliação baseado na força de contenção da cabeça do animal quando houve a introdução do endoscópio da narina até a glote do animal. Escore de 3: contenção passiva, 2: força leve e 1: força moderada. O grau de relaxamento da glote também foi verificado pela facilidade da passagem da sonda, considerando-se escore 3: quando o animal não possuía reflexo de deglutição, 2: reflexo de deglutição parcial e 1: reflexo de deglutição presente.

Notou-se que não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos em todos os momentos avaliados para os parâmetros mensurados, no entanto há diferenças biológicas demonstrando menor grau de relaxamento e de perda de nocicepção dos bovinos quando se utilizou a dexmedetomidina na dose 0,001 mg/kg. Como a dose de dexmedetomidina foi calculada baseada na alometria e que existem divergências entre as fórmulas utilizadas, bem como os parâmetros a serem utilizados



nestas fórmulas (Freitas, 2013), acredita-se que mais estudos utilizando doses maiores de dexmedetomidina seriam necessários para promover um relaxamento de glote e perda de nocicepção mais adequados ao procedimento. Já em relação à xilazina, mesmo utilizando-se uma dose inferior a relatada pela literatura, observou-se que foi possível a realização do procedimento, sendo considerados sedação, perda de nocicepção e de reflexo da glote adequados para broncoscopia e coleta de lavado broncoalveolar.

Apesar de a xilazina apresentar relação de seletividade entre receptores  $\alpha$ -2: $\alpha$ -1 menor que a da dexmedetomidina, a fixação da mesma aos receptores demonstrou maior diferença em relação aos parâmetros vitais que a dexmedetomidina nas doses utilizadas. Essa relação pode ser explicada pelo fato de que alguns agonistas são tão específicos que se ligam a apenas um tipo de receptor, enquanto outras podem ligar-se a vários tipos (Amstutz, 2014), assim, a ligação da dexmedetomidina aos receptores dos bovinos pode não ter sido a ideal na dose de 0,001 mg/kg.

## CONCLUSÕES

Conclui-se portando, que a xilazina na dose de 0,01 mg/kg apresentou melhor grau de sedação, relaxamento e perda de nocicepção e menores efeitos cardiovasculares e de motilidade ruminal que a dexmedetomidina na dose de 0,001 mg/kg em bovinos submetidos a coleta de lavado broncoalveolar.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.M., VALADÃO, C.A.A., MORENO, J.C.D., FARIAS, A., SOUZA, A.H. Efeitos da administração epidural de amitraz, xilazina ou dimetil sufóxido em vacas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 56, 6, 723-732, 2004.
- AFONSO, J., REIS, F. Dexmedetomidina. Papel atual em anestesia e cuidados Intensivos. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, ano 62, n. 1, p. 118-133, 2012.
- AMSTUTZ, H.E. **Manual Merck de Veterinária**. 10. ed. Roca, 2014.
- ANSAH, O.B., RAEKALLIO, M., VAINIO, O. Comparison of three doses of dexmedetomidine with medetomidine in cats following intramuscular administration. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, ano 21, n. 5, 2000.
- BACCHIEGA, T.S., SIMAS, R.C., PINTO, E.A.T. Dexmedetomidina. Um novo medicamento na anestesiologia veterinária. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. 2008. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/xi6QksHBtRuWmK5\\_2013-5-29-10-32-6.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/xi6QksHBtRuWmK5_2013-5-29-10-32-6.pdf). Acesso em: 20 Jul. 2015.
- BAGATINI, A., GOMES, C.R., MASELLA, M.Z., REZER, G. Dexmedetomidina: farmacologia e uso clínico. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, 2002. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-70942002000500012&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-70942002000500012&lng=en). Acesso em: 25 Abr. 2016.
- BALDO, C.F., NUNES, N. Dexmedetomidina, uma nova opção na anestesiologia veterinária. **Semina: Ciências Agrárias**, ano 24, n. 1, 2003.

BRAGA, S.M. Uso de fármacos agonistas dos receptores  $\alpha$ -2 adrenérgicos em medicina veterinária. Curso de pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás. 2012. Disponível em [http://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/seminario\\_1.pdf?1355916103](http://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/seminario_1.pdf?1355916103). Acesso em: 20 Jul. 2015];

FREITAS, C.F., CARREGARO, A.B. Aplicabilidade da extrapolação alométrica em protocolos terapêuticos para animais selvagens. **Ciência Rural**, ano 42, n. 2, 2013.

HUNTER, R.P., ISAZA, R. Concepts and issues with interspecies scaling in zoological pharmacology. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, 2008. Disponível em <http://www.bioone.org/doi/full/10.1638/2008-0041.1>. Acesso em: 25 Abr. 2016

KAMIBAYASH, T., MAZE, M. Clinical Uses of  $\alpha$ 2-Adrenergic Agonists. **American Society of Anesthesiologists**, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc. *Anesthesiology*, ano 93, n. 5, p. 1345-1349, 2000.

PRINGLE, J.K., SMITH D. **Handbook of Veterinary Drugs**. Philadelphia, p. 534-567, 1993.

SCHEININ, M., LOMASNEY, J.W., HAYDEN-HIXSON, D.M., SCHAMBRA, U.B., CARON, M.G., LEFKOWITZ, R.J., FREMEAU, JR. R.T. Distribution of alpha-2 adrenergic receptor subtype gene expression in rat brain. **Molecular Brain Research**, ano 21, ns. 1-2, p.133-149, 1994.

SEDGWICK, C.J. Allometrically scaling the data base for vital sign assessment used in general anesthesia of zoological species. In: **The American Association of Zoo Veterinarians Annual Conference**, Calgary, Florida, p. 360-369, 1991.

SPINOSA, H.S., GÓRNIAK, S.L., BERNARDI, M.M. **Farmacologia Aplicada a Medicina Veterinária**. Guanabara Koogan. 4. ed., p.77-85, 2011.

SOUZA, S.S. Efeitos da xilazina e da cetamina em equinos e bovinos. Jaboticabal. Programa de aprimoramento profissional. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. 2015.

VILLELA, N.R., NASCIMENTO, P.J. Uso de Dexmedetomidina em Anestesiologia. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, ano 53, n. 1, p. 97-113, 2003.

## ESTUDO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES DE *Schinopsis brasiliensis* Engl

### **Ailton Batista Oliveira Junior**

Universidade Estadual de Montes Claros –  
UNIMONTES, DCA, Janaúba, MG

### **Aderlaine Carla de Jesus Costa**

Universidade Estadual de Montes Claros –  
UNIMONTES, DCA, Janaúba, MG

### **Matheus Oliva Tolentino**

Universidade Estadual de Montes Claros –  
UNIMONTES, DCA, Janaúba, MG

### **Sabrina Gonçalves Vieira de Castro**

Universidade Estadual de Montes Claros –  
UNIMONTES, DCA, Janaúba, MG

### **Ronaldo dos Reis Farias**

Universidade Estadual de Montes Claros –  
UNIMONTES, DCA, Janaúba, MG

### **Luiz Henrique Arimura Figueiredo**

Universidade Estadual de Montes Claros –  
UNIMONTES, DCA, Janaúba, MG

### **Cristiane Alves Fogaça**

Universidade Estadual de Montes Claros –  
UNIMONTES, DCA, Janaúba, MG

**RESUMO:** O trabalho teve como objetivo evidenciar a ocorrência de dormência tegumentar em sementes de *S. brasiliensis* e avaliar a eficiência de diferentes tratamentos para a superação de dormência, uniformizando e acelerando o processo de emergência em condições de viveiro. Para evidenciar a ocorrência de dormência tegumentar foram estudadas as curvas de absorção de água de sementes com

pericarpos intactos e escarificados. Observando a ocorrência ou não da mesma, as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha; sementes escarificadas; sementes intactas e escarificadas embebidas em água fria por 24 e 48 horas, a temperatura ambiente. Após os tratamentos, as sementes foram colocadas entre areia, em bandejas plásticas e mantidas em condições de viveiro. As variáveis avaliadas foram porcentagem de emergência e índice de velocidade de germinação. Os resultados obtidos através das curvas de embebição demonstraram que as sementes da espécie estudada não apresentam dormência tegumentar. As sementes de *S. brasiliensis* sem tratamento prévio (testemunha) apresentaram maior porcentagem de emergência e IVE em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos avaliados, com exceção da testemunha, provocaram a deterioração das sementes da espécie estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Germinação, viveiro florestal, sementes florestais, braúna.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to demonstrate the occurrence of integument dormancy in *S. brasiliensis* seeds and to evaluate the efficiency of different treatments to overcome dormancy, standardizing and accelerating the emergence process under nursery conditions. To verify the occurrence of

integument dormancy the water absorption curves of intact and scarified seeds with pericarp were studied. Observing the occurrence or not of the same, the seeds were submitted to the following treatments: control; scarified seeds; intact and scarified seeds soaked in cold water for 24 and 48 hours at room temperature. After the treatments, the seeds were placed in sand, in plastic trays and maintained in nursery conditions. The variables evaluated were emergency percentage and emergency speed index. The results obtained through the imbibition curves showed that the seeds of the species studied did not present integumentary dormancy. *S. brasiliensis* seeds without previous treatment (control) had a higher percentage of emergence and IVE in relation to the other treatments. The evaluated treatments, with the exception of the control, caused the deterioration of the seeds of the studied species.

**KEYWORDS:** Germination, forest nursery, forest seeds, *Schinopsis brasiliensis*.

## 1 | INTRODUÇÃO

*Schinopsis brasiliensis* Engl., popularmente conhecida como braúna ou braúna-do-sertão, tem sua ocorrência desde o Nordeste até o norte de Minas Gerais e Goiás, ocorrendo ainda nos estados do Mato Grosso e Rondônia. Sua semente está envolta por um tegumento lenhoso (caroço) difícil de ser rompido, o que resulta em lenta emergência e baixa taxa de germinação, devendo-se conduzir estudos que desenvolvam técnicas de quebra de dormência (LORENZI, 2008).

Muitas espécies possuem sementes que, embora sendo viáveis e tendo todas as condições normalmente consideradas adequadas, deixam de germinar, tais sementes são denominadas dormentes e precisam de tratamentos especiais para germinar. O estado de dormência não se confunde com o de quiescência, que é um estado de repouso que, estando viável a semente, é facilmente superável com o fornecimento das condições ambientais necessárias (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O tipo de dormência apresentado pela semente depende de sua origem. Se esta for instalada durante a formação da semente, ainda na planta-mãe, é considerada primária. Neste tipo de dormência, o embrião encontra-se dormente devido à sua imaturidade, à presença de substâncias inibidoras e à exigência de temperatura e luz, como é o caso das sementes fotoblásticas positivas. Em alguns casos, as sementes manifestam dormência apenas quando se encontram intactas, porém, se o embrião for isolado, a germinação ocorre normalmente. É o caso das sementes que apresentam tecidos de revestimento impermeáveis à água e às trocas gasosas, restringindo, parcial ou totalmente, a embebição (SERT et al., 2009).

Cerca de dois terços das espécies arbóreas possuem algum tipo de dormência, cujo fenômeno é comum tanto em espécies de clima temperado (regiões frias), quanto em plantas de clima tropical e subtropical (regiões quentes). Em regiões semi-áridas, por exemplo, não ocorre a germinação de algumas espécies porque um fator ambiental (insuficiência de água) mantém a semente seca e ela não germina. Esse mecanismo

impede a germinação, mas é uma adaptação para a sobrevivência das espécies a longo prazo, permitindo que as plantas germinem na estação mais propícia ao seu desenvolvimento, buscando, através disso, a perpetuação da espécie (garantia de que alguns indivíduos se estabeleçam) ou colonização de novas áreas (SENA; GARIGLIO, 2008).

Conhecer os mecanismos de dormência e a sua duração para as diferentes espécies tem importância tanto ecológica como também econômica, pois auxilia na definição sobre a necessidade ou não de se utilizar tratamentos específicos para atuarem no metabolismo da semente, liberando o embrião para o desenvolvimento ou tornando-o apto para germinar (OLIVEIRA, 2012). Pois como mencionado por Smiderle e Souza (2003), a busca de metodologias para análise de sementes florestais desempenha papel fundamental dentro da pesquisa científica e de interesse diversificado, onde o conhecimento dos principais processos envolvidos na germinação de sementes de espécies nativas é de vital importância para a preservação daquelas espécies ameaçadas e multiplicação dessas e das demais em programas de reflorestamento.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou evidenciar a ocorrência de dormência tegumentar em sementes de *S. brasiliensis* e avaliar a eficiência de diferentes tratamentos para a superação de dormência, uniformizando e acelerando o processo de emergência em condições de viveiro.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Florestal e no Viveiro Escola do Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD/Mata Seca), do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Janaúba (MG).

O lote de sementes de braúna foi coletado em matrizes localizadas no Campus da Universidade, nas coordenadas geográficas de latitude 15°49'48,9"S e longitude 43°16'08"W, a 540 m de altitude, informações estas coletadas com auxílio do GPS GARMIN - Modelo Montana-600. O clima da região é caracterizado segundo a classificação de Koppen como do tipo "AW" (tropical chuvoso com inverno seco), com precipitação pluviométrica média anual de 900 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade média relativa do ar de 65% (OMETTO, 1981).

Após a coleta, no Laboratório de Ecologia Florestal realizou o beneficiamento manual das sementes seguido de acondicionamento das mesmas em embalagens herméticas mantidas em condições refrigeradas por um período de seis meses, para posterior avaliação.

Para comprovar a ocorrência de dormência tegumentar em sementes de braúna armazenadas por um período de seis meses foram determinadas as curvas de embebição. Para isto, empregou quatro repetições de sementes intactas e escarificadas



com lixa de papel nº 80, para cada combinação.

Tanto as sementes intactas como escarificadas mecanicamente foram colocadas em recipiente plástico (200 mL) com água destilada em quantidade suficiente para cobri-las, e mantidas em ambiente de laboratório por 120 horas. As sementes foram pesadas antes da imersão em água em balança de precisão ( $\pm 0,001\text{g}$ ), e após em intervalos regulares de duas horas até as primeiras 12 horas, na sequência a cada 12 horas até 48 horas, e finalizando a cada 24 horas até completar 120 horas.

Sementes correspondentes a cada combinação foram retiradas da água e enxugadas em papel filtro para retirada do excesso de água, e as repetições pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em porcentagem do aumento de massa fresca, calculados a partir da equação, % Incremento de Massa Fresca =  $[(P_f - P_i)/P_i] \times 100$ , onde:  $P_i$  = peso inicial das sementes;  $P_f$  = peso final das sementes em cada tempo (NERY, 2008).

Comprovada ou não a ocorrência de dormência tegumentar através da avaliação das curvas de embebição, as sementes com pericarpo de *S. brasiliensis* foram submetidas aos seguintes tratamentos: Testemunha – semente sem prévio tratamento; Semente intacta embebida em água destilada por 24 e 48 horas, a temperatura ambiente; Escarificação mecânica – semente lixada (lixa de papel nº 80) no lado oposto ao embrião; Sementes escarificadas mecanicamente e embebidas em água destilada por 24 e 48 horas, a temperatura ambiente.

Após serem submetidas aos tratamentos, as sementes foram colocadas em bandejas plásticas com areia lavada e autoclavada, mantidas em condições de viveiro (temperatura média de 28 °C) com irrigações realizadas duas vezes ao dia. As contagens iniciaram no décimo dia após a semeadura, computando diariamente o número de plântulas normais. Foram avaliadas as variáveis, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE), calculado segundo Maguire (1962).

As curvas de embebição foram representadas graficamente a partir dos seus valores médios e determinadas as equações polinomiais que melhor se adequaram ao modelo padrão trifásico proposto por Carvalho e Nakagawa (2012) para o processo de absorção de água por sementes.

Para avaliar a eficiência dos diferentes tratamentos estudados empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados. E, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apartir da análise dos resultados obtidos pela curva de embebição (Figura 1), observou-se que as sementes com pericarpos intactos apresentaram incremento na massa fresca superior as sementes com pericarpos escarificados. Assim, evidenciou-se que as sementes

de braúna não apresentam dormência tegumentar. Resultados semelhantes foram observados por Fogaça et al. (2004) estudando as curvas de embebição de sementes florestais, verificaram que o incremento de massa fresca nas sementes intactas foram semelhantes ao obtido pelas sementes escarificadas de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (canela-guaicá) e *Cytherexylum myrianthum* Cham. (tarumá-branco), evidenciando que as mesmas não apresentam dormência tegumentar.

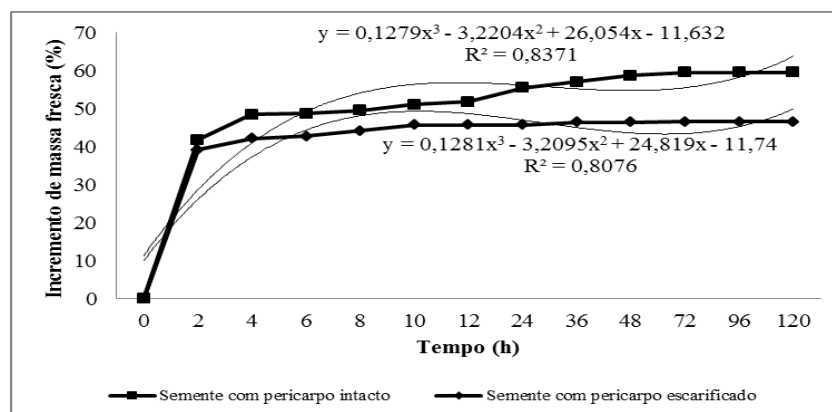


Figura 1. Curva de embebição de sementes de *Schinopsis brasiliensis*

Autores mencionaram a ocorrência de dormência tegumentar na referida espécie (ALVES et al., 2007; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2008), porém esta não foi evidenciada no presente estudo avaliando sementes armazenadas por seis meses. Podendo durante o armazenamento ter superado a referida dormência, ou a mesma pode ser decorrente de substâncias presentes no pericarpo. Pois em estudo realizado por Oliveira (1993) foi verificado que os frutos maduros de braúna apresentam compostos do grupo dos taninos pirogálicos, que são inibidores de germinação.

E, segundo Marcos Filho (2005), a inibição da germinação pode ser provocada por substâncias presentes na cobertura ou na parte interna das sementes, as quais podem bloquear o metabolismo preparatório para a geminação ou impedir o livre acesso do oxigênio ao embrião ou a liberação de gás carbônico. Sendo conhecidos vários tipos de inibidores da germinação, como taninos, ácidos fenólicos, aldeídos e alcalóides.

Apesar, de evidenciado a não ocorrência de dormência tegumentar nas sementes armazenadas da espécie estudada, submeteu as mesmas aos tratamentos buscando acelerar o processo de emergência, que segundo Lorenzi (2008) é lenta e baixa.

Na tabela 1 estão apresentados os resultados das variáveis avaliadas, onde verificou que as sementes de *S. brasiliensis* sem tratamento prévio (testemunha) apresentaram maior porcentagem de emergência e IVE em relação aos demais tratamentos.

Tratamentos	Emergência <sup>(1)</sup>	IVE
Testemunha	40 a	0,4 a
Escarificação mecânica	22 b	0,2 b
Sementes intactas e embebidas por 24 h	15 c	0,1 b
Sementes intactas e embebidas por 48 h	7 d	0,1 b

Sementes escarificadas e embebidas por 24 h	9 d	0,1 b
Sementes escarificadas e embebidas por 48 h	11 c	0,1 b

**Tabela 1.** Valores médios de porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *S. brasiliensis* submetidas a diferentes tratamentos, em condições de viveiro

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5%.

Estes resultados comprovam o que foi observado nas curvas de embebição, que as sementes da espécie em questão não apresentam dormência tegumentar. E apesar das sementes não apresentarem este tipo de dormência, a submissão das mesmas aos tratamentos avaliados poderia resultar em uniformidade e rapidez no processo de emergência, o que não ocorreu, observando que as sementes se deterioraram após os mesmos, reduzindo a emergência e o IVE.

Em trabalho realizado por Oliveira e Oliveira (2008), o emprego dos tratamentos, escarificação mecânica e escarificação ácida por 10 minutos, para superação de dormência de sementes de *S. brasiliensis*, sem armazenamento, não diferiram estatisticamente da testemunha (semente com pericarpo intacto).

Alves et al. (2007) avaliando diferentes tratamentos para superação de dormência de sementes de braúna armazenadas durante quatro meses, observaram que os melhores resultados de germinação e índice de velocidade de germinação foram obtidos empregando o tratamento ao qual submeteu as sementes a escarificação mecânica, com valores médios de 52% e 1,59; contra valores de 40% e 1,16 obtidos pela testemunha.

Com base nos resultados obtidos recomenda o estudo da curva de embebição das sementes da referida espécie recém-colhida e armazenadas em diferentes períodos para a comprovação da ocorrência ou não de dormência tegumentar nas sementes de *S. brasiliensis*. E, ainda a determinação da quantidade de tanino presente nestas para comprovar o que foi mencionado por Oliveira (1993), onde o mesmo mencionou que esta substância pode inibir o processo germinativo.

## 4 | CONCLUSÕES

Sementes de *Schinopsis brasiliensis* armazenadas em condição refrigerada por seis meses não apresentam dormência tegumentar.

Os tratamentos avaliados, com exceção da testemunha, provocaram a deterioração das sementes da espécie estudada.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A.F.; ALVES, A.F.; GUERRA, E.C.; MEDEIROS FILHO, S. Superação de dormência de sementes de braúna (*Schinopsis brasiliense* Engl.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.74-77, 2007.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- FOGAÇA, C.A., MALAVASI, M.M., MALAVASI, U.C.; HELMICH, P.R. Comparação de metodologias para quantificação do grau de umidade de sementes florestais categorizadas por tamanho. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.3, n.1, p.16-24, 2004.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v.1, 5ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p.25, 2008.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- NERY, F.C. **Germinação, cultivo *in vitro* e tolerância ao congelamento de sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan)**. 2008. 217p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- OLIVEIRA, M.C.P. **Aspectos morfo-anatômicos da unidade de dispersão, germinação e crescimento de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (baraúna) Anacardiaceae**. 1993. 132p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 1993.
- OLIVEIRA, M.C.P.; OLIVEIRA, G.J. Superação da dormência de sementes de *Schinopsis brasiliensis*. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.251-254, 2008.
- OLIVEIRA, O.S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: Ed. da UFPR, p.261-291, 2012.
- OMETTO, J.C. Classificação Climática. **Bioclimatologia tropical**. São Paulo: Ceres, p.390-398, 1981.
- SENA, C.M.; GARIGLIO, M.A. **Sementes florestais: colheita, beneficiamento e armazenamento**. Natal: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas/Departamento de Florestas/Programa Nacional de Florestas/Unidade de Apoio ao PNF no Nordeste, 2008. 28p.
- SERT, M.A.; BONATO, C.M.; SOUZA, L.A. Germinação da semente. In: SOUZA, L.A. (Org.) **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: TODAPALAVRA, p.89-117, 2009.
- SMIDERLE, O.J.; SOUZA, R.C.P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.48-52, 2003.

## ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE MORADIAS RURAIS

### Felipo Lovatto

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Engenharia Agrícola, FCA - Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados - MS

### Rodrigo Couto Santos

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Engenharia Agrícola, FCA - Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados - MS

### Rafael Zucca

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Engenharia Agrícola, FCA - Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados - MS

### Juliano Lovatto

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Engenharia Agrícola, FCA - Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados - MS

### Rodrigo Aparecido Jordan

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados, Engenharia Agrícola, FCA - Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados - MS

**RESUMO:** Casa própria com o mínimo de qualidade reflete no padrão vida e bem-estar das famílias sendo por isso meta de Política Pública para o meio rural. Assim, este estudo teve por objetivo analisar uma residência típica financiada por programas habitacionais

brasileiros, com o intuito de classificá-la dentro do Programa Nacional de Conservação e Eficiência Energética em Edificações (PROCEL-EDIFICA). Esta classificação tem notas que variam de "A" a "E", de acordo com a eficiência energética dos materiais e consequente conforto térmico proporcionado, sendo a nota "A" residências que podem ser até 30% mais eficientes que a nota "E". A análise foi realizada na UFGD, Dourados - MS. O projeto arquitetônico considerado foi para uma família de 4 pessoas, dois dormitórios, um banheiro, sala e cozinha, seguindo a NBR 15575/2013, com fechamentos feitos de materiais diferentes: bloco cerâmico com e sem revestimento; bloco de concreto com e sem revestimento; concreto maciço de 10cm sem revestimento externo e com revestimento interno em gesso. Com este estudo verificou-se que todos fechamentos tiveram classificação "D" pelo selo PROCEL-EDIFICA, sugerindo outros materiais que proporcionem menor condutividade e maior inércia térmica, proporcionando uma economia energética que pode chegar a 30% se utilizados sistemas de arrefecimento térmico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção rural, certificação PROCEL-EDIFICA, materiais de construção.

**ABSTRACT:** House own with the minimum of quality reflected in the standard living and well-being of the families being therefore goal of



Public Policy for the rural environment. Thus, this study aimed to analyze a typical residence financed by Brazilian housing programs, with the aim of classifying it within the National Program for Energy Conservation and Efficiency in Buildings (PROCEL-EDIFICA). This classification has grades varying from “A” to “E”, according to the energy efficiency of the materials and consequent thermal comfort provided, the note being “A” residences that can be up to 30% more efficient than the “E”. The analysis was performed at the UFGD, Dourados - MS. The architectural project considered was for a family of 4 people, two dormitories, a bathroom, living room and kitchen, following the NBR 15575/2013, with closings made of different materials: ceramic block with and without coating; concrete block with and without coating; 10cm solid concrete with no external coating and plaster inner lining. This study showed that all closures were rated “D” by the PROCEL-EDIFICA seal, suggesting other materials that provide lower conductivity and greater thermal inertia, providing an energy saving of up to 30% if thermal cooling systems are used.

**KEYWORDS:** Rural construction, PROCEL labelling, construction materials.

## 1 | INTRODUÇÃO

O relatório da Fundação João Pinheiro (2018) estimou um déficit habitacional rural de 783.043 moradias. A moradia necessita apresentar aspectos como segurança, durabilidade, conforto térmico, acústico e luminoso, com o a intenção de melhorar a vida do morador. Para isso a ambiência construtiva, originada da engenharia rural, é essencial para melhorar a qualidade de vida e da produção do agricultor (Sator & Bueno, 2017).

O Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), conhecido como “Minha Casa Minha Vida - Habitação Rural” (PMCMVR) é administrado pela Caixa Econômica Federal, que tem como missão diminuir o déficit habitacional rural. (Caixa, 2018). O programa exige um projeto de casa mínimo para habitação popular: com 42 m<sup>2</sup> de área (sem computar a área de serviço) uma sala, um dormitório para casal, um dormitório para duas pessoas, uma cozinha, uma área de serviço externa, uma circulação e um banheiro. (Funasa, 2017).

A partir dos anos de 1980 começa no Brasil uma série de ações voltadas para a eficiência energética, tais ações continuam nas décadas seguintes, com a criação do PROCEL em dezembro 1985, pela Portaria Interministerial nº 1.877, dos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, (MME, 2011). Como um subprograma, o PROCEL -EDIFICA, surgiu como forma de melhorar o uso de energia nas edificações, haja vista que o uso de energia elétrica em edificações corresponde por 45% do consumo no Brasil. O PROCEL EDIFICA estima que se desde a concepção da edificação houver o uso de ferramentas de eficiência energética a redução do consumo pode chegar a 50% e para as edificações que existentes que reformarem utilizando medidas eficientes, a redução de consumo pode ser de 30% (PROCEL, 2013)

O regulamento técnico da qualidade para nível de eficiência energética de edificações residenciais, RTQ-R, foi publicado em novembro de 2010 pela Portaria 449 do Inmetro, sendo um método de classificação que estabelece parâmetros de eficiência energética da residência. O nível de eficiência energética é determinado pela envoltória, "casca da edificação", e do sistema de aquecimento, dispondo de diferenciações de acordo com as zonas bioclimáticas e as regiões geográficas do país. (LabEEE, 2014). De acordo com o nível de eficiência, é gerada ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) classificando a edificação em eficiência da letra A, mais eficiente, para letra E, menor eficiência (Inmetro, 2010).

Assim, este estudo teve por objetivo analisar uma residência típica financiada por programas habitacionais brasileiros, com o intuito de classificá-la dentro do Programa Nacional de Conservação e Eficiência Energética em Edificações (PROCEL-EDIFICA).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no laboratório de Construções Rurais e Ambiente (CRA) da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizado em Dourados MS, Lon 54°,59' W; Lat 22°,14' S, Alt 463 metros, clima Cwa conforme classificação de Köppen.

O projeto arquitetônico considerado foi para uma família de 4 pessoas, dois dormitórios, um banheiro, sala e cozinha, seguindo a NBR 15575/2013. Utilizando-se o método prescritivo do RTR-Q com os seguintes fechamentos: bloco cerâmico com e sem revestimento; bloco de concreto com e sem revestimento; concreto maciço de 10cm sem revestimento externo e com revestimento interno em gesso.

Como o foco foi a análise da eficiência energética da envoltória da Unidade Habitacional (UH), O sistema de aquecimento de água e as eventuais bonificações não foram considerados. O método prescritivo é aplicado por meio de equações de regressão linear múltipla onde as variáveis independentes são as propriedades físicas e geométricas da edificação, e as variáveis dependentes são referentes a seu desempenho térmico, ou seja, graus hora para resfriamento (GHR), consumo relativo para aquecimento (CA) e refrigeração (CR) (Cruz, 2014).

Foram determinados o equivalente numérico da envoltória da edificação para resfriamento (EqNumEnvResfr), aquecimento (EqNumEnvA). Para a determinação do equivalente numérico da envoltória na ZB3, em cada ambiente de permanência prolongada será ponderado o equivalente numérico da envoltória para resfriamento (EqNumEnvResfr) e o equivalente numérico para aquecimento (EqNumEnvA).

$$\text{Equação 1: } \text{EqNumEnv} = 0,64 * \text{EqNumEnvResfr} + 0,36 * \text{EqNumEnvA}$$

Em que:

- EqNumEnvResfr = equivalente numérico da envoltória para resfriamento
- EqNumEnvA = equivalente numérico para aquecimento

A avaliação da envoltória da habitação nos diferentes cenários foi realizada utilizando-se a planilha para desempenho da UH, disponibilizada no site do Programa Brasileiro de Etiquetagem EDIFICA.

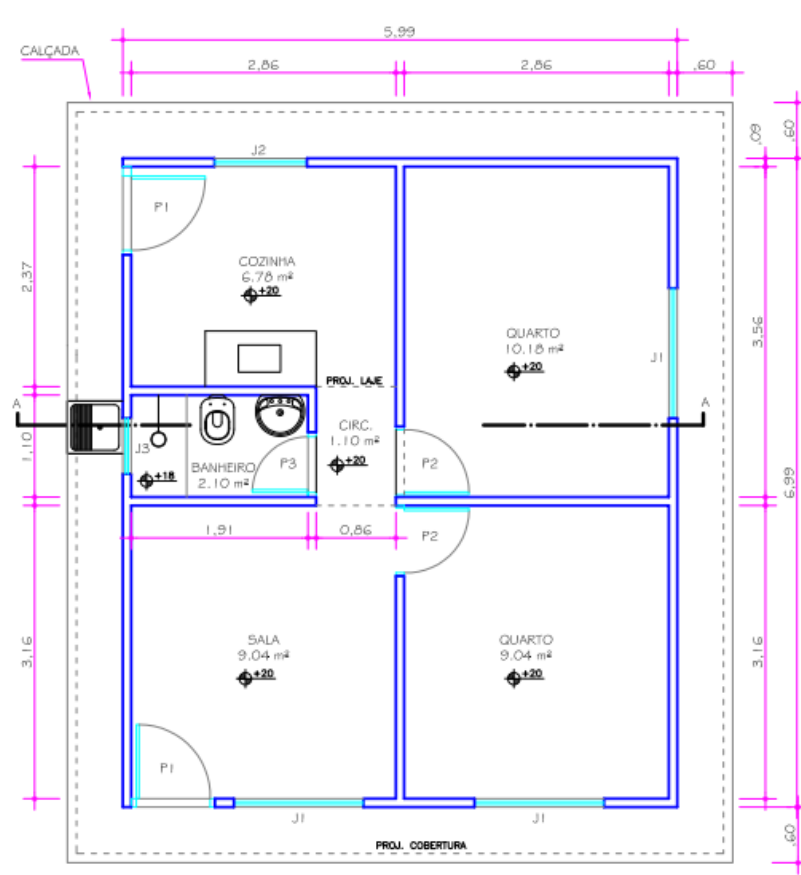


Figura 1. Planta padrão casas populares de 42 m<sup>2</sup>. Fonte Caixa Econômica Federal, FUNASA.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 6 combinações de materiais estudados obtiveram classificação D ou E pelo método RTQ-R, havendo diferenças mínimas nas suas pontuações, tais classificações se deve ao fato de focado na envoltória da UH, assim as notas do item de aquecimento de água foram E, abaixando a classificação geral. Na tabela 1, nota-se que os materiais das paredes da edificação têm notas mais divergentes, variando de C para E, relacionando com as estações verão e inverno.

Cruz (2014), demonstra que os materiais podem se comportar de forma diferente para o verão e para o inverno, neste caso apresentam valores iguais para a envoltória no inverno e para refrigeração artificial, o que faz a envoltória no verão ser a variável para pontuação. Porém em seu estudo, Cruz, 2014, demonstra que a parede de concreto apresenta uma diferença maior na pontuação da envoltória em referência ao bloco de concreto e cerâmico, assim como apresentado na tabela 1 a pontuação é semelhante entre todos materiais, menos o bloco cerâmico sem reboco que recebe a pior classificação.

Triana,(2015) apresenta resultados semelhantes onde cita que esta nota é

resultado do índice de absorção de cada material, como estudado cada ambiente da edificação. Especifica que dependente da posição geográfica da parede: norte, sul, leste, oeste, pode mudar a classificação do ambiente pela quantidade de energia térmica recebida, além de notar que quando a casa é geminada e apresenta ventilação cruzada tem uma performance melhor que a edificação livre no terreno.

Nos envelopes que tinham alto grau de horas de aquecimento, também foram aqueles envelopes que apresentaram alto grau de horas de resfriamento, proporcionando menos conforto térmico, obtendo as piores performances térmicas ao longo do ano. Entre as combinações de envelopes investigadas, o pior desempenho verificado é do envelope composto por vidros, parede de bloco cerâmico oco sem isolamento e folha de alumínio telhado inclinado. Com envoltória adequada, com aumento do isolamento aumenta-se o conforto térmico em 49% como explicado por Tubelo (2018).

O Autor continua explicitando que o uso de envoltórios típicos dos programas minha casa minha vida, como o tijolo cerâmico oco, podem entregar até 65% menos conforto térmico do que os envoltórios com melhor desempenho, como parede dupla com isolamento interno, uma análise de custos indicou que os melhores envoltórios custariam quase 50% a mais do que os comuns, portanto, foram considerados inviáveis. Alguns materiais se trabalhado em conjunto, como telha metálica com isolamento com tijolos que apresentem isolamento oco, diminuem desconforto térmico à custos adicionais não superiores a 10%.

	Identificação	BLOCO CONC SEM REB.	Bloco Conc com Reb.	Bloco Cer. sem Reb.	Bloco Cer. com Reb.	CONC. MAC. 10CM C/ GESSO INT.	TIJ. MAC. 9X6X19CM
Pontuação Total	Envoltória para Verão	D	C	E	D	C	D
	Pontuação	2.18	2.62	1	2.18	2.62	2.18
	Envoltória para Inverno	C	C	C	C	C	C
	Pontuação	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	Aquecimento de Água	E	E	E	E	E	E
	Pontuação	0	0.00	0	0	0	0
	Equi. num. da envoltória	D	C	D	D	C	D
	Pontuação	2.48	2.76	1.72	2.48	2.76	2.48
	Envoltória refr. artif.	C	C	C	C	C	C
	Pontuação	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	Bonificações	0	0.00	0	0	0	0
	Região	Centro-Oeste	Centro-Oeste	Centro-Oeste	Centro-Oeste	Centro-Oeste	Centro-Oeste
	Coeficiente a	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

Classificação final da UH	D	D	E	D	D	D
Pontuação Total	1.61	1.79	1.12	1.61	1.79	1.61

**Tabela 1.** Síntese dos resultados do método prescritivo do RTQ-R

## 4 | CONCLUSÕES

Com este estudo verificou-se que todos fechamentos tiveram classificação “D” pelo selo PROCEL-EDIFICA, deste modo na região de clima estudado recomenda-se utilizar materiais que tragam maior isolamento, deste modo aumenta o conforto térmico e aumenta a economia de energia.

## REFERÊNCIAS

Caixa Econômica Federal. **Minha Casa Minha Vida - Habitação Rural A grande chance de o trabalhador rural morar no que é seu.** <http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/rural/Paginas/default.aspx> . Acessado em 15 Fev. 2018.

CRUZ, Juliana et al. **Eficiência energética de diferentes sistemas construtivos avaliados segundo o método prescritivo do RTQ-R.** 2014. <https://www.researchgate.net/publication/281242100> . Acessado em 17 de novembro de 2017.

**Déficit habitacional no Brasil 2015.** Fundação João Pinheiro, Diretoria de Estatística e Informações. <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/direi-2018/785-serie-estatistica-e-informacoes-n06-deficit-habitacional-no-brasil-2015/file>

ELETOBRÁS; LabEEE. **Manual RTQ-R.** Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/etiquetagem/s>. Acesso em: 17 de novembro de 2017

INMETRO. **Regulamento técnico da Qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais.** Portaria nº 449. Rio de Janeiro, 25 de novembro de 2010.

PROCEL. **Introdução ao Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações.** Elaborado pela Eletrobras, Procel Edifica, Inmetro e CB3E/UFSC. Rio de Janeiro, setembro de 2013.

**MHCDCh – Modelo de Projeto Básico - Habitação de 2 Quartos.** FUNASA. <http://www.funasa.gov.br/modelo-de-projeto-basico-habitacao-de-2-quartos>. Acesso em: 25 Jun. 2017.

MME. **Plano Nacional de Eficiência Energética- premissas e diretrizes básicas.** Ministério de Minas e Energia, 2011

PBE EDIFICA, **Programa Brasileiro de Etiquetagem Edificações.** <http://pbeedifica.com.br/etiquetagem/residencial/planilhas-catalogos> Acessado em 17 de novembro de 2017.

SATOR, M. B.; Bueno, O. C. **Habitação social rural brasileira: o programa nacional de habitação rural e a atuação da FETAESP.** *Tekhne e Logos*, v.8, n.3, p.2-16, 2017.

TRIANA, Maria Andrea; LAMBERTS, Roberto; SASSI, Paola. **Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance.** *Energy Policy*, v. 87, p. 524-541, 2015.

TUBELO, Renata et al. **Cost-effective envelope optimisation for social housing in Brazil’s moderate climates zones.** *Building and Environment*, v. 133, p. 213-227, 2018.



## ESTUDO DA MELHOR EFICIÊNCIA PRODUTIVA PROPORCIONADA PELO USO DE ÍNDICE DE CONFORTO AMBIENTAL ADEQUADO

### **Mauricio Battilani**

Universidade Federal da Grande Dourados-  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – MS

### **Rodrigo Couto Santos**

Universidade Federal da Grande Dourados-  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – MS

### **Ana Paula Cassaro Favarim**

Universidade Federal da Grande Dourados-  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – MS

### **Juliano Lovatto**

Universidade Federal da Grande Dourados-  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – MS

### **Luciano Oliveira Geisenhoff**

Universidade Federal da Grande Dourados-  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – MS

### **Rafaela Silva Cesca**

Universidade Federal da Grande Dourados-  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – MS

**RESUMO:** Variáveis climáticas como temperatura, umidade relativa, radiação solar e vento influenciam no estresse, bem-estar e produção animal, devendo assim ser observados em conjunto por meio dos “índices

de conforto ambiental”, determinados a partir da combinação dessas variáveis. O uso de um índice que melhor represente o ambiente produtivo reflete no consumo energético dos dispositivos de climatização e na qualidade do produto, podendo ser assim, tratado como ação sustentável a ser adotado no contexto do desenvolvimento do agronegócio regional. Entre os índices existentes, destacam-se o índice de temperatura e umidade (ITU) e entalpia (H). Neste estudo utilizou-se uma série histórica para compará-los e verificar qual foi mais rigoroso na indicação de estresse, tendo como referência aves de corte. A pesquisa foi realizada na UFGD, com dados climáticos de 2017 disponibilizados pelo INMET para Dourados-MS. Utilizando planilha eletrônica foram calculados e comparados hora a hora o ITU e H. Ao final da pesquisa concluiu-se que os índices diferem-se quanto à classificação do conforto, o quê proporciona maior gasto energético dos sistemas de climatização, dependendo do índice adotado como referência, sendo que Entalpia demonstrou ser mais rigoroso nas semanas iniciais das aves, o quê aconteceu com o ITU nas últimas semanas.

**PALAVRAS-CHAVE:** ambiência, produção animal, sustentabilidade

**STUDY OF THE BEST PRODUCTIVE EFFICIENCY PROVIDED BY THE USE OF**

**ABSTRACT:** Climatic variables such as temperature, relative humidity, solar radiation and wind influence on stress, welfare and animal production, and should therefore be observed together by means of the “environmental comfort indexes”, determined from the combination of these variables. The use of an index that best represents the productive environment reflects the energy consumption of the air conditioners and the quality of the product and can therefore be treated as a sustainable action to be taken in the context of regional agribusiness development. Among the existing indices, the temperature and humidity index (ITU) and enthalpy (H) stand out. In this study, a historical series was used to compare them and to verify which one was more rigorous in the indication of stress, having as reference birds of cut. The research was conducted at the UFGD, with climatic data from 2017 provided by INMET to Dourados-MS. At the end of the research, it was concluded that the indices differ in the classification of comfort, which provides greater energy expenditure of the air conditioning systems, depending on the index used as reference, where Entalpia was more rigorous in the first weeks of birds, which happened in the last few weeks.

**KEYWORDS:** ambience, animal production, sustainability

### 1 | INTRODUÇÃO

O aumento da demanda mundial por proteína animal e a elevada produção de grãos fazem do Centro-Oeste uma região promissora para a produção avícola.

Porém, essa região, caracterizada por verões quentes e úmidos, possui clima desfavorável à produção (SANTOS et al., 2014), e uma vez que fatores ambientais como temperatura e umidade influenciam na produção, conforto, estresse e bem-estar animal, esses devem ser observados e analisados a fim de auxiliar o produtor na tomada de decisões (BAÊTA & SOUZA, 2010).

Considerando também que Temperatura e Umidade Relativa do ar apresentados isoladamente contém pouco conteúdo informativo, dada a existência do binômio Ta/UR, existem Índices de Conforto Ambiental que leva em consideração os fatores ambientais. Entre os vários índices existentes, destaca-se o índice de temperatura e umidade (ITU) e entalpia (H), por ser de fácil mensuração e utilizar apenas as variáveis de Temperatura e Umidade Relativa do ar.

Tendo em vista aumentar a eficiência de um dado processo produtivo, reduzindo a demanda energética utiliza-se então da automação. A automação permite maior precisão e redução nos custos, aumentando os ganhos na produção (MIRANDA et al., 2014). Com isso os sistemas de arrefecimento de aviários podem atuar de forma automática com base no índice de conforto escolhido, entretanto deve-se escolher o índice de conforto adequado a fim de melhorar a eficiência.

Posto isso, objetivou-se nesse trabalho comparar dois índices de conforto

térmico que são mais utilizados na produção de aves de corte, quantificar quando apresentavam a mesma condição de conforto em uma mesma situação climática, e quando eles apresentaram condições diferentes um ao outro, foi classificado como mais rigoroso aquele que apresentava situação de desconforto.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Dourados – MS, com coletas de dados climáticos na Embrapa Agropecuária Oeste, de janeiro à dezembro de 2017. Para este experimento, foram registrados os valores que o site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) fornecia. A estação meteorológica desta agência encontra-se localizada na Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, com coordenadas 22° 16' S, 54° 49' W e altitude média de 452 m. A classificação climática da região de Dourados segundo Köppen é Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos). As variáveis de interesse foram a temperatura (Ta) e a umidade relativa do ar (UR), coletadas por 365 dias consecutivos de 01/01/2017 a 31/12/2017, para todas as horas do dia contabilizando 8760 horas.

Com as variáveis Ta e UR foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) horários, utilizando-se a Equação 1, proposta por BUFFINGTON et al. (1982).

$$ITU = 46,3 + 0,8 * Ta + UR * (Ta - 14,3) / 100 \quad (1)$$

em que,

ITU - Índice de temperatura e umidade, adm;

Ta - temperatura do bulbo seco, °C, e

UR - Umidade Relativa do ar, %.

Com as mesmas variáveis também foi calculado a Entalpia (H) utilizando-se a Equação 2 proposta por Barbosa Filho et al. (2005).

$$H = (6,7 + 0,243 * Ta + \{UR/100 * (10^{((7,5 * Ta)/(273,3+Ta))})\}) * 4,18 \quad (2)$$

em que:

H – Entalpia, kJ/kg ar seco;

Ta – temperatura do bulbo seco, °C, e

UR – Umidade Relativa do ar, %.

Os dados foram organizados na planilha eletrônica Excel®, sendo que nas colunas ficaram registradas as variáveis data, hora, Ta, UR, ITU, classificação de conforto quanto ao ITU, H, classificação de conforto quanto ao H e nas linhas as

observações horárias.

A classificação de conforto pelo ITU foi de acordo com Silva et al., (2004) para cada semana da ave, e a classificação em relação à Entalpia (H) foi de acordo com Barbosa Filho et al., (2007) para cada semana da ave, como pode ser visto na Tabela 1.

Idade (semanas)	ITU	Entalpia (KJ/Kg ar seco)
1	72,4 – 80,0	80,0 – 86,6
2	68,4 – 76,0	73,0 – 79,9
3	64,8 – 72,0	66,8 – 73,9
4	60,5 – 68,0	63,0 – 68,2
5	56,6 – 64,0	56,3 – 64,6
6	56,6 – 60,0	54,7 – 62,9

**Tabela 1.** Faixa de conforto do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e da Entalpia (H) em função da idade das aves em semanas.

Com as observações horárias foram calculados os dois índices e comparado com a Tabela 1, onde teve três classificações quanto ao conforto, sendo elas: Desconforto por frio; Conforto e Desconforto por calor, respectivamente quando o valor calculado estava abaixo da faixa, dentro da faixa ou acima dela.

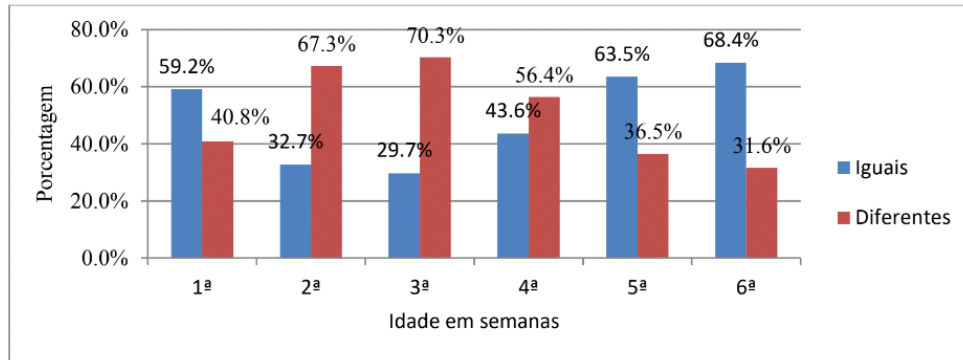
Para a análise, foi quantificada as horas em que os índices divergiram-se e quando isso aconteceu foi classificado como mais rigoroso o índice que apresentou desconforto enquanto que o outro apresentava conforto.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados observou-se que os índices apresentaram diferença entre si na classificação do conforto. Em relação à segunda, terceira e quarta semana de idade das aves, ocorreu a maior diferença entre os índices, sendo que na terceira semana essa diferença chegou à 70,3% do tempo e na quarta à 56,4%. Já para a primeira, quinta e sexta semana a maior parte do tempo os índices apresentaram a mesma classificação do conforto, sendo que na sexta semana essa igualdade chegou à 68,4% do tempo e na primeira à 59,2%, como pode ser observado na Tabela 2 e na Figura 1.

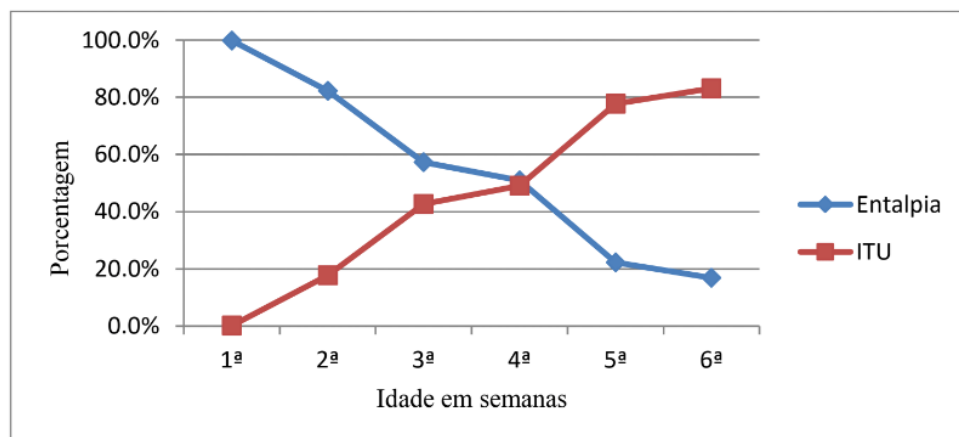
Quantidade de Horas	Idade das aves em semanas					
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>
Iguais	5183	2863	2600	3820	5564	5992
Diferentes	3577	5897	6160	4940	3196	2768
Total	8760	8760	8760	8760	8760	8760

Tabela 2. Quantidade de horas em que os índices apresentaram diferença entre si em relação à classificação do conforto para cada faixa de conforto em função da idade das aves:



**Figura 1.** Porcentagem das horas em relação ao tempo total (8760 horas) que os índices divergiram entre si.

Para as três primeiras semanas a Entalpia mostrou-se mais rigorosa, sendo que na primeira semana em 99,8% do tempo em que os índices diferiram a Entalpia apresentava desconforto e o ITU apresentava conforto, enquanto que na terceira foi de 57,3%. Na quarta semana, não houve diferença. Nas duas semanas restantes o ITU foi mais rigoroso, sendo que na sexta semana em 83,1% das horas analisadas o ITU apresentava desconforto enquanto que a Entalpia apresentava conforto, conforme pode ser observado na Figura 2.



**Figura 2.** Percentual das vezes em que cada índice foi mais rigoroso nas horas que apresentaram diferença entre si.

#### 4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que os índices têm diferença entre si quanto à classificação do conforto o que proporciona maior gasto energético dos sistemas de climatização dependendo do índice adotado. Sendo que nas três primeiras semanas ao se utilizar a Entalpia como índice de conforto demandaria um maior consumo energético.

#### REFERÊNCIAS

BAÊTA, F. C., SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais - conforto animal*. Viçosa: Editora UFV,



2010.

BARBOSA FILHO, J. A.; SILVA, I.J.; SILVA, M. A.; SILVA, C. J. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. Engenharia Agrícola, 27, 93-99, 2007.

.BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shedmanagement systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: American Society of Agricultural engineers, 1982 16p. (PAPER 82-4061).

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 01 de janeiro de 2018.

MIRANDA, M.S.; TORTELLI, L.; BLASZCZAK, V.; KOLCENTI, C.; GUEDES, A. L. Automação residencial. A tecnologia em nosso favor. São Paulo – SP. In: XVI ENGEMA. 2014.

SANTOS, R.C., BATTILANI, M., GARCIA, R.G., GEISENHOFF, L. JORDAN, R.A. Comparação entre sistemas de avaliação ambiental em galpões de galinhas poedeiras na região de Dourados MS. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v.8, p.183-190, 2014.

SILVA, E.T.; LEITE, D.G.;YURI, F.M.;NERY, F.S.G.;REGO, J.C.C.; ZANATTA, R.A.; SANTOS, S.A.; MOURA, V.V. Determinação do índice de temperatura e umidade (ITU) para produção de aves na mesorregião metropolitana de Curitiba – PR. Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v.2, n.3, p. 47-60, jul./set. 2004

## ESTUDO DA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO DE CITROS DA COMUNIDADE SANTA LUZIA DO INDUÁ, CAPITÃO POÇO/PA

### **Letícia do Socorro Cunha**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Marechal Cândido Rondon – Paraná

### **Luane Laíse Oliveira Ribeiro**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Marechal Cândido Rondon – Paraná

### **Lucila Elizabeth Fragoso Monfort**

Docente da Universidade Federal Rural da  
Amazônia  
Capitão Poço – Pará

### **Wanderson Cunha Pereira**

Docente da Universidade Federal Rural da  
Amazônia  
Capitão Poço – Pará

### **Felipe Cunha do Rego**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Graduação em Engenharia Florestal  
Capitão Poço – Pará

### **Francisco Rodrigo Cunha do Rego**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Graduação em Biologia  
Capitão Poço – Pará

### **Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Marechal Cândido Rondon – Paraná

**RESUMO:** A pesquisa teve como objetivo fazer um levantamento das formas de produção do porta-enxerto de mudas cítricas, na comunidade de Santa Luzia do Induá, município de Capitão Poço/Pará. A pesquisa de campo foi realizada entre dezembro de 2017 à janeiro de 2018, na comunidade de Santa Luzia do Induá, sendo a pesquisa foi desenvolvida com base na aplicação de questionários semiestruturados, abordando aspectos sobre a produção do porta-enxerto acerca da escolha, produção, manejo e classificação, assim como a produção da enxertia. Foram entrevistados 50 produtores de mudas ativas de forma aleatória, de um total aproximado de 100 viveiristas, o que garante uma unidade amostral representativa. Observa-se que 48% dos viveiristas consideram a espessura como principal fator para a execução da enxertia, sendo que para eles o cavalinho está pronto quando atinge a espessura de um lápis. Quanto à altura, a mais utilizada para enxertia pelos produtores (86%) é a que se encontra entre os intervalos de 10 a 20 cm. Os produtores relataram que o mais utilizado é o limoeiro cravo devido suas características genéticas e fitotécnicas. Foi perceptível que os mesmos já estão tentando aprimorar as técnicas para aquisição de material de propagação de maior qualidade. Para isso, o incentivo de políticas públicas aliado ao desenvolvimento de tecnologias apropriadas a realidade local são

primordiais para fomentar cada vez mais a produção de mudas na comunidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** citricultura, enxertia, limoeiro cravo, viveiristas.

**ABSTRACT:** The research had as objective to make a survey of the production of the rootstock of citrus seedlings, in the community of Santa Luzia do Induá, municipality of Capitão Poço / Pará. Field research was carried out between December 2017 and January 2018 in the community of Santa Luzia do Induá. The research was carried out based on the application of semi-structured questionnaires, addressing aspects on the production of rootstock on the choice, production, management and classification, as well as the production of grafting. Fifty seedlings producers were randomly interviewed, out of a total of approximately 100 nurseries, which guarantees a representative sample unit. It is observed that 48% of the nurserymen consider the thickness as the main factor for the execution of the grafting, and for them the horse is ready when it reaches the thickness of a pencil. As for height, the most used for grafting by the producers (86%) is the one that is between the intervals of 10 to 20 cm. The producers reported that the most used is the clove lemon tree due to its genetic and phytotechnical characteristics. It was noticeable that they are already trying to improve techniques for acquiring higher quality propagation material. To this end, the encouragement of public policies combined with the development of technologies appropriate to the local reality are paramount to increasingly promote seedlings production in the community.

**KEYWORDS:** citriculture, grafting, clove lemon tree, nursery.

## 1 | INTRODUÇÃO

A citricultura é um dos setores agrícolas que se encontra em constante expansão no País, onde cada vez mais vem se tornando uma potência de grande importância socioeconômica, por se tratar de uma cultura valorizada no mercado externo, sendo o fruto exportado na forma de suco e in natura.

No Pará, a cultura de citros está entre as mais importantes do Brasil, sendo o Estado um dos poucos pólos citrícolas na zona equatorial do mundo (CATETE, 2016; BRANDÃO, 2015). Capitão Poço é considerado a terra da laranja, tendo a citricultura como a principal fonte de renda dos produtores no município. Dentre os setores da produção citrícola, destaca-se a produção de mudas que é fortemente cultivada e comercializada na comunidade de Santa Luzia do Induá, zona rural da cidade. A comunidade é referência nesta atividade, pois este setor é considerado como forte elemento para a geração de empregos, formação do capital, agregação de valor e também no desenvolvimento regional, fortalecendo a produção de mudas no município.

O sucesso da citricultura, a exemplo de qualquer outra fruticultura, está na sua implantação. A escolha das variedades de copa, dos porta-enxertos e da muda a ser plantada é fator decisivo para o sucesso ou fracasso do laranjal. Portanto, para a implantação de um pomar comercial, o citricultor precisa de mudas de boa qualidade,

pois delas irá depender o futuro do pomar. A produção de uma boa muda passa por várias etapas, que vão desde a escolha do porta-enxerto até os tratamentos culturais no viveiro (Silva; Souza, 2002).

A produção de porta-enxertos é uma das etapas fundamentais na formação de mudas de fruteiras de qualidade. Porta-enxertos vigorosos e bem formados podem melhorar e influenciar positivamente a taxa de pegamento dos enxertos. Aliás, é da perfeita compatibilidade e da sintonia fisiológica que depende em grande parte o sucesso da relação porta-enxerto/ enxerto (Kitamura et al., 2004).

A enxertia, uma das formas de propagação assexuada de plantas, é conhecida como o processo de juntar duas plantas ou partes da planta de tal maneira que elas possam se unir e continuar o seu crescimento originando uma nova planta, essa nova planta, formada por meio da enxertia, compreende basicamente duas partes: o enxerto (ou garfo) e o porta-enxerto (ou cavalo) (Dirr; Heuser Junior, 1987; Hartmann et al., 2002).

Uma das principais vantagens obtidas pela enxertia é a manutenção das características genéticas da planta. A enxertia, assim como qualquer outro método de propagação vegetativa, permite manter as características das plantas (cultivar ou clones superior) que estão sendo propagadas, mantendo o valor agrônomico das mesmas e, conseqüentemente, produzindo plantas mais uniformes (Franzon, 2010).

De acordo com Bastos (2015), no Brasil 80% dos pomares cítricos são plantados sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo', devido às características como: vigor, maior tolerância ao estresse hídrico, maturação precoce dos frutos e alta produtividade. Além dos porta-enxertos tradicionais como o limoeiro 'Cravo' e a tangerineira 'Cleópatra', existem outros materiais com características consagradas internacionalmente, como o citrumeleiro 'Swingle' – pomeleiro 'Duncan' (*Citrus paradisi* M. x *Poncirus trifoliata*) – e o citrangeiro 'Troyer' (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*).

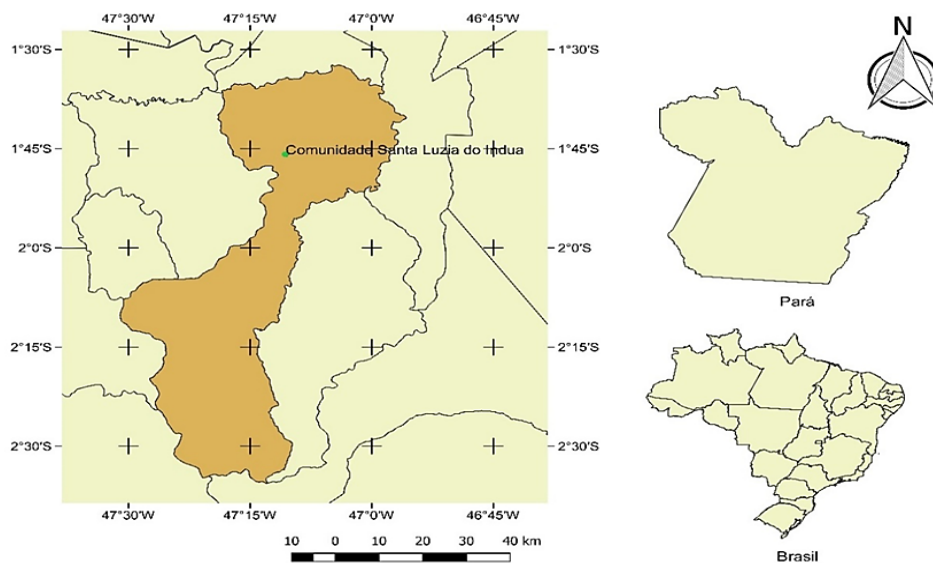
Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo fazer um levantamento da produção dos principais porta-enxertos, na comunidade de Santa Luzia do Induá/PA.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa de campo foi realizada no período de 02 de dezembro de 2017 à 12 de janeiro de 2018, na comunidade de Santa Luzia do Induá, pertencente à zona rural do município de Capitão Poço/PA, com distância aproximada de 13 km da sede do referido município (Figura 1). Esta comunidade apresenta destaque na produção de mudas cítricas, sendo estas produzidas por pequenos, médios e grandes produtores, configurando assim, a principal atividade agrícola desenvolvidas na comunidade.

O município de Capitão Poço está localizado a uma latitude de 01°44'47" S e longitude de 47°03'34" W), pertence a Microrregião do Guamá, mesorregião do nordeste paraense e se encontra a 226 km da capital Belém, apresentando uma amplitude de 25,7 a 26,9°C com média anual de 26,2°C, apenas 1,2°C de variação, e conforme a

classificação Köppen o clima tipo Ami (Silva et al., 2011), com precipitação anual em torno de 2.500 mm e com uma curta estação seca entre Setembro e Novembro (precipitação mensal em torno de 60 mm), além de uma umidade relativa do ar entre 75% e 89%, nos meses com menor e maior precipitação, respectivamente (Schwart, 2007).



**Figura 1.** Localização geográfica da comunidade de Santa Luzia do Induá, município de Capitão Poço/PA. Fonte: NERES, 2018.

De início foi realizado o levantamento do número total de produtores que foi obtido com base nas informações coletadas com os próprios viveiristas, para que se assim pudessem ser definido uma amostragem representativa da comunidade.

A pesquisa foi desenvolvida com base na aplicação de questionários semiestruturados fundamentado na IN 48. Faziam parte do escopo do questionário alguns aspectos como: aquisição do material vegetal, fornecimento, utilização, finalidade e afins.

Além disso, fez-se o uso de outros recursos como registros fotográficos, gravação de áudios, anotações em cadernetas de campo e observações diretas e indiretas, que também serviu de suporte para a fundamentação da pesquisa.

Para se ter acurácia das informações, foram entrevistados 50 produtores de mudas ativos de forma aleatória de um total aproximado de 100 viveiristas, garantido uma unidade amostral representativa. Os entrevistados foram divididos em classes de acordo com o número de mudas produzidas e identificados por pequeno, médio e grande produtor, conforme a Tabela 1. O enquadramento dos produtores de mudas foi definido com o intuito de organizá-los com base em características semelhantes, facilitando assim a manipulação dos dados.

CLASSES	Nº DE MUDAS	Nº DE ENTREVISTADOS
Pequeno Produtor	5 até 10 mil mudas	27
Médio Produtor	>10 até 50 mil mudas	16



Grande Produtor	Acima de 50 mil mudas	07
<b>Total</b>		<b>50</b>

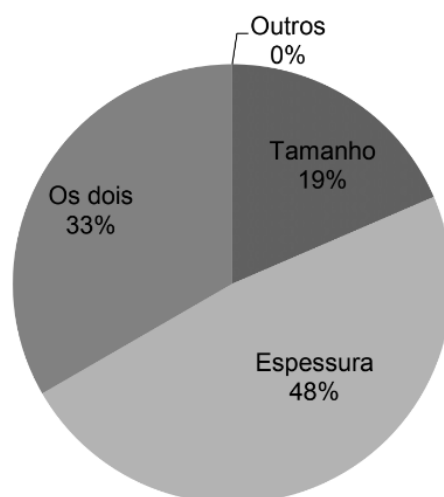
**Tabela 1.** Classificação dos produtores de mudas de Santa Luzia do Induá. Capitão Poço, PA, 2018.

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica Microsoft Excel 2010® e 2013®, onde foram manipulados para elaboração de Gráficos e Tabelas para representá-los e por fim, foi realizada a análise das informações obtidas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo buscou informações relacionadas a produção de porta-enxerto na localidade escolhida. Neste sentido, foi verificado que a técnica de enxertia utilizada por todos os produtores é a borbulha de “T invertido”. Segundo Fonseca (2012), a borbulha em “T Invertido” é o método de enxertia mais usado por sua eficiência na produção da muda cítrica, onde o enxerto é uma pequena parte da casca com a inserção de uma única gema.

No gráfico 1, são apresentados os principais critérios utilizados para realização da enxertia pelos produtores, onde observou-se que 48% dos viveiristas consideram a espessura do porta-enxerto como principal fator para a execução da enxertia, sendo que para eles o cavalinho está pronto quando atinge a espessura de um lápis.



**Gráfico 1:** Critério usado pelos produtores de mudas de Santa Luzia do Induá, para a classificação dos porta-enxerto para enxertia, Capitão Poço/PA.

Quanto à altura, a mais utilizada para enxertia pelos produtores é a que se encontra entre os intervalos de 10 a 20 cm (Tabela 2), onde é a altura recomendada pela legislação no seu Artigo 38º, que por sua vez ressalta que a enxertia deverá ser feita entre 10 (dez) e 20 (vinte) centímetros de altura, medidos a partir do colo do porta-enxerto. Ainda na legislação em seu parágrafo único, quando se tratar dos limões

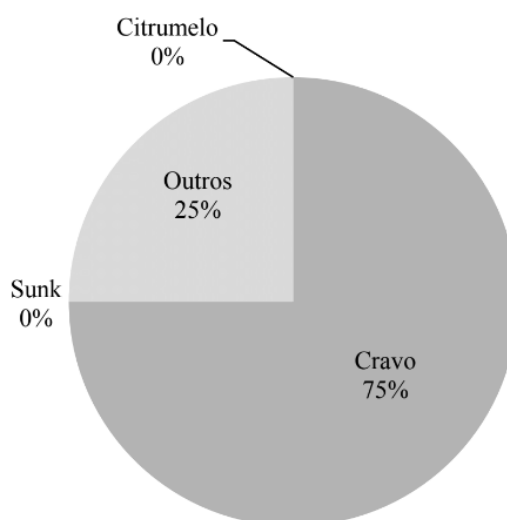
verdadeiros [*Citrus limon* (L.) Burm. F.] ou quando a muda for destinada para plantio com colheita mecanizada, a enxertia deverá ser feita entre 20 (vinte) e 40 (quarenta) centímetros, medidos a partir do colo do porta-enxerto, sendo devidamente justificada pelo responsável técnico no Laudo de Vistoria.

CLASSES	ALTURA DE ENXERTIA		
	10 à 20	20 à 30	Outra
Pequeno	25	2	0
Médio	12	4	0
Grande	6	1	0
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

**Tabela 2.** Altura de enxertia realizada pelos produtores de mudas de Santa Luzia do Induá, Capitão Poço/PA.

Quando perguntados sobre os principais porta-enxertos utilizados na produção de mudas cítricas, os produtores relataram que o mais utilizado é o limoeiro cravo, conforme o gráfico 2, devido a preferência por mudas enxertadas com esta variedade, tendo assim alta demanda e valorização no mercado, por ter uma boa produtividade e sendo esta também a mais comum usada na comunidade de Santa Luzia, pelos produtores.

Segundo Almeida e Passos (2011), o limoeiro Cravo (*Citrus limonia* Osbeck) é o porta-enxerto mais utilizado no Brasil, correspondendo a cerca de 85% dos porta-enxertos utilizados pelos citricultores. Este porta-enxerto é preferido por viveiristas e produtores devido às suas características como: fácil obtenção de sementes, grande vigor no viveiro, rápido crescimento, bom pegamento de mudas no plantio, produção precoce, compatibilidade com todas as variedades de copa, tolerância ao estresse hídrico, boa adaptação a solos arenosos (Carvalho, 2017).



**Gráfico 2.** Principais porta-enxertos utilizados na produção de mudas cítricas pelos produtores de mudas de Santa Luzia do Induá, Capitão Poço/PA.

Os produtores de mudas relataram também que utilizam outras variedades (25%) de porta-enxerto, sendo o Volkameriano e o Rugoso mais citados, porém ainda estas variedades são pouco usadas pelos viveiristas, prevalecendo assim o limoeiro cravo.

Além disso, foi verificado que os porta-enxertos em sua maior parte são produzidos em leiras no solo, onde passam aproximadamente seis (6) meses, e posteriormente são transplantados para o local definitivo, sendo que apenas um produtor dos entrevistados cultivam o porta enxerto em tubetes (Figura 2).



**Figura. 2.** Porta-enxerto cravo cultivado em leiras, na comunidade de Santa Luzia do Induá A- mudas de porta-enxerto cultivado em tubete e B- mudas porta-enxerto cultivadas no solo.

A escolha do porta-enxerto objetiva o aumento da produção, devendo-se respeitar as particularidades de cada país ou região onde este será utilizado, para que se tenha um melhor desempenho (Carvalho, 2017).

O porta-enxerto tem papel importante sobre a cultivar copa, pois este influencia em suas características como precocidade de produção, vigor, produtividade, absorção e utilização de nutrientes, tolerância à salinidade, resistência à seca, geada, doenças e pragas, além de influenciar na qualidade e pós-colheita dos frutos. Desta forma, verifica-se que não apenas a escolha da copa é importante, mas também a do porta-enxerto, pelo fato de que as características agrônômicas de interesse são obtidas da interação copa/porta-enxerto (Bastos et al., 2014).

#### 4 | CONCLUSÃO

O critério mais utilizado pelos produtores de mudas para a realização da enxertia é a espessura. A altura para enxertia mais requerida pelos produtores é de 10 a 20 cm. Quanto ao principal porta enxerto, o que prevalece é limoeiro cravo, utilizada com maior frequência pelos produtores de mudas de Santa Luzia do Induá.

Portanto, pode-se concluir também que os viveiristas por trabalharem a muito tempo com a atividade já possui uma forma definida de produção, onde o cultivo do porta enxerto é considerado etapa primordial para obtenção de mudas de maior qualidade e foi perceptível que os mesmos já estão tentando aprimorar as técnicas para aquisição de material de propagação de maior qualidade e que este material seja produzido conforme legislação a vigente. Para isso, o incentivo de políticas públicas aliado ao desenvolvimento de tecnologias apropriadas a realidade local são primordiais para fomentar cada vez mais a produção de mudas na comunidade e consolidar assim seu sistema de produção e comercialização.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. O.; Passos, O. S. (2011). **Citricultura brasileira em busca de novos rumos: Desafios e oportunidades na região nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 145 p.
- BASTOS, D. C. et al. (2015). **Cultivo de citros no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 30 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 266).
- BASTOS, D. C.; Ferreira, E. A.; Passos, O. S.; Sá, J. F.; Ataíde, E. M.; Calgaro, M. (2014). **Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 35, 281, 36-45.
- BRANDÃO. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-2015). Melhoramento genético beneficia citricultura paraense**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3490860/melhoramento-genetico-beneficia-citricultura-paraense>. Acesso em: 22 de nov. 2017.
- CARVALHO, W. S. G. (2017). **Eficiência produtiva e porte de cultivares de citros enxertadas sobre os porta-enxertos limoeiro 'cravo' e 'flying dragon', em cultivo irrigado**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciência e Tecnologia Agropecuárias, Campus dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 59f.
- CATETE. **Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM-2017)**. Disponível em: <http://www.sudam.gov.br/index.php/fno/82-comunicacaosocial/clipping/964-polo-de-citricultura-e-inaugurado-no-estado-do-para>. Acesso em: 22 de nov. 2017.
- DIRR, M. A.; Heuser Junior, C. W. (1987). **The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture**. Athens: Varsity Press Inc. 239 p.
- FONSECA, N.; Oliveira, J. R.P. (2012). **Propagação de mudas de fruteiras na Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura. p. 15.
- FRANSON, R.C.; SILVIA, C.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.p. 17-18. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081; 283).
- HARTMANN, G. R. L et al. (2002). **Plant propagation: principles and practices**. 7. Edição New Jersey: Prentice Hall. 880 p.
- KITAMURA, M.C.; Ramos, J.D.; Lemos, E.E.P. (2004). **Avaliação de tipos de enxertia e recipientes para produção de mudas de grivoleira (Annona muricata L.)**. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 28, 24- 33.
- SCHWART, G. (2007). **Manejo sustentável de florestas secundárias: espécies potenciais no Nordeste do Pará, Brasil**. Revista Amazônia: Ciência; Desenvolvimento, Belém, 3, 125-147.
- SILVA, A. G. et al. (2011). **Infestação Da Mosca-Negra-Dos-Citros Em Pomares De Citros, Em Sistemas De Plantio Convencional E Agroflorestal**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, 33, 053-060.
- SILVA, S. E. L.; Souza, A. G. C. (2002). **Produção de Mudas de Laranja**. Circular Técnico. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental-AM.

## EXTRAÇÃO VIA ULTRASSOM DA BETA-GALACTOSIDASE DE *Saccharomyces fragilis* IZ 275 CULTIVADA EM SORO COM POTENCIAL PARA HIDRÓLISE DA LACTOSE

### **Ariane Bachega**

Universidade Pitágoras Unopar, Mestrado em  
Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados,  
Londrina - Paraná

### **Ana Caroline Iglecias Setti**

Universidade Pitágoras Unopar, Mestrado em  
Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados,  
Londrina - Paraná

### **Alessandra Bosso**

Universidade Pitágoras Unopar, Mestrado em  
Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados,  
Londrina - Paraná

### **Samuel Guemra**

Universidade Pitágoras Unopar, Mestrado em  
Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados,  
Londrina - Paraná

### **Hélio Hiroshi Suguimoto**

Universidade Pitágoras Unopar, Mestrado em  
Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados,  
Londrina - Paraná

### **Luiz Rodrigo Ito Morioka**

Universidade Pitágoras Unopar, Mestrado em  
Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados,  
Londrina - Paraná

galactosidase de *Saccharomyces fragilis* IZ 275 cultivada em soro de queijo por ultrassom através da metodologia de superfície de resposta. Foi realizada a fermentação utilizando a levedura *Saccharomyces fragilis* IZ 275 em soro de queijo *in natura*, as condições de cultivo foram 35°C, 150 rpm e 24 horas de fermentação. Em seguida foi realizado o processo de extração por ondas ultrassônicas utilizando 40 mL do meio de fermentação seguindo delineamento estatístico Box-Benheken com 9 corridas, tendo como variáveis independentes e níveis o tempo (3, 6 e 9 minutos) e potência (75, 223 e 372 w/cm<sup>2</sup>). Após a extração a suspensão celular foi centrifugada a 3500 rpm, 4°C por 20 minutos. Em seguida 1 e 10% (v/v) do sobrenadante contendo a enzima extraída foi adicionado em 10 mL de solução de lactose 5% (p/v), incubadas em estufa a 37°C por 2 horas. Após 2 horas, as amostras foram aquecidas a 95°C durante 10 minutos para a inativação da atividade enzimática. A determinação da atividade enzimática foi através da quantificação da glicose produzida via hidrólise da lactose pela beta-galactosidase, sendo realizada pelo método glicose-oxidase. Baseado no delineamento de Box-Benhenk a máxima hidrólise com 1% de enzima foi no ensaio 9 com 5,66% nas condições de extração de 9 minutos e potência de 372 w/cm<sup>2</sup>. A máxima hidrólise com 10% de enzima foi o ensaio 7 com 66,47%,

**RESUMO:** A beta-galactosidase tem por função a hidrólise da lactose em dois monossacarídeos, glicose e galactose, possíveis de serem metabolizados por indivíduos com intolerância à lactose. O objetivo do trabalho foi verificar a condição de extração da enzima beta-



nas condições de 3 minutos e potência de 372 w/cm<sup>2</sup> de extração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrólise, enzima, beta-galactosidade, ultrassom

**ABSTRACT:** Beta-galactose functions as the hydrolysis of lactose in two monosaccharides, glucose and galactose, which can be metabolised by individuals with lactose intolerance. The objective of this work was to verify the extraction condition of the enzyme beta-galactosidase from *Saccharomyces fragilis* IZ 275 cultured in cheese serum by ultrasound using the response surface methodology. The fermentation was carried out using *Saccharomyces fragilis* IZ 275 yeast in fresh cheese serum, culture conditions were 35 ° C, 150 rpm and 24 hours fermentation. Then, the ultrasonic wave extraction process was performed using 40 mL of the fermentation medium followed by a 9-race Box-Benheken statistical design, with independent variables and time (3, 6 and 9 minutes) and power (75, 223 and 372 w / cm<sup>2</sup>). After extraction the cell suspension was centrifuged at 3500 rpm, 4 ° C for 20 minutes. Then 1 and 10% (v / v) of the supernatant containing the extracted enzyme was added in 10 mL of 5% (w / v) lactose solution, incubated in an oven at 37 ° C for 2 hours. After 2 hours, the samples were heated at 95 ° C for 10 minutes to inactivate the enzymatic activity. The determination of the enzymatic activity was through the quantification of the glucose produced by hydrolysis of lactose by beta-galactosidase, being carried out by the glucose oxidase method. Based on the Box-Benhken design the maximum hydrolysis with 1% of enzyme was in assay 9 with 5.66% in the extraction conditions of 9 minutes and power of 372 w / cm<sup>2</sup>. The maximum hydrolysis with 10% of enzyme was assay 7 with 66.47%, in the conditions of 3 minutes and power of 372 w / cm<sup>2</sup> of extraction.

**KEYWORDS:** Hydrolysis, enzyme, beta-galactosidase, ultrasound

## 1 | INTRODUÇÃO

A beta-galactosidase tem despertado grande interesse industrial tendo em vista a alta incidência de intolerância à lactose pela população. Estima-se que 70% da população mundial são acometidas pela intolerância à lactose (LULE et al., 2016), uma deficiência total ou parcial na produção da enzima beta-galactosidase (MATTAR et al., 2010), que causa sintomas como dores e inchaços abdominais, náuseas, flatulência e diarreia (SAVAIANO; BOUSHEY; MCCABE, 2006).

A beta-galactosidase também conhecida como lactase, é responsável pela hidrólise da lactose (MATTHEWS, 2005). São produzidas principalmente por microrganismos, dentre eles bactérias, leveduras e fungos filamentosos, que são geralmente reconhecidos como seguros (GRAS) para o consumo (OLIVEIRA et al., 2011; SAQIB et al., 2017). A importância da beta-galactosidase está na sua utilização na indústria de alimentos, especialmente em laticínios (LUKITO et al., 2015), tendo como principal aplicação a hidrólise da lactose de produtos lácteos com a formação dos monossacarídeos, glicose e galactose, produzindo lácteos com teores menores

de lactose, permitindo que os acometidos pela intolerância possam consumi-los. Outra aplicação da beta-galactosidase é a síntese de oligossacarídeos a partir da glicose e galactose, tais como glicooligossacarídeos e galactooligossacarídeos, respectivamente, que são importantes prebióticos (TOMAL et al., 2010; HSU; YU; CHOU, 2005; HUSAIN, 2010).

A *Saccharomyces fragilis* é uma levedura que tem a capacidade de assimilar a lactose como açúcar e utiliza-la como fonte de carbono (COLOGNESI et al., 2017), devido a presença do gene Lac Z.

A enzima beta-galactosidase quando obtida por *Saccharomyces fragilis* é intracelular. Assim, para acessarmos a enzima é necessário que haja o rompimento celular, sem causar a desnaturação da enzima (SANTIAGO et al., 2004). A parede celular pode ser parcialmente ou totalmente rompida, para assim permitir que a enzima seja liberada para o meio extracelular (PESSOA; KILIKIAN, 2005).

A extração de compostos bioativos intracelulares como a enzima beta-galactosidase pode ser realizado por métodos mecânicos (moinho de esferas, homogeneizador de alta pressão e ultrassom) e não mecânico (eletroporação, química e enzimática) (LIU et al., 2016).

Diante desse contexto, o objetivo do trabalho foi verificar a condição de extração da enzima beta-galactosidase por ultrassom através da metodologia de superfície de resposta.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Universidade Pitágoras Unopar, Londrina, PR, nos laboratórios do programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados.

### 2.1 Soro de queijo

O soro de queijo foi a base para o meio de cultivo da levedura. O soro de queijo foi desproteinizado através de filtrações em fluxo tangencial em membranas específicas. A concentração do soro de queijo foi pré-estabelecida de acordo com o experimento. A desproteinização do soro de queijo foi realizada através de filtrações em fluxo tangencial. Inicialmente o soro de queijo foi microfiltrado em unidade de membrana de filtração em fluxo tangencial com porosidade de 0,22  $\mu\text{m}$  (TIA – Tecnologia Industrial Aplicada Ltda, Brasil), para a retirada das sujidades e de microrganismos residuais. Em seguida o permeado foi ultrafiltrado em unidade de membrana de filtração em fluxo tangencial com porosidade de 20 KDa (TIA – Tecnologia Industrial Aplicada Ltda, Brasil) para separação das proteínas do soro de queijo. As proteínas do soro de queijo foram coletadas e armazenadas sob refrigeração. O permeado que é constituído de água, sais minerais e lactose será a base para os meios de cultivos da levedura.

## 2.2 Microorganismo e inóculo

Para a fermentação foi utilizada a levedura *Saccharomyces fragilis* IZ 275 obtida da Fundação André Tosello – Coleção de Culturas Tropicais (CCT), mantidas em tubos de ensaio contendo PDA (Potato Dextrose Ágar, Acumedia®, Brasil) inclinado a 4°C.

Para ativação das leveduras foram transferidas três alçadas de colônias de leveduras em Erlenmeyer 250 mL contendo 100mL de extrato de malte (15 g/L) e extrato de levedura (0,5 g/L) em pH 5,0 previamente esterilizado por 15 minutos a 121°C e incubado em agitador orbital (TECNAL®, TE-420, Brasil) a 150 rpm, 35°C por 24h. Sendo que o inóculo foi padronizado a uma D.O. (densidade óptica) igual a 0,6.

## 2.3 Condições de Cultivo

A *Saccharomyces fragilis* IZ 275 foi cultivada em soro de queijo desproteínizado com uma concentração inicial de 5% (p/v), com pH 5,0 e 5% (v/v) de inóculo, a 35°C, 150 rpm, durante 18-24 horas. Ao final da fermentação a cultura foi centrifugada para a obtenção da biomassa e do sobrenadante que serão utilizados para a padronização da atividade enzimática.

## 2.4 Determinação da atividade enzimática via hidrólise da lactose

Para a hidrólise da lactose foi utilizado a enzima beta-galactosidase obtida da extração das células da levedura a fim de determinar a atividade enzimática através da quebra da lactose em glicose e galactose. Para avaliação da atividade enzimática foi empregado o método das velocidades iniciais. Em um erlenmeyer de 125 mL com 50 mL de solução de lactose 5% (p/v) em pH 6,5 foi acondicionado em um banho-maria a 37°C. O nível de água do banho deve ser superior ao nível do conteúdo nos tubos. Foi adicionado 5 a 10% (v/v) da enzima extraída na solução de lactose 5% (p/v), durante 2 horas de incubação. Após este tempo de hidrólise, amostras de 2 mL foram retiradas e colocadas em tubos de ensaio com tampa e levado a água fervente por 10 minutos para inativação da enzima. A glicose foi quantificada pelo método da glicose-oxidase, utilizando-se o kit de determinação da glicose pelo método enzimático-colorimétrico (Bioliquid, Brasil) de acordo com as orientações do fabricante, como mostra a Tabela 1. As amostras foram feitas em triplicatas.

	Branco	Teste	Padrão
Amostra	----	10 $\mu$ L	----
Padrão	----	----	10 $\mu$ L
Reagente de cor	1000 $\mu$ L	1000 $\mu$ L	1000 $\mu$ L

**Tabela 1.** Teste para a atividade enzimática.

Dessa forma, para o cálculo da concentração de glicose (mg/dL) será utilizado a seguinte equação:

$$\text{Glicose (mg / dL)} = \frac{\text{AbsAmostras}}{\text{abspadrão}} \times 100$$

Equação 1.

Onde:

Abs Amostra = Absorvância da amostra

Abs padrão = Absorvância do padrão de glicose (100 mg/mL)

A unidade da atividade enzimática (U) pode ser definida como micromoles de glicose produzida por hora a 37°C, pH 6,5 e concentração inicial de lactose (5%).

A porcentagem de hidrólise será calculada de acordo com a equação 2:

$$\text{Hidrólise} = (\text{CG} \times 2 \div 1000) \div \text{LI} \times 100 \quad \text{Equação 2.}$$

Onde:

% de hidrólise = Porcentagem de hidrólise de lactose.

CG = Concentração de Glicose da amostra.

LI = Concentração de Lactose Inicial.

## 2.5 Determinação da condição para a extração por ultrassom

Após a fermentação, amostras de 40 mL da cultura serão coletadas para a execução do experimento conforme mostra a Tabela 1. As amostras serão colocadas no equipamento de ultrassom (Unique - DES500, Brasil) para que haja o rompimento celular e conseqüente extração da beta-galactosidase. Após a amostra será centrifugada a 3500 rpm, 10 minutos sob refrigeração. O sobrenadante será coletado e a biomassa descartada. O sobrenadante será utilizado para a determinação da atividade enzimática via hidrólise da lactose.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A verificação das condições para a extração da enzima beta-galactosidase por ultrassom foi realizada a fim de encontrar os valores ótimos para as variáveis independentes testadas, potência (w/cm<sup>2</sup>) e tempo (minutos), a fim de obter uma maior porcentagem de hidrólise da lactose.

De acordo com os resultados preliminares através da análise do delineamento estatístico de Box-Benken, observou-se que entre as variáveis e os níveis testados

a porcentagem de hidrólise da lactose 5% (p/v) variou de 0,74 a 5,66% de hidrólise, utilizando 1% de enzima extraída. A maior porcentagem de hidrólise da lactose de 5,66 % foi na condição de 372 w/cm<sup>2</sup> por 9 minutos.

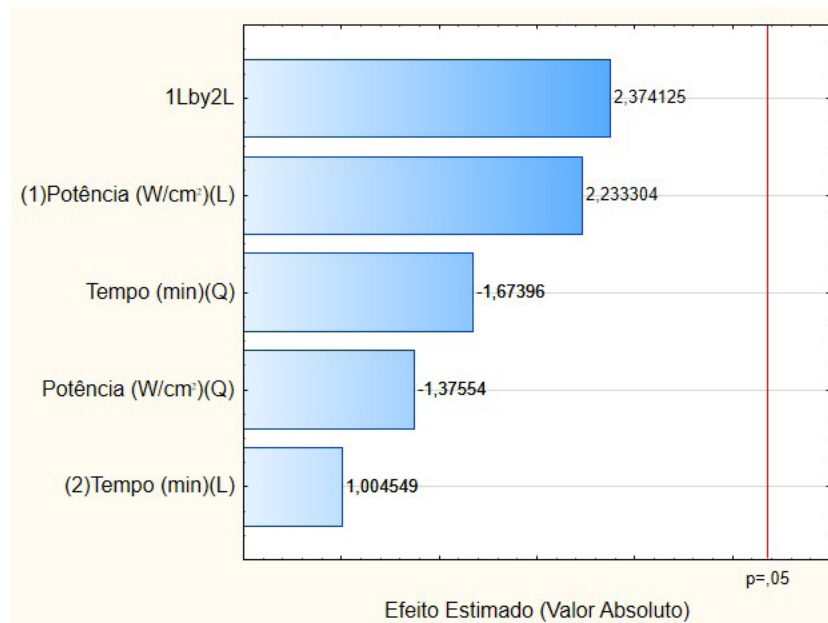
Corridas	Potência (w/cm <sup>2</sup> )	Tempo (minutos)	Porcentagem de hidrólise da lactose (%)	
			1% de enzima extraída	10% de enzima extraída
1	-1	-1	2,33	28,09
2	-1	0	0,74	22,67
3	-1	1	1,28	51,14
4	0	-1	1,37	66,19
5	0	0	1,48	44,17
6	0	1	1,32	23,05
7	1	-1	2,26	66,47
8	1	0	1,56	56,19
9	1	1	5,66	52,38

Níveis	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
	Potência	Tempo
	(w/cm <sup>2</sup> )	(minutos)
- 1	75	3
0	223	6
1	372	9

**Tabela 1.** Matriz do delineamento de Box-Benhken para condição de extração da beta-galactosidase de *Saccharomyces fragilis* IZ 275.

O efeito de cada variável testada na atividade enzimática via hidrólise da lactose com 1% de enzima extraída, pode ser observado na Figura 1. Todas as variáveis testadas apresentaram efeito linear positivo não significativo ( $p > 0,05$ ), isto significa que, dentro dos níveis das variáveis testadas, ao passar do nível -1 (menor nível) para o nível +1 (maior nível), pode haver um aumento na hidrólise da lactose pela beta-galactosidase extraída. Neste sentido, entre as variáveis testadas, a potência (w/cm<sup>2</sup>) apresentou o maior efeito sobre a hidrólise da lactose do que o tempo (minutos). A interação linear 1L/2L (potência/tempo) apresentou um elevado efeito linear positivo não significativo em relação à variação da resposta.

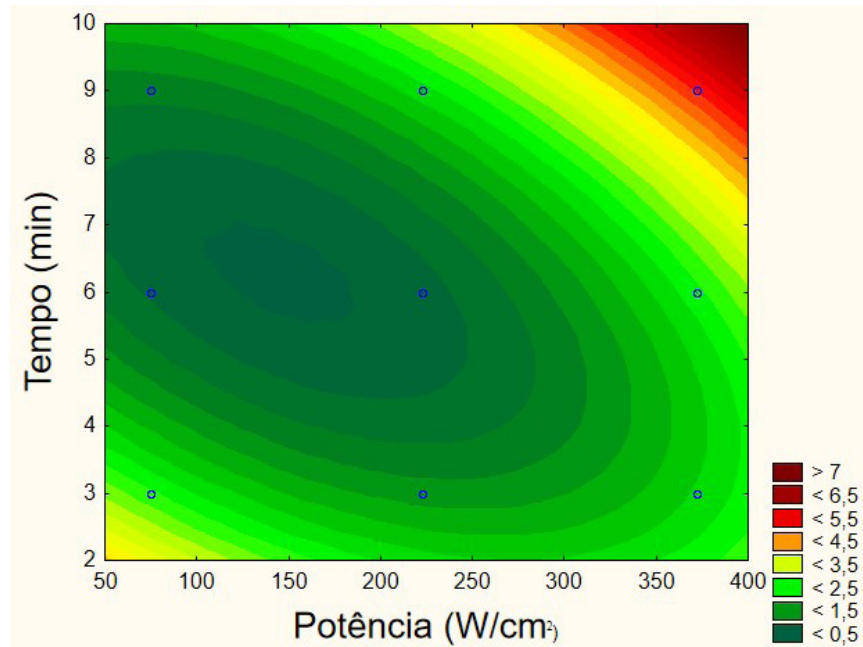




**Figura 1.** Estimativa dos efeitos para potência ( $w/cm^2$ ) e tempo (minutos) para a extração enzimática através do delineamento de Box- Benhken na hidrólise com 1% de extrato enzimático.

A metodologia de superfície de resposta utilizada para definir a condição para a extração da beta-galactosidase de *Saccharomyces fragilis* IZ 275 é mostrada na Figura 2. De acordo com os resultados obtidos, para a porcentagem de hidrólise da lactose com 1% de enzima, o coeficiente de determinação  $R^2$  foi de 0,84482 que significa 84,48% da variação da resposta é explicada pelo modelo do delineamento escolhido, sendo este valor aceitável para sistemas biológicos.

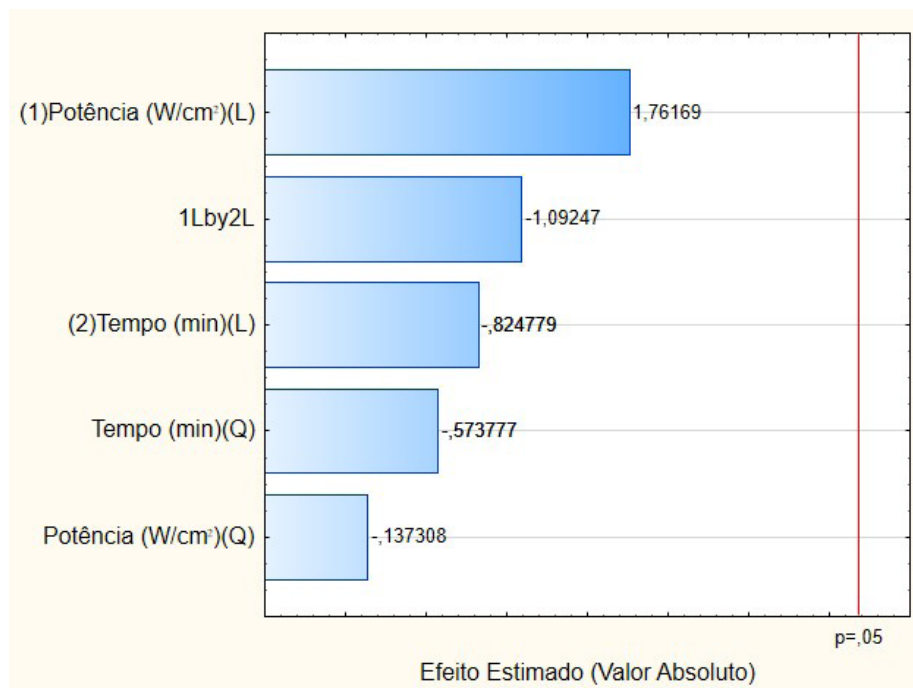
A Figura 2 mostra a superfície de resposta para 1% de enzima extraída sobre a hidrólise da lactose de modo que a potência acima de  $300 w/cm^2$  com um tempo acima de 9 minutos apresentam valores acima de 5% de hidrólise da lactose. Segundo Sarvazyan (1983), os efeitos da ação do ultrassom são dependentes de fatores físicos, como intensidade e tempo de exposição e influenciam no resultado do processo.



**Figura 2.** Superfície de resposta para a hidrólise da lactose com 1% de enzima extraída de *Saccharomyces fragilis* IZ 275.

Já com 10% de enzima extraída, a porcentagem de hidrólise da lactose variou de 22,67 a 66,47%. A condição estabelecida com 66,47% de hidrólise foi 372 w/cm<sup>2</sup> por 3 minutos.

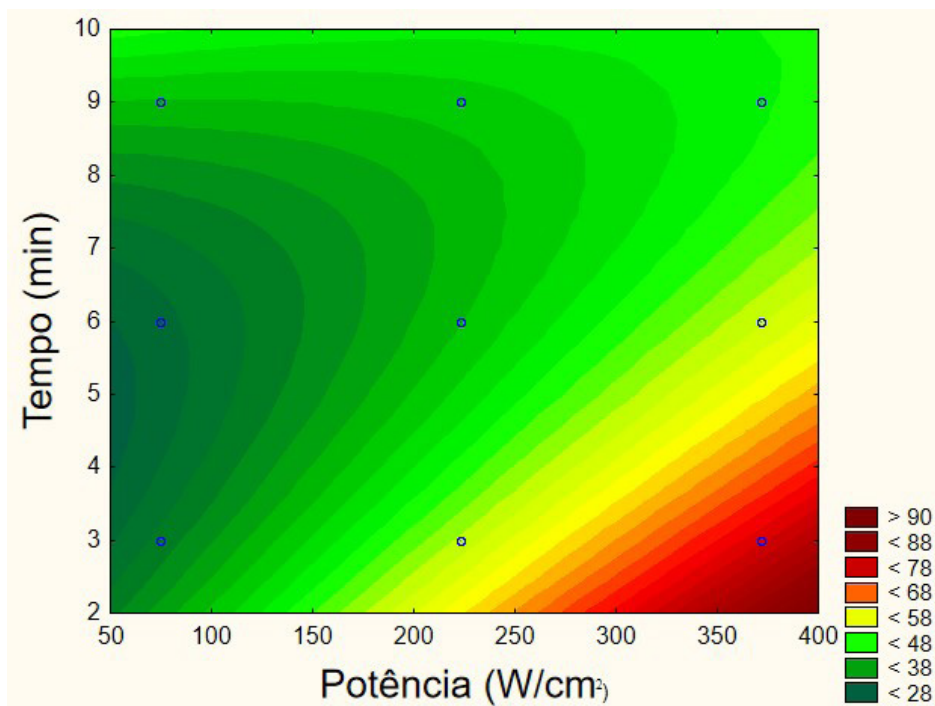
Observou-se, na Figura 3, o efeito de cada variável testada na atividade enzimática via hidrólise da lactose com 10% de enzima extraída. As variáveis testadas apresentaram efeito não significativo ( $p > 0,05$ ), sendo a variável potência (w/cm<sup>2</sup>) apresentou um efeito linear positivo, e o tempo (minutos) um efeito linear negativo, significando que, dentro dos níveis das variáveis potência, ao passar do nível -1 (menor nível) para o nível +1 (maior nível), a hidrólise da lactose pela beta-galactosidase extraída poderia aumentar e na variável tempo, ao passar do nível -1 (menor nível) para o nível +1 (maior nível) a hidrólise poderia diminuir. Neste caso, a potência (w/cm<sup>2</sup>) apresentou um efeito benéfico sobre a hidrólise da lactose em contrapartida o tempo não. A interação linear 1L/2L (potência/tempo) apresentou um elevado efeito linear negativo não significativo em relação à variação da resposta.



**Figura 3.** Estimativa dos efeitos para potência ( $w/cm^2$ ) e tempo (minutos) para a extração enzimática através do delineamento de Box- Benhken na hidrólise com 10% de extrato enzimático.

Para definir a condição para a extração da beta-galactosidase de *Saccharomyces fragilis* IZ 275 analisou-se a superfície de resposta, representada na Figura 4. Observa-se que, para a porcentagem de hidrólise da lactose com 10% de enzima, o coeficiente de determinação  $R^2$  foi de 0,63959 significando que 63,95% da variação da resposta é explicada pelo modelo do delineamento escolhido, sendo este valor aceitável para sistemas biológicos.

A Figura 4 apresenta a superfície de resposta para 10% de enzima extraída sobre hidrólise da lactose de modo que a potência acima de  $300 w/cm^2$  com um tempo menor que 6 minutos apresentam valores acima de 66% de hidrólise da lactose.



**Figura 4.** Superfície de resposta para a hidrólise da lactose com 10% de enzima extraída de *Saccharomyces fragilis* IZ 275.

#### 4 | CONCLUSÃO

Com base no modelo Box-Benhken, a hidrólise máxima com 1% de enzima foi no ensaio 9 com 5,66% em condições de extração de 9 minutos e potência de 372 w/cm<sup>2</sup>. A hidrólise máxima com 10% de enzima foi no ensaio 7 com 66,47%, sob condições de 3 minutos e potência de 372 w/cm<sup>2</sup> de extração.

Analisando-se as figuras de superfície e resposta para os ensaios com 1% e 10% sugere-se uma alteração na potência (w/cm<sup>2</sup>) e no tempo (minutos), conforme sugerido pelos gráficos, para que os novos valores das variáveis independentes tenham um efeito positivo sobre a hidrólise da lactose.

#### REFERÊNCIAS

- COLOGNESI, G. O. S; PEDRINHO, R. D; GARCIA, S; MORIOKA, L R. I; SUGUIMOTO, H. H. Fermentation of deproteinized cheese whey by *Saccharomyces fragilis* IZ 275 for ethanol production on pilot scale. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 42, p. 2043-2049, 2017.
- HSU, C. A.; YU, R. C.; CHOU, C. Production of betagalactosidase by *Bifidobacteria* as influenced by various culture conditions. **International Journal Food Microbiology**, v. 104, p. 197– 206, 2005.
- HUSAIN, Q. B -Galactosidases and their potential applications: A review. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 30, n.1, p. 41 – 62, 2010.
- LIU, D.; L.; SUN, J.; VOROBIEV, E. Yeast cell disruption strategies for recovery of intracellular bio-active compounds -A review. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 36, p. 181-192, 2016.

LUKITO W; MALIK S. G; SURONO I. S.; WAHLQVIST M. L. From 'lactose intolerance' to 'lactose nutrition'. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, v. 24, p. S1– S8, 2015.

LULE, V. K.; GARG, S.; TOMAR, S. K.; KHEDKAR, C. D.; NALAGE, D. N. Food Intolerance: Lactose Intolerance. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 43-48, 2016.

MATTAR, R.; MAZO, D. F. C. Intolerância a lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 12, p. 250-256, 2010.

MATTHEWS, B.W. The structure of E. coli  $\beta$ -galactosidase. **Competes Rendus Biologies**, v. 328, n. 6, p. 549-56, 2005.

OLIVEIRA, C.; GUIMARÃES, P. M.; DOMINGUES, L. Recombinant microbial systems for improved b-galactosidase production and bio-technological applications. **Biotechnology Advances**, v. 29, n. 6, p. 600 – 609, 2011.

PESSOA, A. JR.; KILIKIAN, B. V. **Purificação de produtos biotecnológicos**. Editora Manole, 2005.

SANTIAGO, P. A. et al. Estudo da produção de  $\beta$ -galactosidase por fermentação de soro de queijo com *Kluyveromyces marxianus*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 567-572, 2004.

SAVAIANO, D. A.; BOUSHEY, C.J.; MCCABE, G.P. Lactose Intolerance Symptoms Assessed by Meta-Analysis: A Grain of Truth That Leads to Exaggeration. **American Society for Nutrition**, p. 1107-113, 2006.

SARVAZYAN, A. P. Some general problems action of ultrasound. **IEEE Transactions on Sonica and Ultrasonic**, v. 30, n. 1, p. 2-12, 1983.

SHAIMA SAQIB, S.; ATTIYA AKRAM, A.; HALIM, A. S.; Tassaduq, R. Sources of b-galactosidase and its applications in food industry. **Biotechnology**, p. 1-7(79), 2017.

TOMAL, A. A. B.; CUNHA, M. E. T.; BOSSO, A.; YOUSSEF, E. Y.; SUGUIMOTO, H. H. Avanços tecnológicos na obtenção, purificação e identificação de galactooligossacarídeos e estudo de suas propriedades prebióticas. **Científica, Ciências biológicas e da saúde**, v. 12, n. 4, p. 41-49, 2010.



## FERTIRRIGAÇÃO DE BERTALHA (*Basella alba* L.) CULTIVADA SOB MANEJO ORGÂNICO UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

### **Rafaela Silva Correa**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Agronomia, Rodovia BR 465 km 7,  
23890-000, Seropédica-RJ

### **Tadeu Augusto van Tol de Castro**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Agronomia, Rodovia BR 465 km 7,  
23890-000, Seropédica-RJ

### **Rafael Gomes da Mota Gonçalves**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Agronomia, Rodovia BR 465 km 7,  
23890-000, Seropédica-RJ

### **Erinaldo Gomes Pereira**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Agronomia, Rodovia BR 465 km 7,  
23890-000, Seropédica-RJ

### **Leonardo Duarte Batista da Silva**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Agronomia, Rodovia BR 465 km 7,  
23890-000, Seropédica-RJ

**RESUMO:** Hortaliças não convencionais são hortaliças que em algum momento foram largamente consumidas pela população, e por mudanças no comportamento alimentar, passaram a ter expressões econômica e social reduzidas. É de fundamental importância também a utilização da fertirrigação como meio de disposição de águas residuárias de bovinocultura de leite na produção de culturas agrícolas, aumentando assim a produtividade

decorrente do aporte de nutrientes encontrados nessas águas e além de melhorar as condições edáficas do solo devido à matéria orgânica adicionada. Em face disto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da fertirrigação com água residuária gerada em um sistema orgânico de bovinocultura de leite (ARB) na produção da bortalha sob manejo orgânico. O experimento foi conduzido no Sistema Integrado de Produção Agroecológica em Seropédica- RJ. Assim, foi conduzido um experimento no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio por meio da fertirrigação (T1= 50% de N; T2= 100% de N; T3= 200% de N e T4= 300% de N). Os parâmetros de produção avaliados foram: comprimento da haste principal, diâmetro do colo e número de folhas. De acordo com os resultados, verificou-se que não houve efeito significativo das doses ARB em relação a comprimento e diâmetro, enquanto o número de folhas apresentou diferença estatística. Assim, o uso da ARB para fertirrigação da bortalha apresentou-se como alternativa promissora, além de contribuir para melhoria dos processos de gestão dos resíduos gerados pela bovinocultura leiteira e redução de custos dessa atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** disposição final de água residuária, agricultura orgânica e reuso de água.

**ABSTRACT:** Unconventional vegetables are vegetables that at one time were widely consumed by population, and due to changes in food behavior, they had reduced economic and social expressions. Also of great importance is the use of fertigation as a means to dispose of wastewater from dairy cattle in the production of agricultural crops, thus increasing the productivity resulting from the nutrients found in these waters and besides improving soil conditions due to the added organic matter. In view of this, the present study aimed to evaluate the effects of fertigation with wastewater generated in an organic system of dairy cattle (ARB) in the production of bertalha under organic management. The experiment was conducted in the Integrated Agroecological Production System in Seropédica - RJ. Thus, an experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with four treatments and four repetitions. The treatments consisted of four doses of nitrogen via fertigation (T1 = 50% of N; T2 = 100% of N, T3 = 200% of N and T4 = 300% of N). The parameters of production evaluated were: length of main stem, stem diameter and number of leaves. According to the results, it was found that there was no significant effect of doses of ARB regarding length and diameter, while number of leaves presented statistical difference. Thus, the use of ARB for fertigation of the bertalha was presented as a promising alternative, besides contributing to the improvement of the waste management processes generated by dairy cattle and reducing the costs of this activity.

**KEYWORDS:** final disposal of wastewater, organic agriculture and reuse water.

## INTRODUÇÃO

As hortaliças são plantas de suma importância para o fornecimento de vitaminas, sais minerais e fibras. Em relação às hortaliças não convencionais a redução no cultivo e consumo é evidente, verificando-se sua substituição por hortaliças de maior apelo comercial. Esta redução vem causando perdas econômicas, sociais e culturais. Portanto, ações que visem incentivar o consumo e a produção de hortaliças e, particularmente, de variedades locais, são importantes para a diversidade e riqueza da dieta das populações e perpetuação de bons hábitos alimentares. Assim sendo, em vista das características nutracêuticas e da rusticidade de cultivo, trata-se de uma questão de segurança e de soberania alimentar estimular a produção e o consumo das hortaliças não convencionais (BRASIL 2010 a; VIANA et al., 2015).

Ainda, há que se ressaltar a valorização do patrimônio sócio-cultural do povo brasileiro. A cultura é o maior patrimônio de qualquer civilização, e a alimentação com seus pratos típicos e hábitos alimentares saudáveis são fundamentais para a perpetuação das relações culturais existentes nas diversas regiões (BRASIL, 2010 a).

A bertalha (*Basella alba* L.) é originária do sudeste da Ásia, pertence a família das Basellaceae, é uma hortaliça não convencional folhosa, tendo vários aspectos importantes quanto ao seu potencial produtivo, sendo de fácil cultivo e de ciclo vegetativo curto, sua produção é contínua durante o ano todo, tem alto poder de

regeneração após o corte e de grande valor nutritivo (CAMPOS et al., 2012).

O Brasil possui rebanho bovino com cerca de 212,3 milhões de cabeças segundo IBGE (2014). A produção intensiva de animais gera um grande volume de dejetos em pequenas áreas, ocasionando em problemas sanitários e de poluição ambiental. Assim o destino final de águas residuárias, provenientes da criação de animais como da bovinocultura de leite, pode ocasionar sérios impactos ao meio ambiente, caso sejam manejadas inadequadamente (BATISTA et al., 2014; CARVALHO E SILVA, 2006; ROCHA, 2009).

Dessa maneira, a utilização de águas residuárias de bovinocultura de leite tratadas ou parcialmente tratadas na fertirrigação, tem se mostrado uma maneira efetiva de disposição e reaproveitamento dessas águas, ao invés de descarregá-las em cursos de água (ERTHAL, 2008; PINTO et al., 2012).

Portanto, o manejo criterioso da água residuária via fertirrigação traz benefícios para a planta, para a fertilidade do solo e para o ambiente. Permite fornecer nutrientes, e ainda pode suprir as necessidades hídricas das plantas, reduzindo os problemas de poluição ambiental, pois estaria diminuindo o lançamento de poluentes em cursos hídricos e também reduzindo a demanda por outras fontes de água de melhor qualidade, além de possibilitar o aumento da produtividade, qualidade dos produtos colhidos, redução de custos de produção e de promover melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo (BORTONI, 2016; ROCHA, 2009; JORGE, 2013; ERTHAL, 2008; SANTOS et al., 2016). Entretanto, para que isso possa se tornar prática viável é preciso aperfeiçoar as técnicas de tratamento, aplicação e manejo de águas residuárias de bovinocultura (PINTO et al., 2012).

Dada à relevância e atualidade dessa temática, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos na cultura da Bertalha (*Basella alba L.*) fertirrigada com diferentes lâminas de água residuária de bovinocultura de leite (50%, 100%, 200% e 300% de N).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização do Experimento**

O trabalho foi realizado na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), também conhecido como Fazendinha Agroecológica do km 47. Localizada na cidade de Seropédica-RJ, ocupa uma área de aproximadamente 70 ha, destinados à pesquisa, ao ensino e à transferência de tecnologias em agricultura orgânica.

As coordenadas geográficas do local são 22°48'00" de latitude Sul e 43° 41'00" de longitude Oeste. Apresenta altitude de aproximadamente 33m. Segundo a classificação de Köppen o clima é Aw. As chuvas se concentram no período de novembro a março com precipitação média anual de 1.213mm e temperatura média anual de 24,5° C (CRUZ, 2005).

## Caracterização do Experimento

O experimento foi realizado na primavera de 2015 em condições de campo, foi cultivado a hortaliça não convencional Bertalha (*Basella alba L.*) em dois canteiros, sendo que cada canteiro possui área de 32m<sup>2</sup> (32m de comprimento x 1 m de largura). O ciclo de cultivo desta hortaliça teve duração de 30 dias após o transplântio.

As mudas de Bertalha utilizadas no experimento foram produzidas na Fazendinha Agroecológica km 47 (Convênio entre EMBRAPA-Agrobiologia, UFRRJ e PESAGRO-RIO).

A água residuária utilizada para fertirrigação da cultura neste experimento foi obtida da produção de um sistema orgânico de bovinocultura de leite (ARB) proveniente do estábulo do Sistema Integrado de Produção Agroecológico (SIPA) e tratada em uma unidade piloto de tratamento sustentável.

## Caracterização da Água Residuária

Os valores dos parâmetros analisados na água residuária da bovinocultura de leite utilizada no experimento foram adquiridos pela empresa Grenn Brasil Serviços Ambientais, através do relatório de ensaio 6230/15 realizado pelo laboratório subcontratado CRL 0171 CCL 021050 (Tabela 1).

Na caracterização do efluente foram analisadas as seguintes características: condutividade elétrica (CE); cor; demanda bioquímica de oxigênio (DBO); demanda química de oxigênio (DQO); pH; nitrogênio total (N-total); nitrogênio amoniacal; nitrito; nitrato; oxigênio dissolvido; fósforo total; potássio; *Escherichia coli*; Coliformes Totais.

PARÂMETRO	UNIDADE	LQ	RESULTADO
Condutividade	μS.cm <sup>-1</sup>	0,10	2220,00
Cor	uH	10,00	1890,00
DBO	mg.L <sup>-1</sup>	3,00	141,89
DQO	mg.L <sup>-1</sup>	37,00	514,40
Fósforo Total	mg.L <sup>-1</sup>	0,05	23,50
Nitrogênio Amoniacal	mg.L <sup>-1</sup>	0,04	78,00
pH	upH	-	7,20
Oxigênio Dissolvido	mg.L <sup>-1</sup>	0,01	1,14
<i>Escherichia Coli</i>	NMP.100ml <sup>-1</sup>	1,80	540000,00
Coliformes Totais	NMP.100ml <sup>-1</sup>	1,80	540000,00
Potássio	mg.L <sup>-1</sup>	0,07	88,58
Nitrato	mg.L <sup>-1</sup>	10,00	<10,00
Nitrito	mg.L <sup>-1</sup>	0,02	<0,02
Nitrogênio Kjeldahl	mg.L <sup>-1</sup>	0,18	89,00
Nitrogênio Total	mg.L <sup>-1</sup>	0,18	90,00

LQ= Limite de quantificação.

**Tabela 1:** Valores dos parâmetros da água residuária da bovinocultura de leite, obtidos pela Empresa Grenn Brasil Serviços Ambientais.

## Tratamento da Água Residuária de Bovinocultura de Leite

O sistema de tratamento da água residuária de bovinocultura de leite (ARB), utilizada no experimento (Figura 1. A, B e C) consiste em uma estação piloto que é composta por: esterqueira, tanque séptico, filtro biológico de brita, filtro orgânico, sistema de alagado construído (wetland) e painel solar.

A esterqueira está instalada na área do SIPA e consiste de um reservatório de alvenaria de 7,8 m<sup>3</sup>. A água residuária de bovinocultura de leite chega por gravidade até o tanque por meio de uma tubulação que recebe o efluente proveniente da sala de ordenha e do curral, instalados próximos em uma área com uma cota mais alta. O filtro orgânico foi construído a partir de um segmento de um galão de PVC e material filtrante orgânico. Foi utilizada folha de bambu triturada como material filtrante. O lodo gerado na esterqueira e o material orgânico proveniente do filtro foram conduzidos a um biodigestor a fim de serem tratados.

O sistema de alagado construído (SAC) foi feito em alvenaria e impermeabilizado com lona de PVC de 1 mm de espessura, seu interior foi preenchido com brita “zero”. Sobre o SAC foi cultivado capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*).

A desinfecção do efluente do SAC foi realizada com o uso de um painel solar, após a desinfecção o efluente gerado seguiu ao tanque para que sua temperatura alcançasse a temperatura ambiente. O efluente tratado pela estação piloto foi utilizado no cultivo da Bertalha.



Figura 1. A, B e C: Sistema de tratamento da ARB, utilizado no experimento.

## TRATAMENTOS

Para a determinação da dose de nitrogênio necessária para atender a demanda nutricional da bertalha, foi adotada a demanda de nitrogênio da cultura da alface, visto que não existe na literatura a demanda nutricional da hortaliça não convencional utilizada neste estudo.

Os tratamentos consistiram de 4 doses de nitrogênio fornecidas por meio da fertirrigação orgânica com ARB:

Tratamento 1 = 50% de N (a dose de N recomendada foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB, representado por gotejadores cor marrom com vazão 2 L h<sup>-1</sup>).

Tratamento 2 = 100% de N (a dose de N recomendada foi fornecida por meio



da fertirrigação com ARB, representado por gotejadores cor marrom duplicados com vazão  $2 \times 2 \text{ L h}^{-1}$ ).

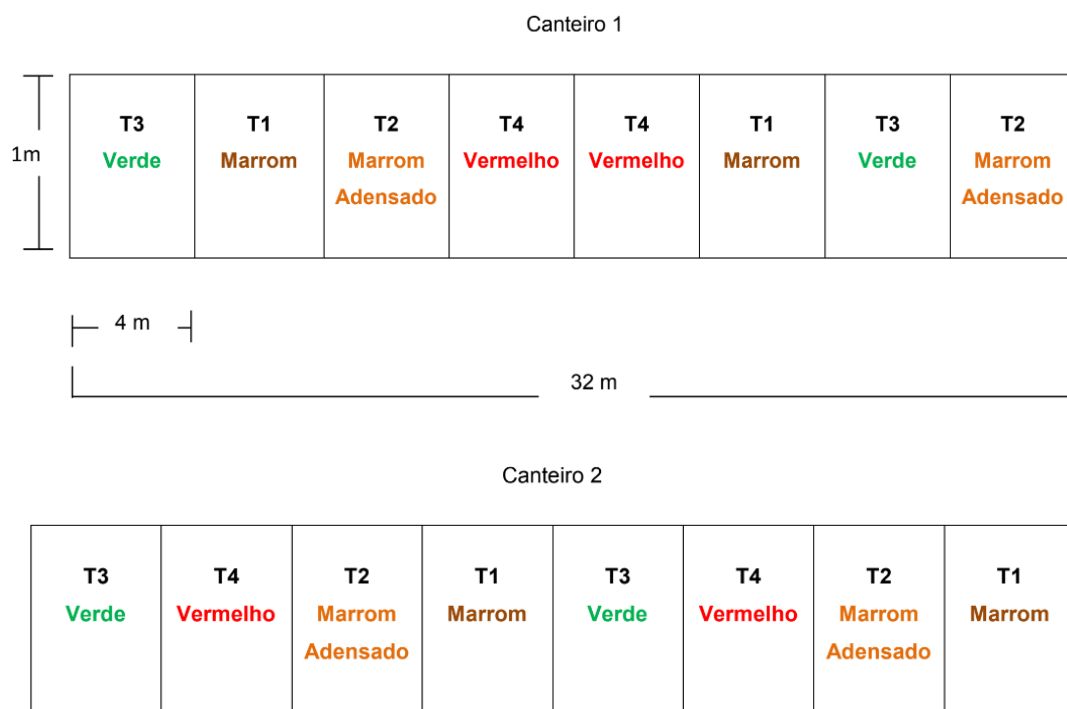
Tratamento 3 = 200 % de N (a dose de N recomendada foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB, representado por gotejadores cor verde com vazão  $8 \text{ L h}^{-1}$ ).

Tratamento 4 = 300 % de N (da dose de N recomendada foi fornecida por meio da fertirrigação com ARB, representado por gotejadores cor vermelho com vazão  $12 \text{ L h}^{-1}$ ).

Assim sendo, cada canteiro recebeu quatro tratamentos com diferentes doses de nitrogênio (N) provenientes de água residuária. Sendo que cada tratamento contou com 4 repetições (Figura 2).

A aplicação das diferentes dosagens da ARB no solo cultivado com Bertalha foi realizada com o sistema de irrigação por gotejamento, sendo acionado todos os dias durante 5 minutos, desde o primeiro dia do transplante das mudas de Bertalha para os canteiros definitivos até a amostragem para realização das análises.

De modo a quantificar a lâmina de ARB aplicada nos tratamentos, adotou-se o Nitrogênio como nutriente de referência na fertirrigação do cultivo da Bertalha. O Nitrogênio foi escolhido por apresentar-se em maior proporção em relação aos demais nutrientes. As lâminas necessárias à aplicação das diferentes doses de nitrogênio foram calculadas por meio da Equação 01 (MATOS, 2007).



**Figura 2.** Distribuição ao acaso dos tratamentos nos canteiros. T1= 50% de N, T2=100% de N, T3= 200% de N e T4= 300% de N.

### Instalação do experimento

Para a formação dos dois canteiros, utilizou-se um trator acoplado a um encanteirador. Em cada canteiro foram instalados quatro linhas de gotejamento: duas linhas de gotejamento para fertirrigação com água residuária de bovinocultura de leite,

contendo gotejadores do tipo “on line”, e duas linhas adicionais com fita gotejadora para complementar a irrigação com água limpa.

A escolha do sistema de irrigação por gotejamento se deu pela facilidade de aplicação das diferentes lâminas de água residuária equivalentes às doses de N utilizadas nos tratamentos. O espaçamento entre gotejadores e a disposição das linhas de gotejamento foram definidas de acordo com o espaçamento da cultura.

### **Produção de mudas, transplântio das mudas e condução da cultura**

As mudas de Bertalha (*Basella alba L*) foram produzidas em casas de vegetação na Fazendinha Agroecológica km 47, no qual permaneceram até o momento do transplântio. Efetuou-se a sementeira em bandejas de isopor contendo 200 células cada, previamente preenchidas com o substrato produzido no próprio local. Assim, foram semeadas em cada célula duas sementes de bertalha. Dez dias após a sementeira executou-se o desbaste das mudas, deixando em cada célula a plântula com maior vigor. Antes de ser feito o transplântio das mudas para os canteiros definitivos realizou-se uma capina manual nos dois canteiros com objetivo de eliminar as plantas daninhas.

O transplântio das mudas se deu 30 dias após a sementeira, quando as mudas atingiram aproximadamente 10 cm de altura. Foram transplantadas em covas com aproximadamente 10 cm de profundidade.

O espaçamento adotado foi de 0,25m entre fileiras x 0,25m entre plantas. Sendo 4 linhas de plantio em cada canteiro. Dessa maneira, cada parcela apresentou a dimensão de 4 m de comprimento por 1 m de largura, totalizando 16 plantas por linha de plantio, como são 4 linhas de plantio, no total 64 plantas por parcela, 512 plantas. canteiro<sup>-1</sup> e 1024 plantas no experimento.

Após o transplântio das mudas, foi adicionado ao solo cobertura morta com o objetivo de controle de plantas daninhas e a conservação da umidade do solo.

Os tratos culturais como o controle de plantas daninhas durante o ciclo da cultura foi executado 1 vez por semana por meio da capina manual. E adicionou-se novamente cobertura morta nos dois canteiros aos 15 dias após o transplântio.

A fertirrigação durante o ciclo da cultura foi feita com sistema de irrigação por gotejamento, o qual foi acionado durante todos os dias do ciclo da Bertalha, durante 5 minutos.

### **Coleta e amostragem**

A coleta do experimento foi realizada trinta dias após transplântio. Para realização da coleta e amostragem cada parcela foi dividida em quatro subparcelas, coletando-se as quatro plantas centrais de cada subparcela (Figura 3), totalizando 16 plantas coletadas por parcela. Portanto foram avaliadas 64 plantas por tratamento. Primeiramente foram medidos os parâmetros: comprimento, número de folhas e posteriormente o diâmetro de cada planta coletada.



**Figura 3.** Croqui do experimento, demonstrando uma parcela, que foi subdividida em 4 subparcelas e as quatro plantas centrais que foram coletadas.

### Parâmetros avaliados

A avaliação dos parâmetros relacionados à cultura em estudo ocorreu no momento da coleta, sendo os seguintes parâmetros de produção analisados: comprimento da haste principal (cm), diâmetro do colo (mm) e número de folhas.

O parâmetro comprimento da haste principal foi realizado mediante a utilização de uma régua de 50 cm, o comprimento foi medido tomando como referência a superfície do solo até o ápice do ramo mais alto.

A mensuração do parâmetro diâmetro do colo, que é a ponto de encontro da raiz com o caule, foi auxiliada por um paquímetro digital de aço inox.

### Delineamento Experimental

O experimento foi realizado segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo 4 tratamentos e cada tratamento constituído por 4 repetições. Dessa maneira, as parcelas experimentais foram distribuídas nos dois canteiros em um arranjo inteiramente casualizado. Sendo 64 plantas.repetição<sup>-1</sup>, totalizando 512 plantas por canteiro e total de 1024 plantas no experimento.

Os valores médios obtidos na avaliação de diâmetro, comprimento e número de folhas foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas empregando-se o Sistema de Análise Estatístico WinStart versão 1.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características Agronômicas da Planta

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparação das médias do comprimento da haste principal (cm), diâmetro do colo (mm) e número de folhas entre os tratamentos. De acordo com os resultados obtidos pelo teste de Tukey, verifica-se que não houve efeito significativo das doses de água residuária de bovinocultura de leite em relação à comprimento e diâmetro, enquanto número de folhas apresentou diferença estatística.

Diferentemente do estudo desenvolvido por Juchen, Suszek & Boas (2013), aonde ocorreu a produção de alface fertirrigada com águas residuárias de agroindústrias de processamento de carne e leite, os autores observaram uma diferença significativa para a altura e diâmetro das amostras entre os tratamentos fertirrigados e a testemunha e não encontraram diferença significativa para o número de folhas.

Tratamento	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Número de folhas
T1-50% de N	23,68 <sup>NS</sup>	14,97 <sup>NS</sup>	17,61 ba
T2-100% de N	21,51	14,34	18,48 a
T3-200% de N	25,38	16,05	19,03 a
T4-300% de N	23,86	15,22	14,10 b

**Tabela 2:** Resultados do teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparação das médias do comprimento da haste principal (cm), diâmetro do colo (mm) e número de folhas entre os tratamentos.

Nota: <sup>NS</sup> - Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que os maiores valores médios de comprimento e diâmetro foram obtidos no T3 e T4, que correspondem a 200% e 300% de N fornecido pela ARB respectivamente. E os menores valores no T1 e T2, que correspondem a 50% e 100% de N fornecido pela ARB respectivamente.

Provavelmente, a não significância das doses de nitrogênio fornecidos por meio da ARB nos parâmetros comprimento e diâmetro, pode estar relacionada a uma boa disponibilidade de nutrientes já existentes no solo, principalmente os macronutrientes, uma vez que no local onde o experimento foi instalado já houve aplicação de água residuária de bovinocultura de leite no cultivo de outras culturas.

Silva (2010) afirma que a aplicação de águas residuárias no solo, durante longos períodos, pode resultar em acúmulo de nutrientes, excedendo as exigências da planta.

Ainda, de acordo com a Tabela 2 podemos observar que nos parâmetros comprimento, diâmetro e número de folhas, foi encontrado o maior valor no tratamento T3, que corresponde a terceira maior dose de nitrogênio (200 %). Assim, mesmo ocorrendo ausência de resposta significativa na aplicação das 4 doses nos parâmetros comprimento e diâmetro, o tratamento T3 foi superior, o que pode indicar que esta dose é eficiente em atender as exigências nutricionais da Bertalha, além de poder

aumentar sua produção.

Além do fato de indicar que por meio da fertirrigação com água residuária de bovinocultura de leite pode haver o suprimento das necessidades nutricionais das plantas em macro e micronutrientes, devido à elevação da disponibilidade dos mesmos, além de proporcionar melhorias nas condições físicas do solo, tornando esses elementos disponíveis aos vegetais.

Resultados encontrados por Cabral et al., (2011), que utilizou água residuária de suinocultura na cultura do capim elefante, verificaram que a aplicação da ARS contribuiu para o aumento do magnésio e do fósforo e a redução do alumínio no solo, entretanto, não ocorreu efeito significativo das doses de água residuária nos parâmetros altura das plantas e massa seca, enquanto a relação folha/colmo apresentou diferença estatística. Do mesmo modo, Pinto et al., (2012), constataram que as diferentes lâminas de água residuária da suinocultura não influenciaram a produção, peso médio e comprimento dos frutos da pimenta malagueta, somente encontrando diferença estatística no parâmetro diâmetro dos frutos.

A análise estatística para as médias do número de folhas ao nível de 5% aplicando o teste de Tukey (Tabela 2) mostrou que os tratamentos T2 e T3 diferem do tratamento T4, sendo que o T4 não difere estatisticamente do T1.

Os números médios de folhas foram maiores nos tratamentos T3 e T2, sendo seguidos por T1 e T4. Os dados mostraram que houve efeito dos tratamentos, obtendo-se dessa forma menor valor no número médio de folhas, com a aplicação da dose da ARB na maior concentração de nutrientes (T4= 300% de N), sugerindo que esta mesma dose pode ter influenciado negativamente o desenvolvimento da cultura.

Segundo Baumgartner et al. (2005) a elevadíssima carga de nutrientes aplicada pode causar um excesso de nutrientes tais como potássio e sódio, os quais podem dificultar a extração de água e de outros nutrientes pela cultura.

### **Aspectos Microbiológicos da Água Residuária**

Segundo estudos realizados em várias partes de mundo, os riscos a saúde associada ao uso de água residuária são mínimos. A declaração de Engelberg em 1985 foi uma tentativa de estabelecer as diretrizes para o reaproveitamento de águas residuária para a irrigação de culturas comestíveis, campos de esportes e parques públicos. Foi estabelecido como padrão que o número de organismos coliformes fecais não exceda ao NMP (NÚMERO MAIS PROVÁVEL) de 1000 coliformes por 100 mL, como mostra a Tabela 3 (SANDRI, 2003).



Condição de reuso	Grupo exposto	Nemat. Intest.* (ovos.L <sup>-1</sup> )	Colif. fe- cais** (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	Tratamento de água dese- jado para atingir a qualidade microbiológica requerida
Irrigação de culturas consumidas, campos de esportes, parques públicos.	Operador consumidores e público.	≤ 1	≤ 1000	Série de lagoas de estabilização destinadas a aquisição da qualidade microbiológica indicada, ou tratamento equivalente.
Irrigação de cereais, culturas industriais, alimentos e pastagens e árvores.	Operador	≤ 1	Sem padrão recomendado	Retenção de lagoas de estabilização por 8-10 dias ou remoção de helmintos e coliformes fecais equivalentes
Irrigação localizada em culturas sem exposição de operadores e público.	Nenhum	Não aplicável	Não aplicável	Pré-tratamento requerido pelo método de irrigação mas não inferior à sedimentação primária.

**Tabela 3.** Padrões microbiológicos de qualidade de água residuária aplicada em agricultura.

Fonte: Organização Mundial da Saúde (1989), apud SANDRI (2003).

\* Nematóides intestinais (média aritmética do ovos por litro)

\*\* Coliformes fecais (média geométrica do NMP por 100 mL)

Em relação à presença de coliformes fecais, pelo menos 90% dos coliformes fecais são representados pela *Escherichia Coli*, assim sendo reconhecidamente o melhor indicador de contaminação fecal conhecido até o momento e também de grande importância para avaliação da eficiência do tratamento da água residuária (SANDRI, 2003; DI BERNARDO, DI BERNARDO & CENTURIONE, 2002; MOTTA, 2003). Os resultados encontrados na análise da água residuária de bovinocultura utilizada mostrou contaminação acima dos limites permissíveis pela legislação (540.000,00 NMP de *Escherichia Coli* por 100 mL<sup>-1</sup>, tabela 1).

No trabalho desenvolvido por Sandri (2003), onde foi estudada a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar “Elisa”, fertirrigada com água residuária composta de uma mistura de dejetos domésticos e sanitários, além da água de lavagem da oficina mecânica tratada com leitos cultivados com macrófita, o autor observou que a maior concentração de *Escherichia Coli* na água residuária durante o 1º ciclo, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento, foi de 310.000/ 100 mL<sup>-1</sup>. No 2º ciclo, a maior foi de 47.000 /100 mL<sup>-1</sup>. Dessa maneira a concentração de *Escherichia Coli* foi maior que o permitido pela Organização Mundial da Saúde (1989), que não permite ultrapassar

o limite de 1000 coliformes fecais.100 mL<sup>-1</sup> de água.

## Nitrogênio

Na água residuária de bovinocultura de leite foram analisadas quanto a concentração de nitrogênio nas formas de nitrato e nitrogênio amoniacal. Na Tabela 1 observa-se que a água residuária apresentou concentração de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N) < 10,00 mg.L<sup>-1</sup> e nitrogênio amoniacal 78 mg.L<sup>-1</sup>.

Para as concentrações de nitrogênio na forma de nitrato na ARB utilizada neste experimento, (<10,00mg.L<sup>-1</sup>) pode não existir nenhuma restrição, ou restrição moderada, (visto que não foi dado o exato valor do nitrato) quanto a qualidade da água residuária para uso na irrigação, pois Matos (2007) apresenta:

- até 5 mg.L<sup>-1</sup> de nitrato não existe restrição;
- de 5 a 30 mg.L<sup>-1</sup> a restrição é ligeira a moderada;
- e acima de 30 mg.L<sup>-1</sup> a restrição é severa.

Entretanto, para TRANI (2001) e BRASIL - Resolução CONAMA nº 20 (1986), os teores máximos de substâncias potencialmente prejudiciais de nitrato estão entre 5,0 e 10,0 mg.L<sup>-1</sup> na água de irrigação para hortaliças.

Kirkham (1986) e Duarte (2006) comentam que quando águas residuárias tratadas são usadas na fertirrigação de culturas, o nitrogênio disponível é benéfico, aumentando qualidade dos produtos e a produção. Entretanto, Bouwer & Idelovitch (1987) e Duarte (2006) abordam que águas residuárias contendo altos teores de nitrogênio, principalmente na forma de nitrato, quando utilizados na irrigação, devem ser aplicados de forma a prover o aporte necessário ao requerimento da cultura.

## CONCLUSÕES

Não foi verificado efeito significativo das doses ARB em relação à comprimento e diâmetro, enquanto número de folhas apresentou respostas positivas. Os valores médios de comprimento, diâmetro e número de folhas foram encontrados os maiores valores no tratamento T3.

A ARB utilizada neste experimento apresentou contaminação (*Escherichia Coli*) acima dos limites permissíveis pela legislação (540.000,00 NMP de *Escherichia Coli* por 100 mL<sup>-1</sup>).

O uso da ARB para fertirrigação da bortalha apresentou-se como alternativa promissora, além de contribuir para melhoria dos processos de gestão dos resíduos gerados pela bovinocultura leiteira e redução de custos dessa atividade.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, R. O.; BATISTA, R. O.; FIA, R.; DOMINGUES, R. R. **Manejo de águas residuárias da bovinocultura de leite para uso em cultivo de plantas**. Boletim Técnico-Universidade Federal de Lavras/MG - n.º 100 - p. 1-29 ano 2014.

**BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S. C.; SILVA, T.R.; TEO, C.R.P.A.; GOMES, B.M.** Alface irrigada com águas residuárias de atividades agroindustriais. *Acta Sci. Agron., Maringá, v. 27, n. 4, p. 697-705, out-dez 2005.*

BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO S. C.; SILVA, T. R. D.; TEO, C. R. P. A.; BOAS, M. A. V. **Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface.** Eng. agríc, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p. 152-163, jan./abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n1/09.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

BORTONI, S. F. **Efeito Residual da fertirrigação com água residuária de bovinocultura na qualidade de um solo.** Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 1 p. 2016.

BOUWER, H.; IDELOVITCH, E. **Quality requirements for irrigation with sewage water.** Journal of Irrigation and Drainage Engineering, New York, v.113, p.516-535, 1987.

BRASIL. **Manual de hortaliças não-convencionais.** Brasília: MAPA/ACS, 5, 6,35, 36 p. 2010 a.

CAMPOS, R. A. D. S.; LIMA, G. P. P.; TAKATA, S. S. J. W. H. S.; SILVA, E. G. D. **Crescimento e desempenho de bertalha (*Basella alba L.*) em função do tipo de propagação.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 11-18, out. 2012.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S. BERTONHA, A. **Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental- Campina Grande, PB, v.15, n.8, p.823–831, jun. 2011.

CARVALHO H. D. P.; SILVA I. J. O. D. **Metais pesados presentes na água residuária de sistema de exploração leiteira do tipo “freestall”.** THESIS-São Paulo, v. 6, ano III, p. 1-8, 2º Semestre 2006.

CRUZ, F. A. DA. **Instalação e calibração de lisímetro de pesagem e determinação da evapotranspiração de referência para a região de Seropédica-RJ.** 2005. 65 p., (Dissertação, mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2005.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE, F. P.L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos: Editora Rima, 237p. 2002.

DUARTE, A. d. S. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun L.*)** Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-São Paulo, p.1-188, 2006.

ERTHAL, V. J. T. **Fertirrigação de capim-Tifton 85 e aveia preta com águas residuárias de bovinocultura: Efeitos no solo e nas plantas.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, 2008.

JORGE, M. F. **Fertirrigação do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) sob manejo orgânico, utilizando água residuária de bovinocultura de leite.** 2013. 83 p., (Dissertação Mestrado em Agricultura Orgânica), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2013.

JUCHEN, C. R.; SUSZEK, F. L.; BOAS, M. A. V. **Irrigação por gotejamento para produção de alface fertirrigada com águas residuárias agroindustriais.** Irriga, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 243-256, abril-junho, 2013.

KIRKHAM, M.B. **Problems of using wastewater on vegetable crops.** Hortscience, St. Joseph, v.21, 24-27 p., 1986.

MATOS, A.T. de. **Disposição de águas residuárias no solo**. Viçosa, MG: AEAGRI, 2007. 140p. (Caderno Didático, 38).

Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/645/texto%20completo.pdf?seque nce=1&isAllowed=y>>. Acessado em 14 julho. 2016.

MOTTA, K. M. C. **Viabilidade da irrigação com água contaminada por esgoto doméstico na produção hortícola**. 2003. 151p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

PINTO, C. M. F.; PINTO, F. A.; OLIVEIRA, R. A. D.; BATISTA, R. O. ; SILVA, K. B. **Efeito da fertirrigação com água residuária de suinocultura na produção de pimenta malagueta**. Revista ACSA:Agropecuária Científica no Semiárido – Campina grande, v. 8, n. 3, p. 112-117, jul. 2012.

RESENDE, A.V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Editora EMBRAPA, Planaltina, p.14. 2002.

ROCHA, F. A. **Efeito da aplicação de água residuária da bovinocultura nas propriedades físico-químicas do solo e na uniformidade de aplicação de água**. Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. n 06, p. 76, 2009. Disponível em: <<http://www.observapoliticas.adm.ufba.br/wpcontent/uploads/2013/11/REVISTA-CEFET-2009.pdf#page=76>> Acesso em: 14 agost. 2016.

SANDRI, D. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas- São Paulo, p. 16 e 17. 2003.

SANTOS, S. R.; SOARES, A. A.; KONDO, M. K.; ARAÚJO, E. D.; CECON, P. R. **Crescimento e produção do algodoeiro fertirrigado com água residuária sanitária no semiárido de minas gerais**. Irriga, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 40-57, jan./mar. 2016.

SILVA, J. G. D. **Fertirrigação do capim Mombaça com diferentes lâminas de efluente tratamento primário de esgoto sanitário estabelecidos com base na dose aplicada de sódio**. Dissertação (Pós Graduação)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, 2010.

TRANI, P.E. **Hortaliças folhosas e condimentos**. In: PEREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. van & ABREU, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq / FAPESP / POTAFOS, p.293-510, 2001.

VIANA, M.M.S.; CARLOS, L.A.; SILVA, E.C.; PEREIRA, S.M.F.; OLIVEIRA, D.B.; ASSIS, M.L.V. **Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais**. Horticultura Brasileira, v. 33, n. 4, p. 504-509, 2015.

## GENÔMICA COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO PESQUEIRA?

### **Daiane Machado Souza**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Suzane Fonseca Freitas**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Welinton Schröder Reinke**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Rodrigo Ribeiro Bezerra de Oliveira**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Agronomia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Paulo Leonardo Silva Oliveira**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Agronomia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Deivid Luan Roloff Retzlaff**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Luana Lemes Mendes**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Heden Luiz Maques Moreira**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Ecologia, Zoologia e Genética

Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Carla Giovane Ávila Moreira**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Ecologia, Zoologia e Genética  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Rafael Aldrighi Tavares**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

### **Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey**

Universidade Federal de Pelotas, Departamento  
de Zootecnia  
Pelotas, Rio Grande do Sul

**RESUMO:** Com o passar dos anos, observou-se uma diminuição da quantidade de peixes desembarcados, assim como o tamanho médio dos exemplares. Há um consenso entre os cientistas pesqueiros de que a sobre-pesca está prejudicando os estoques de peixes, e a retirada constante dos animais maiores da população, acaba afetando a composição genética do estoque. As variações ambientais e a pressão de pesca, desencadeia variações ao nível do genoma, e por este motivo torna-se necessário conhecer a fundo as características biológicas, ecológicas e genéticas de cada espécie de peixe. Os marcadores microssatélites são importantes ferramentas para a detecção destas



variações por serem altamente polimórficos. A variabilidade ou diversidade genética é a variedade de alelos e genótipos presente no grupo sob estudo, e constitui a força que dá às populações capacidade de suportar pressões ambientais, diminuindo o risco de extinção. Quanto maior o repertório de alelos diferentes em uma população maior será as chances dos indivíduos sobreviverem às variações ambientais. Com as contínuas intervenções do homem sobre os ambientes aquáticos torna-se cada vez mais urgente a necessidade de se investigar a situação da distribuição genética das populações, dentro e entre lagoas. A partir dos resultados destes estudos, será possível ter uma melhor elucidação a respeito da estruturação genético-populacional de espécies, e assim gerar subsídios para o desenvolvimento de projetos de conservação e manejo, contribuindo na administração e legislação de pesca, pois levam a geração de critérios de manejo das unidades de estoques que visam a conservação em longo prazo dos recursos pesqueiros naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** genética, gestão, marcadores microssatélites, peixe, pesca.

**ABSTRACT:** Over the years, there was a decrease in the number of fish landed, as well as the average size of the specimens. There is a consensus among fishermen that overfishing is damaging fish stocks, and the constant withdrawal of larger animals from the population ends up affecting the genetic makeup of the stock. Environmental variations and fishing pressure trigger variations at the genome level, and for this reason it becomes necessary to know in depth the biological, ecological and genetic characteristics of each species of fish. Microsatellite markers are important tools for detecting these variations because they are highly polymorphic. The variability or genetic diversity is the variety of alleles and genotypes present in the study group, and it is the force that gives the population the capacity to withstand environmental pressures, reducing the risk of extinction. The greater the repertoire of different alleles in a larger population will be the chances of individuals surviving environmental variations. With man's continuous interventions on aquatic environments, it becomes increasingly urgent to investigate the genetic distribution of populations within and between ponds. From the results of these studies, it will be possible to have a better elucidation regarding the genetic-population structuring of species, and thus generate subsidies for the development of conservation and management projects, contributing in the administration and fishing legislation, as they lead to the generation of management criteria of stock units that aim at the long-term conservation of natural fishery resources.

**KEYWORDS:** genetics, management, microsatellite markers, fish, fishing.

## 1 | INTRODUÇÃO

Inúmeras famílias no mundo dependem da pesca em diferentes níveis, seja como fonte de emprego na indústria pesqueira ou mesmo realizando-a como forma de subsistência. O extrativismo pode ser considerado uma lente pela qual se pode observar a estreita relação entre o homem e os recursos hídricos (HILSDORF; RESENDE; MARQUES, 2006).

Apesar da diversidade de peixes e da sua grande importância econômica para o homem, ainda pouco se conhece sobre suas características biológicas, ecológicas e genéticas. A falta de conhecimento das espécies e conseqüentemente a falta de manejo destas, além das altas taxas de pesca são os principais responsáveis da perda de diversidade e reduções drásticas nas populações (NASCIMENTO; CATELLA; MORAES, 2001; ALBUQUERQUE; CAMPOS; CATELLA, 2002; PETRERE *et al.*, 2004). Por isso torna-se necessário conhecer a fundo nossa biodiversidade, especialmente quando se trata de espécies nativas, e espécies que possuem um grande potencial econômico.

A percepção de que a sobre-pesca, de alguma forma vem afetando a disponibilidade dos estoques de peixes, tem sido um consenso entre os cientistas pesqueiros. Na lagoa Mirim-RS como também na Lagoa Mangueira-RS, os pescadores artesanais reclamam que o tamanho médio dos peixes estão diminuindo ao longo do tempo (PIEDRAS *et al.*, 2012) Esta realidade, verificada nas estatísticas pesqueiras, parece estar relacionada à seletividade das redes de captura que retiram os animais maiores.

Conover e Munch (2002) constataram que a retirada constante de animais maiores ao longo do tempo afeta a composição genética do estoque, eliminando os genes relacionados ao crescimento rápido e diminuindo o tamanho médio dos indivíduos remanescentes, esta observação sugere que este fenômeno pode estar ocorrendo com alguns estoques de peixes de interesse comercial. Esses estudos são de grande importância no que diz respeito a elaboração de projetos visando a conservação de recursos naturais, em especial ao papel desempenhado pelas variações ao nível do genoma em resposta às mudanças ambientais e de sobre-pesca.

Acredita-se que com o conhecimento da genética populacional das espécies de importância econômica para os pescadores artesanais locais, se possa definir uma legislação de pesca eficiente. Em diversas partes do mundo se tenta fazer a avaliação dos estoques pesqueiros, objetivando orientar a legislação de pesca. Essa área de estudo tem como objetivo determinar: qual, quanto, onde e quando utilizar de maneira sustentável os recursos naturais existentes (ANNIBAL, 1983).

## 2 | METODOLOGIA

O material biológico coletado para análise genética consiste em uma amostra de músculo e nadadeira caudal (aproximadamente 200–300mg), armazenados em etanol 95% e preservados a -20°C. O DNA genômico total é extraído usando separação orgânica pelo protocolo modificado de Cloreto de Sódio (BARRERO *et al.*, 2008), que consiste:

Maceração do tecido muscular, objetivando a ruptura da parede e membranas celulares, promovendo assim a liberação da molécula de DNA;

Adição de 600 µL de solução tampão TNE1 (5 ml de tris HCl 1 Molar, pH 8.0, 10

ml de EDTA, 1ml de NaCl, 84 ml de água Milli-Q), tendo por finalidade promover a lise das células, porém preservando sua estrutura, acidez e osmolaridade;

Adição de 330  $\mu$ L de TNE2 (5ml tris HCl 1 Molar pH 8,0; 10 ml EDTA, 1ml NaCl; 10 ml SDS 20%), como solução detergente para solubilização das membranas e auxiliando na inativação de enzimas;

4  $\mu$ L de proteinase K para a desnaturação proteica e 3  $\mu$ L de RNase para desnaturação de RNA, após, incubação imediata em Banh-Maria à 50°C por 12 horas;

Após a incubação, para precipitação de proteínas e restos celulares serão adicionados 340  $\mu$ L de NaCl 5M;

O material será centrifugado a 13000 rpm e transferido 500  $\mu$ L do sobrenadante para um novo microtubo, onde será acrescido 900 $\mu$ L de etanol absoluto gelado para a precipitação do DNA e acondicionado por uma hora a -20°C antes de ser

centrifugado por 3 minutos á 13000 rpm;

Posteriormente, seram realizadas três lavagens do material com 900  $\mu$ L de etanol 70%.

Por fim, o DNA será ressuspendido com 100  $\mu$ L de água Milli-Q.

Para checagem da integridade do DNA obtido, as amostras são submetidas a eletroforese horizontal com gel de agarose 1% e tampão SB1X durante 40 minutos a 90 volts. Para tal, será usada uma alíquota de 7  $\mu$ L de DNA sendo o mesmo corado com 1  $\mu$ L de Blue Green Loading Dye<sup>TM</sup> (LGC Biotecnologia, São Paulo-BR) e 1.8  $\mu$ L de DNA Ladder 100pb (Ludwig Biotec) posteriormente visualizados em transiluminador.

Os marcadores microssatélites são amplificados através da técnica de reação de PCR, cujo o volume final será 25 $\mu$ L, contendo 1 $\mu$ L de DNA genômico, 0,5 $\mu$ L de cada primer (10pmol), 2,5 $\mu$ L de 1X buffer de PCR(10mM Tris HCl, 1,5mM MgCl<sub>2</sub> e 50mM KCl), 1,5 $\mu$ L MgCl<sub>2</sub> (25mM), 0,5 $\mu$ L de dNTP(100 $\mu$ M), 0,2 $\mu$ L de Taq DNA polimerase<sup>®</sup> (Fermentas Life Sciences) e 18,3 $\mu$ L de água livre de nuclease. O controle negativo (reação sem a presença de DNA) é utilizado em cada amplificação para confirmar a ausência de contaminação.

As reações são realizadas em um termociclador Eppendorf Mastercycler Gradient<sup>®</sup> (Eppendorf), cuja amplificação consiste em: desnaturação inicial de 94°C por 5 minutos, seguido por 35 ciclos de desnaturação a 94°C por 45 segundos, anelamento conforme a temperatura específica de cada primer por 30 segundos e extensão a 72°C por 30 segundos, terminando com uma extensão final de 8 minutos a 72°C. A posterior checagem da amplificação do produto de PCR é realizada por meio de eletroforese em gel de agarose a 1% tingido com corante GelGreen<sup>TM</sup>. Após a eletroforese, os produtos são analisados em transiluminador sob luz UV e registrados digitalmente. Os alelos dos loci são discriminados através de observação direta no gel, baseando-se na presença ou ausência de bandas de tamanhos moleculares idênticos (mesmo locus).

A diversidade genética dentro das populações estudadas é caracterizada pelas frequências alélicas, heterozigosidade observada, diversidade gênica esperada

segundo o equilíbrio de Hardy-Weinberg, número de alelos por locus, porcentagem de loci polimórficos e índice de fixação de Wright, estimativas obtidas pelo uso do programa Genepop 4.0.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para implantação de políticas de cota de pesca, é fundamental a identificação de “estoques” e/ou populações de acordo com o conceito genético de estoque, ou seja, como uma unidade reprodutivamente isolada que é geneticamente diferente de outros estoques (OVEDEN, 1990). Programas de manejo e conservação em espécies sujeitas à fragmentação por impacto do homem só serão realmente eficazes considerando os fatores genéticos (FRANKHAM; BALLOU; BRISCOE, 2002). A estrutura genética de uma população é a informação mais importante para uma espécie que necessita de manejo (HILLIS; MORTIZ; MABLE, 1996), pois a determinação da variabilidade genética é importante tanto para populações naturais quanto para manejo e comercialização de peixes cultivados. A variabilidade ou diversidade genética é a variedade de alelos e genótipos presente no grupo sob estudo, e constitui a força que dá às populações capacidade de suportar pressões ambientais, diminuindo o risco de extinção. Quanto maior o repertório de alelos diferentes em uma população maior será as chances dos indivíduos dessa população sobreviverem a variações ambientais.

As quantidades relativas de variações dentro e entre populações mudam de espécie para espécie, dependendo da história evolutiva e do ambiente (GRIFFITHS *et al.*, 2001). Para que haja evolução adaptativa, a variação genética torna-se uma condição fundamental entre as populações e entre espécies.

Estimativas confiáveis da diferenciação populacional são primordiais na biologia da conservação na qual se considera a necessidade continuada de entender se as populações são geneticamente isoladas ou se constituem uma única população. As contínuas intervenções do homem sobre os ambientes aquáticos continentais tornam cada vez mais urgentes a necessidade de se investigar a situação presente da distribuição genética das populações de peixes, dentro e entre lagoas, bem como as possíveis relações entre destruição ambiental e perda de variabilidade genética e subdivisão de estoques.

### 4 | CONCLUSÕES

Os resultados que serão gerados a partir destes estudos, certamente contribuirão para uma melhor elucidação a respeito da estruturação genético-populacional de espécies, e assim gerar subsídios para o desenvolvimento de projetos de conservação e manejo, além de auxiliar na administração e legislação de pesca, pois levam a geração de critérios de manejo das unidades de estoques que visam a conservação em longo prazo dos recursos pesqueiros naturais.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S. P.; CAMPOS, F. L. R.; CATELLA, A. C. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPESCA/MS-9-2002**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Corumbá: Embrapa Pantanal, v. 47, dez. 2003.
- ANNIBAL, S. R. P. **Avaliação bio-ecológica e pesqueira das “pescadas” (*Plagioscion squamosissimus* HECKEL, 1840 e *Plagioscion monteí* SOARES, 1978) no “Sistema Lago do Rei” – Ilha do Careiro – AM – Brasil**. 1983. 112f. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1983.
- BARRERO, N. M. L.; POVH, J. A.; RIBEIRO, R. P.; GOMES, P. C.; JACOMETO, C. B.; LOPES T. S. **Comparison of DNA extraction protocols of fish fin and larvae samples: modified salt (NaCl) extraction**. Ciencia e Investigacion Agraria, v.35, n. 1, p. 65-74, 2008.
- CONOVER, D. O.; MUNCH, S. B. **Sustaining fisheries yields over evolutionary time scales**. Science, v. 297, p. 94-96, 2002.
- FRANKHAM, R.; BALLOU, J. R.; BRISCOE, D. A. **Introduction to Conservation Genetics**. Cambridge University Press. Cambridge, England, 2002. 618 p.
- GRIFFITHS, A. J. F.; GELBART, W. M.; MILLER, J. H.; LEWONTIN, R. C. **Genética Moderna**. Rio de Janeiro, Brasil. Editora Guanabara Koogan S.A, 2001. 589 p.
- HILLIS, D. M.; MORTIZ, C.; MABLE, B. K. **Molecular Systematics**. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A, 1996. 655 p.
- HILSDORF, A. W. S.; RESENDE, E. K.; MARQUES, D. K. S. **Genética e Conservação de Estoques Pesqueiros de Águas Continentais no Brasil: Situação Atual e Perspectivas**. Boletim 82 de Pesquisa e Desenvolvimento. Corumbá: Embrapa Pantanal, maio 2006.
- NASCIMENTO, F. L.; CATELLA, A. C.; MORAES, A. S. **Distribuição Espacial do Tucunará, *Cichla sp.* (Pisces, Cichlidae), peixe amazônico introduzido no Pantanal, Brasil**. Boletim 24 de Pesquisa e Desenvolvimento. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001.
- OVEDEN, J. R. **Mitochondrial DNA and marine stock assessment: a review**. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, v. 41, p. 835-853, 1990.
- PETREIRE JR., M.; BARTHEM, R. B.; CÓRDOBA, E. A.; GÓMEZ, B. C. **Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein)**. In: HART, P. J. B.; PICHER, T. J. (eds.). Reviews in Fish Biology and Fisheries, v. 14, p. 403-414, 2004.
- PIEDRAS, S. R. N.; SANTOS, J. D.; FERNANDES, J. M.; TAVARES, R. A.; SOUZA, D. M.; POUHEY, J. L. O. F. **Characterization of fishing activity in Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul – Brasil**. Revista Brasileira de Agrociência, v. 18, n. 2-4, p. 107-116, abr-jun, 2012.



## GEOQUÍMICA AMBIENTAL APLICADA NA AVALIAÇÃO DOS SOLOS DE UM ATERRO SANITÁRIO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

### Vitor Rodolfo Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina-  
UDESC, Lages-SC

### Valter Antonio Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina-  
UDESC, Lages-SC

### Indianara Fernanda Barcarolli

Universidade do Estado de Santa Catarina-  
UDESC, Lages-SC

### Gilmar Conte

Universidade do Estado de Santa Catarina-  
UDESC, Lages-SC

### Camila Angélica Baum

Universidade Federal do Rio Grande do Sul-  
UFRGS, Porto Alegre-RS

### Lais Lavnitcki

Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba-  
PR

### Alexandre Tadeu Paulino

Universidade do Estado de Santa Catarina-  
UDESC, Chapecó-SC

**RESUMO:** A disposição de resíduos sólidos a céu aberto no Brasil ainda é uma atividade frequentemente realizada. Os lixões, espaços destinados a esta finalidade, recebem resíduos de forma indiscriminada, impactando o meio ambiente do local e de seus arredores, principalmente por meio da contaminação dos solos pelo chorume gerado com a decomposição

parcial de resíduos e sua consequente percolação pelos perfis do solo. O chorume costuma possuir diversos componentes potencialmente nocivos ao ambiente, como compostos orgânicos e metais pesados. Neste estudo, foram avaliados os níveis de cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni) e cobre (Cu) em amostras superficiais e subsuperficiais de solos da Área de Influência Direta do Lixão Desativado do Município de Lages-SC, bem como a composição do chorume gerado, objetivando identificar a sua natureza e o grau da contaminação causada pelo seu livre aporte solo adentro. Também foram determinados os Fatores de Contaminação (FC) e o Índice de Geoacumulação ( $I_{Geo}$ ) para as amostras coletadas. Nenhum metal analisado apresentou concentrações elevadas, se comparadas aos Valores de Prevenção e Intervenção contidos na Resolução nº 420/2009 do CONAMA, o que refletiu em valores baixos de FC e  $I_{Geo}$ , ou seja, uma baixa contaminação. No entanto, a textura predominantemente arenosa e a alta ocupação dos sítios de troca catiônica das amostras indicam que a percolação do chorume atinge altas profundidades, podendo atingir águas subterrâneas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metais; Chorume; Qualidade ambiental; Solos.

**ABSTRACT:** The outdoor solid waste disposal

in Brazil is still a frequently conducted activity. Landfills, locations destined to this outcome, receive waste in an indiscriminate way, impacting the local environment and of its surroundings, mainly due to the contamination of soils by leachate generated by the partial decomposition of waste and its consequent percolation through the soil profiles. Leachate normally possess many components that may be hazardous to the environment, such as organic compounds and heavy metals. In this study, the levels of cadmium (Cd), lead (Pb), chromium (Cr), nickel (Ni) and copper (Cu) were analyzed in superficial and subsuperficial samples of soils from the area of direct influence of the deactivated landfill of the city of Lages-SC, as well as the composition of the generated leachate, aiming to identify its nature and the level of contamination by its free penetration through the soil. The Factor of Contamination (FC) and the Geoaccumulation Index ( $I_{Geo}$ ) were also determined for the collected soil samples. None of the analyzed metals was detected in elevated levels, if compared to the Prevention and Investigation Values expressed in the CONAMA Resolution n. 420/2009, what resulted in low values of FC and  $I_{Geo}$ ; hence, a minor contamination. However, the predominantly sandy texture and the high occupation of the cation exchange sheets indicate that leachate percolates to higher depths, being able to reach groundwaters.

**KEYWORDS:** Metals; Leachate; Environmental quality; Soils.

## 1 | INTRODUÇÃO

Devido ao aumento das taxas de crescimento da população mundial, a geração de resíduos sólidos também aumenta. Segundo Renou et al. (2008) e Baderna et al. (2011), um indivíduo pode gerar entre 0,5 a 4,5 kg de resíduos sólidos diariamente. Segundo Moraes (2014), a geração de lixo pode ser influenciada por outros fatores, tais como os hábitos e os costumes da população. Atualmente, os resíduos sólidos gerados pela população costumam ser enviados a três diferentes destinos: lixões, aterros controlados e aterros sanitários.

Os lixões são locais onde os resíduos são depositados sem nenhum tipo de tratamento ou cuidado, o que representa uma condição favorável à contaminação tanto do solo local quanto de águas subterrâneas por conta da geração de chorume. Os aterros controlados operam de maneira bastante semelhante, sendo que neles os resíduos dispostos são cobertos com solos. Já os aterros sanitários são, em tese, estruturas projetadas e construídas com o intuito de acomodar resíduos de forma com que sua decomposição não gere impactos negativos ao ambiente. Entretanto, segundo Kjeldsen et al. (2002), grande parte dos aterros sanitários são construídos de forma irregular e inadequada, sem nenhum critério de engenharia, como a correta impermeabilização das células onde é depositado o lixo.

O chorume pode conter metais potencialmente tóxicos como chumbo, zinco, cádmio, arsênio, cromo, manganês, cobre, dentre outros, e ainda compostos orgânicos variados. Segundo Rigueti et al. (2015), os metais pesados reagem com

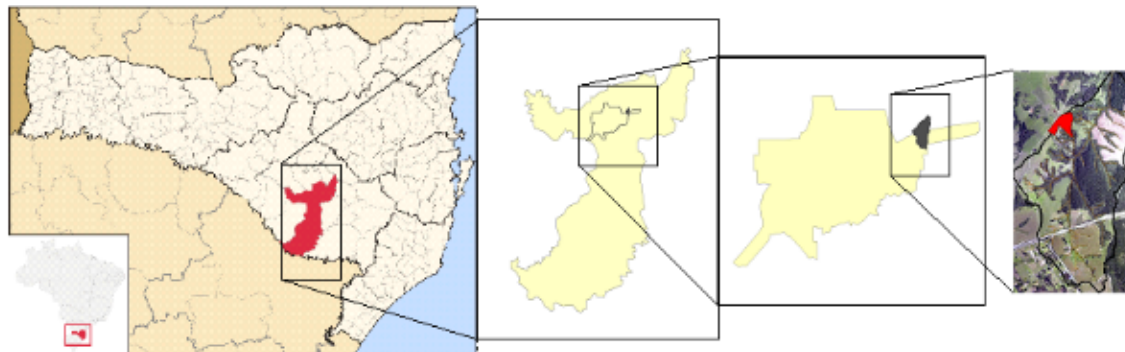
ligantes difusores e macromoléculas, alterando processos metabólicos e danificando os sistemas biológicos de todos os seres vivos.

Desta forma, faz-se importante o monitoramento dos níveis destes metais no chorume gerado em lixões, de forma a verificar a extensão do impacto causado pelo livre aporte do líquido pelos solos destas áreas.

O presente estudo teve por objetivo verificar o grau de contaminação dos solos da área de influência direta e indireta do lixão desativado do município de Lages-SC, por meio da quantificação das concentrações de cádmio, chumbo, cobre, cromo e níquel, em amostras superficiais e subsuperficiais de solos.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido com dados obtidos de um lixão desativado do município de Lages-SC. A deposição de resíduos sólidos se deu entre os anos de 1986 e 2005. O aterro está localizado na margem esquerda da rodovia BR-282 no sentido Lages/Florianópolis. Sua área útil é de aproximadamente 48.000 m<sup>2</sup>, cuja localização está compreendida entre as coordenadas geográficas: 27°46'15,38"S e 50°15'10,92"O. O empreendimento está inserido na bacia hidrográfica do rio Ponte Grande, que possui uma extensa rede de drenagem. No entorno da área, há a presença de áreas de proteção ambiental e reflorestamentos.



**Figura 1.** Localização do lixão desativado do município de Lages-SC. Fonte: MORAES (2014).

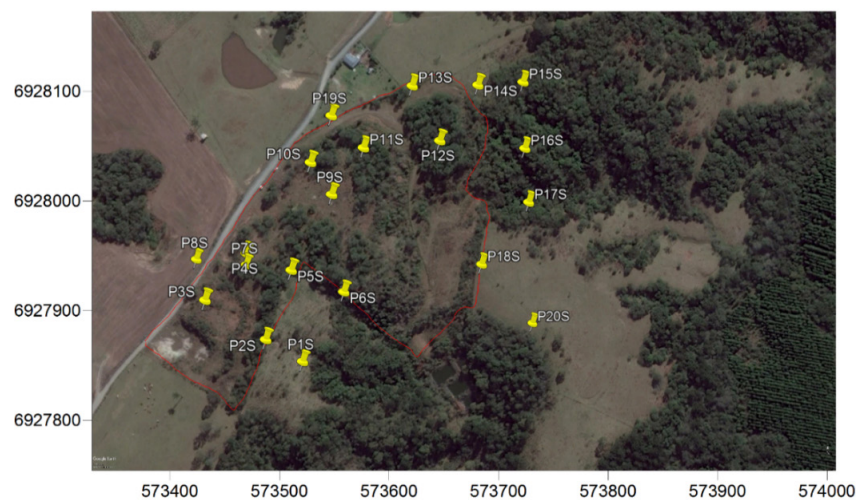
Com relação ao contexto geológico, a área insere-se nos domínios da unidade geotectônica Bacia do Paraná, constituída por sedimentos gondwânicos paleomesozoicos (arenitos), capeados por rochas vulcânicas mesozoicas/jurocretáceas (ROLDAN et al., 2010). O relevo da área é caracterizado por modelados de dissecação homogênea, representado por “coxilhões”, com encostas íngremes e vales relativamente profundos, favorecendo a atuação do escoamento superficial e da ocorrência de processos erosivos.

### 2.1 COLETA E PREPARO DE AMOSTRAS

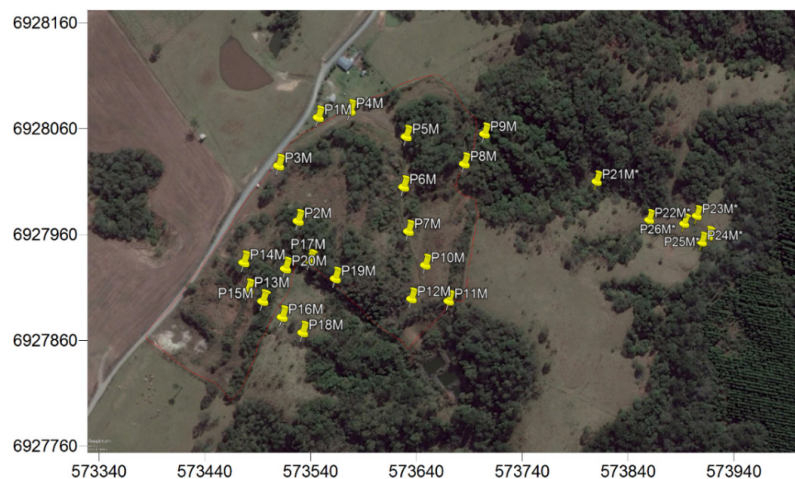
Os pontos de coleta das amostras de solos foram previamente definidos por meio de análise sobre as imagens do *software* Google Earth e de trabalhos de campo

em função da possibilidade e facilidade de coleta, tanto para os solos que cobrem as cinco células de resíduos, quanto para aqueles que se encontram cobertos por estas. Foram retiradas 46 amostras, na profundidade de 0-20 cm, identificadas conforme o seguinte padrão: atribuindo-lhes a letra P (ponto), um número e, por último, a letra S (superficial) ou M (massa de resíduos).

A distribuição das amostras foi a seguinte: 20 amostras superficiais (Figura 2), sendo 15 em pontos que recobrem as células de disposição de resíduos sólidos e outras 5 em locais próximos a estas massas (P14S a P17S e P20S); além de 26 amostras subsuperficiais (Figura 3), sendo 20 em pontos logo abaixo às massas de resíduos (P1M a P20M) e 6 amostras na rede de drenagem por onde escorrem águas pluviais misturadas com chorume oriundo da decomposição das massas de resíduos (P21M\* a P26M\*).



**Figura 2.** Localizações dos pontos de amostragem superficial de solos em relação ao perímetro do lixão, em vermelho. Fonte: Adaptado de Google Earth (2017).



**Figura 3.** Localizações dos pontos de amostragem subsuperficial de solos. Fonte: Adaptado de Google Earth (2017).

Os pontos coletados foram descritos em uma planilha eletrônica, na qual anotou-se a localização dos pontos (obtida com o uso de GPS) e características complementares. Cada frasco de coleta foi identificado com etiqueta autoadesiva. Os solos foram secos



em estufa a 60°C por 48 h, moídos e peneirados com o auxílio de uma peneira com largura de malha igual a 0,025 mm. Posteriormente, retirou-se 3 alíquotas de cada amostra, com massa de 1,0 g cada, destinando-as a um processo de digestão ácida, consistido de uma adaptação do método 3050B da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (APHA, 1999).

Objetivando caracterizar o solo representativo da área de influência do lixão, coletou-se 4 amostras de solos-referência em uma área anexa ao empreendimento sem qualquer influência das massas de lixo ou antrópica, objetivando determinar sua capacidade de troca catiônica e textura.

Também foram analisadas 4 amostras do percolado (chorume), oriundas da área da pesquisa, bem como 4 do atual aterro sanitário de Lages-SC, objetivando conhecer as concentrações dos metais objeto da presente pesquisa e que pudessem servir de base para a discussão das concentrações dos elementos nos solos sob influência do lixão desativado. As amostras foram pré-acidificadas mediante a adição de ácido nítrico, até que atingissem pH 2,0. Posteriormente, submeteu-se as mesmas a um processo de digestão ácida, seguindo o método 3030E da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (APHA, 1999).

## 2.2 Determinação Dos Níveis De Metais

As determinações das concentrações dos metais foram analisadas por meio de espectrometria de absorção atômica por chama para amostras de chorume. Já para as amostras de solos, utilizou-se a técnica de **espectrometria de absorção atômica** por forno de grafite. Para ambas as análises, utilizou-se um equipamento da marca Analytik Jena, modelo contraAA 700.

## 2.3 Avaliação De Contaminação

### 2.3.1 Fator de Contaminação (FC)

O Fator de Contaminação (FC) indica o nível de contaminação de um solo pela razão entre a concentração detectada do metal ou composto de interesse no local por um valor de referência, e é representado pela equação 1 (JÚNIOR et al., 2008):

$$FC = C_m/C_n \quad (1)$$

Sendo:

$C_m$  = Concentração do metal no local;

$C_n$  = Valor de referência do elemento na área da pesquisa.

Devido ao fato de não haver valores de referência dos metais de interesse estabelecidos para a área estudada, foram utilizados os Valores de Referência de Qualidade (VRQ) contidos na Decisão de Diretoria nº 256/2016/E da Companhia



Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), expressos na Tabela 1.

Metal	VRQ (ppb)
Cd	500
Cr	40000
Cu	35000
Ni	13000
Pb	17000

**Tabela 1.** Valores de Referência de Qualidade (ppb) para os metais analisados.

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Na Tabela 2, estão contidos os intervalos de FC, bem como suas devidas interpretações sobre a intensidade da contaminação do solo.

Intervalo	Interpretação
$FC < 1$	Baixa contaminação
$1 < FC < 3$	Contaminação moderada
$3 < FC < 6$	Contaminação considerável
$FC > 6$	Contaminação elevada

**Tabela 2.** Intervalos de FC e suas respectivas interpretações.

Fonte: Adaptado de Hakanson (1980).

### 2.3.2 Índice de Geoacumulação ( $I_{Geo}$ )

De acordo com Solomons e Förstner (1995), o Índice de Geoacumulação ( $I_{Geo}$ ) é uma medida qualitativa da poluição causada pelo aporte de metais pesados ao solo. O  $I_{Geo}$  é expresso pela equação 2:

$$I_{Geo} = \log_2[C_m / (1,5C_n)] \quad (2)$$

Segundo Júnior et al. (2008), 1,5 é um fator de correção cuja função é minimizar possíveis variações nos valores de *background* em função da variação da composição do material de origem dos solos. Os diferentes graus de acúmulo de metais no solo/sedimento estão contidos na Tabela 3.

Classe $I_{Geo}$	Intensidade da Poluição	Acúmulo
0	Não poluído	<0
1	Não poluído a moderadamente poluído	>0 - 1
2	Moderadamente poluído	>1 - 2
3	Moderadamente a fortemente poluído	>2 - 3
4	Fortemente poluído	>3 - 4
5	Fortemente a exageradamente poluído	>4 - 5
6	Exageradamente poluído	>5

**Tabela 3.** Classificação de  $I_{Geo}$  segundo o acúmulo de metais.

Fonte: Adaptado de Förstner e Müller (1981).

### 2.3.3 Comparação com valores legalmente preconizados

Para critério de comparação utilizou-se os Valores de Prevenção (VP) e Intervenção (VI) contidos na Resolução CONAMA nº 420/2009 (BRASIL, 2009), expressos na Tabela 4.

Metal	VP	VI	VI em águas subterrâneas
Cd	1300	3000	5
Cr	75000	150000	50
Pb	72000	180000	10
Ni	30000	70000	20
Cu	60000	200000	2000

**Tabela 4.** Valores orientadores (ppb) de substâncias químicas presentes nos solos e em água subterrânea conforme a Resolução CONAMA nº 420/2009.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2009).

### 2.3.4 Análise estatística

No sentido de verificar se houve diferença nos valores médios entre as concentrações de metais nas amostras superficiais e subsuperficiais, utilizou-se o teste *t* de Student com nível de significância de 5%; bem como estatísticas descritivas; com auxílio do *software* Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

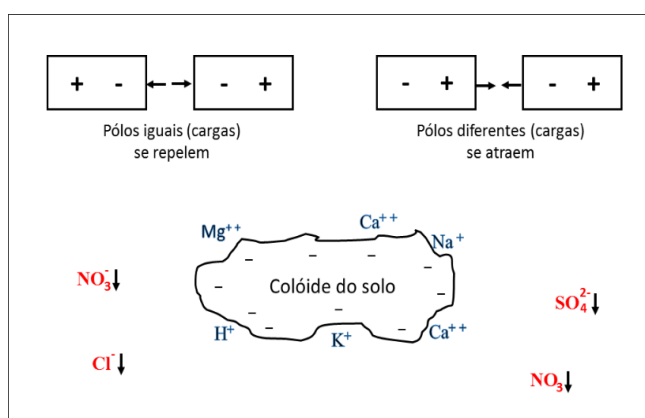
### 3.1 Amostras De Solos-Referência

Na Tabela 5 encontram-se os resultados das características físico-químicas das amostras de solos-referência da área vizinha ao lixão desativado. Conforme a análise granulométrica, os solos possuem baixo teor de argila e alta percentagem de areia, cuja concentração média é de 55%. A CTC média é de 72%, indicando que uma fração significativa de seus sítios de troca estão ocupados por alumínio.

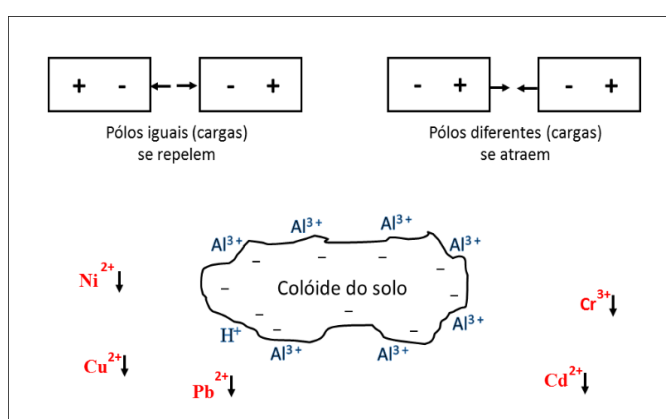
Amostra	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Al/Soma de bases	Saturação por $Al^{+3}$ na CTC (%)
1	35	25	40	6,0/8,1	74
2	23	24	53	4,0/6,4	63
3	13	19	68	5,5/7,5	73
4	16	23	61	5,5/7,5	73
Média	21,7	22,8	55,5	5,3/7,4	72

**Tabela 5.** Características dos solos-referência.

Segundo Becegato (2005), solos argilosos, nos quais há a predominância de minerais de argila com grade 2:1 (montmorilonita), contribuem para aumentar a CTC, diferentemente daqueles com texturas areno-argilosa e arenosa, nos quais predominam respectivamente caulinita e quartzo, de baixa CTC. Altos teores de areia implicam em menor retenção de água e predisposição para lixiviação de cátions. Uma baixa CTC indica que o solo possui pequena capacidade para reter cátions havendo, como consequência, maiores perdas por lixiviação (RONQUIM, 2010). A presença do alumínio na CTC significa que este metal está adsorvido por cargas negativas (INSTITUTO DA POTASSA E FOSFATO, 1998; ZAMBROSI et al., 2007), impedindo que outros cátions como cádmio e chumbo possam ficar adsorvidos nestas cargas, conforme pode-se observar nas Figuras 4 e 5.



**Figura 4.** Adsorção de cátions pela superfície dos colóides de carga negativa (argila e matéria orgânica) e lixiviação de ânions. Fonte: Adaptado do Instituto da Potassa e Fosfato (1998).



**Figura 5.** Adsorção de cátions pela superfície dos colóides de carga negativa (argila e matéria orgânica) – CTC saturada por alumínio e lixiviação de metais. Fonte: Adaptado do Instituto da Potassa e Fosfato (1998).

### 3.2 Caracterização Do Chorume

Na Tabela 6 observa-se os resultados das amostras de chorume, oriundas do

aterro sanitário e do lixão desativado. Como as concentrações foram determinadas em nível de ppm, os elementos cobre, níquel e chumbo permaneceram abaixo do limite de detecção, diferentemente do observado para cádmio e cromo. Independentemente das amostras, observa-se pouca variabilidade entre as concentrações obtidas. Isso pode ser explicado pela origem dos resíduos depositados em ambos os locais, de mesma fonte, gerando um chorume de composição química muito semelhante; cujas concentrações médias de cádmio e cromo são, respectivamente, 86 e 1787 ppb.

Oliveira e Pascal (2004) obtiveram 25 ppb de cádmio e 35 ppb de cromo em amostras de chorume bruto no aterro sanitário de Botucatu-SP. Moreira (2008), em pesquisa sobre a remoção de metais pesados de resíduos da construção civil, oriundos de percolado bruto, obteve 28 e 46 ppb de cromo e cádmio respectivamente. Sabiá et al. (2015), estudando a contaminação da bacia do rio Salgado, no Ceará, obtiveram concentrações de metais em chorume, como o cádmio, na ordem de 780 ppb e 1036 ppb de cromo. Celere et al. (2007), pesquisando níveis de metais no chorume do aterro de Ribeirão Preto-SP, obtiveram concentrações de 42 ppb de cádmio e 407 ppb de cromo. Rigueti et al. (2015), obtiveram na ordem de 10 ppb de cádmio e 20 ppb de cromo em amostras de chorume do aterro de Dourados-MS. Segundo Nagashima et al. (2009), diversos trabalhos mostram que as concentrações de cádmio e cromo em percolados analisados de diferentes regiões do país variam de 13 a 240 ppb de cádmio e de 73 a 368 ppb de cromo. É patente pelas referências citadas que as concentrações destes metais no chorume variam de região para região no Brasil, cuja explicação pode ser dada pela composição das massas de resíduos que são depositadas nos aterros, bem como pelo tempo de residência de tais materiais.

Amostra	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
A1	88,9	1876	<LD	<LD	<LD
A2	83,6	1800	<LD	<LD	<LD
A3	84,3	1751	<LD	<LD	<LD
A4	81,4	1760	<LD	<LD	<LD
L1	84,2	1808	<LD	<LD	<LD
L2	85,2	1761	<LD	<LD	<LD
L3	88,7	1673	<LD	<LD	<LD
L4	91,8	1865	<LD	<LD	<LD

**Tabela 6.** Concentrações dos metais (ppb) nas amostras (A) de chorume do aterro sanitário e do lixão (L) desativado do município Lages-SC.

Obs.: <LD = Abaixo do limite de detecção; aferição em ppm.

### 3.3 Amostras Subsuperficiais

Cotejando os dados da Tabela 7, que representam as amostras de solos que se encontram sob as massas de resíduos e nas áreas de drenagem, os valores máximos detectados para cádmio e cromo foram, respectivamente, de 274 e 1823 ppb. Há uma variabilidade nos teores dos metais, cuja amplitude do Coeficiente de Variação está

entre aproximadamente 73% para o níquel até 172% para o cobre.

Parâmetros estatísticos	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
Média	41,41	242,14	852,03	88,62	42,85
Mediana	20,49	141,78	280,10	61,55	36,50
Moda	N.E.	N.E.	N.E.	51,69	N.E.
Mínimo	0,49	9,22	14,18	13,03	15,44
Máximo	274,30	1.823,00	7.292,66	261,100	88,090
Desvio padrão	54,82	347,40	1.469,84	64,82	20,83
Coef. de variação (%)	132,33	143,74	172,51	73,14	48,62
Assimetria	3,30	4,04	3,69	3,69	0,82
Curtose	13,39	18,47	15,54	15,54	-0,18

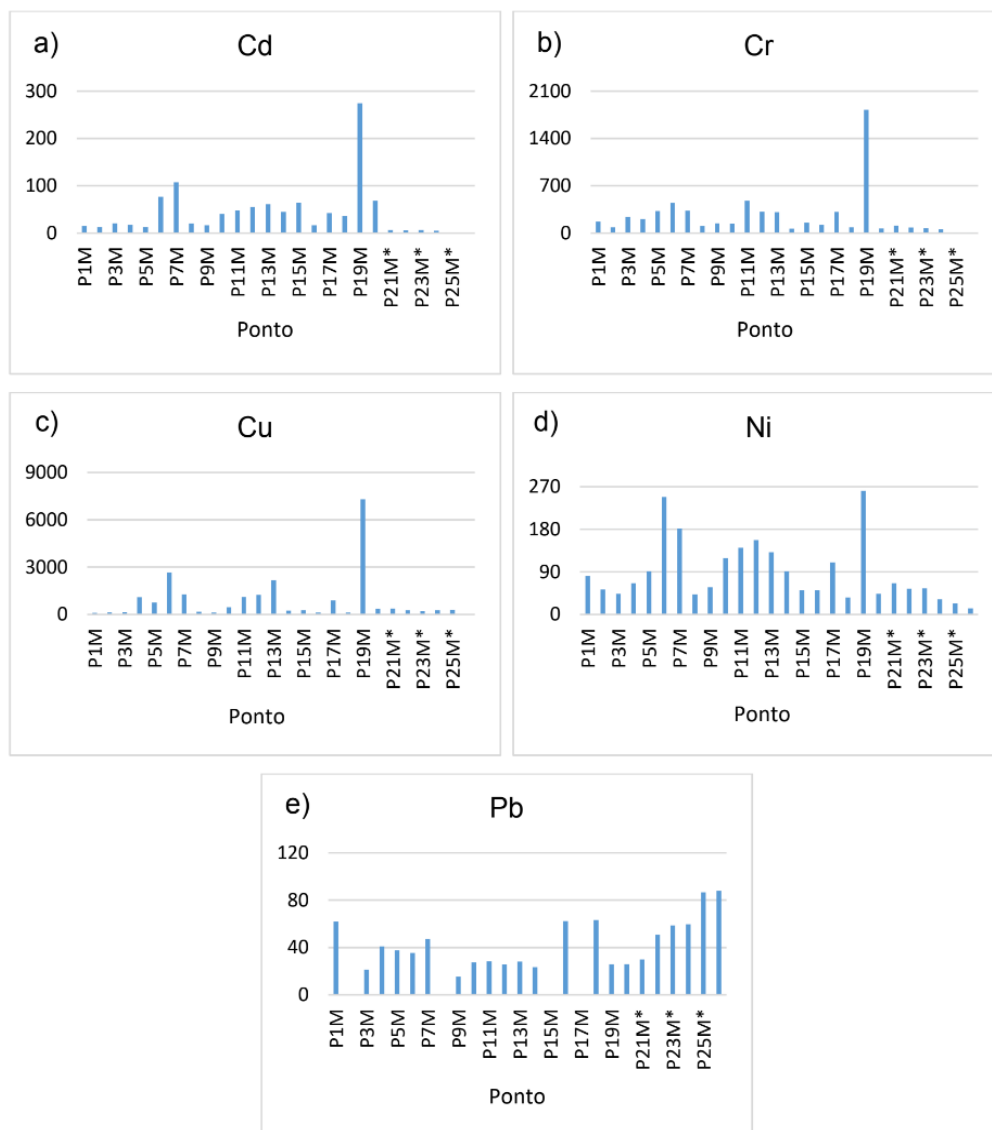
**Tabela 7.** Estatísticas dos metais (ppb) analisados das amostras de solos subsuperficiais.

Obs.: N.E. = Não Existente.

Em trabalho análogo Oliveira e Jucá (2004) detectaram concentração média de 5200 ppb de cromo oriundo de amostras de solos localizadas abaixo de uma célula de resíduos sólidos, cuja profundidade amostrada foi de 3 m. Zanello (2006) pesquisando solos contaminados por metais como cromo, níquel e chumbo em área de influência do aterro da Caximba em Curitiba-PR, obteve valores médios de cromo na ordem de 56000 e 48000 ppb para amostras entre as profundidades de 0-20 e 40-60 cm, respectivamente. Marques (2011) obteve teores na ordem de 30 ppb de cromo e 21000 ppb de cádmio em amostras de solos na profundidade de 0-20 cm oriundas de um lixão no município de Elói Mendes-MG. Chaves (2008) esclarece que a mobilidade do cádmio e cromo no perfil do solo, está na dependência da presença e dos teores de óxidos metálicos e de argilas.

As concentrações mais elevadas de alguns metais como cádmio, cromo e cobre, em pontos como o P19, podem ser explicadas pela origem da amostra de solos, oriunda um canal de drenagem por onde escoam águas pluviais e chorume. O mesmo ocorre com os pontos P25M\* e P26M\*, que apresentam concentrações mais elevadas de chumbo. As concentrações obtidas de cada metal para os pontos amostrados estão expressas na Figura 6.





**Figura 6.** Concentrações dos metais analisados nas amostras de solos subsuperficiais (ppb). a) cádmio; b) cromo; c) cobre; d) níquel; e) chumbo. Obs.: \* = amostras oriundas dos canais de drenagem de água pluvial e chorume.

Não foram estabelecidas amostras testemunhas para os teores dos metais estudados, face a geologia da área sofrer influência do Domo de Lages, cujos estratos sedimentares estão mesclados pelas formações Botucatu/Piramboia, Teresina e Rio do Rastro, interferindo nas composições texturais compostas de areia, silte e argila; e quiçá nos valores de *background* para os metais pesquisados. Neste sentido, tomou-se como ponto de discussão a composição dos chorumes em termos dos teores de cádmio, cromo, chumbo, níquel e cobre, além de sua dinâmica no perfil do solo.

As concentrações obtidas para os metais analisados encontram-se abaixo dos valores de Prevenção e Intervenção estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 420/2009, em todos os pontos.

Conforme a Tabela 8, os pontos amostrados apresentaram valores de FC inferiores a 1,0 para os metais analisados. Isto representa uma baixa contaminação causada pelos metais.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1M	0,030	0,004	0,003	0,006	0,004
P2M	0,026	0,002	0,004	0,004	ND
P3M	0,041	0,006	0,004	0,003	0,001
P4M	0,034	0,005	0,031	0,005	0,002
P5M	0,026	0,008	0,021	0,007	0,002
P6M	0,153	0,011	0,076	0,019	0,002
P7M	0,214	0,008	0,036	0,014	0,003
P8M	0,041	0,003	0,005	0,003	ND
P9M	0,034	0,004	0,004	0,004	0,001
P10M	0,081	0,003	0,013	0,009	0,002
P11M	0,097	0,012	0,032	0,011	0,002
P12M	0,110	0,008	0,035	0,012	0,001
P13M	0,122	0,008	0,032	0,010	0,002
P14M	0,090	0,002	0,062	0,007	0,001
P15M	0,130	0,004	0,007	0,004	ND
P16M	0,034	0,003	0,008	0,004	0,004
P17M	0,085	0,008	0,003	0,008	ND
P18M	0,072	0,002	0,004	0,003	0,004
P19M	0,549	0,046	0,208	0,020	0,002
P20M*	0,136	0,002	0,010	0,003	0,002
P21M*	0,012	0,003	0,011	0,005	0,002
P22M*	0,012	0,002	0,007	0,004	0,003
P23M*	0,013	0,002	0,007	0,004	0,003
P24M*	0,010	0,001	0,008	0,002	0,004
P25M*	0,001	< 0,000	0,008	0,002	0,005
P26M*	0,001	< 0,000	< 0,000	0,001	0,005

**Tabela 8.** Valores de FC para as amostras de solos subsuperficiais.

Obs.: ND = Não Determinado; \* = amostras oriundas dos canais de drenagem de água pluvial e chorume.

No que tange ao  $I_{Geo}$ , houve um baixo acúmulo dos metais analisados nos pontos de amostragem, com valores inferiores a 0 em todas as amostras. Com isso, os pontos podem ser enquadrados na Classe 0, e classificados como não poluídos. A Tabela 9 expressa os valores obtidos para as amostras.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1M	-5,621	-8,464	-9,069	-7,900	-8,686
P2M	-5,837	-9,436	-8,624	-8,525	ND
P3M	-5,190	-7,957	-8,453	-8,804	-10,238
P4M	-5,446	-8,166	-5,588	-8,202	-9,285
P5M	-5,876	-7,517	-6,136	-7,739	-9,406
P6M	-3,289	-7,064	-4,304	-6,295	-9,491
P7M	-2,808	-7,497	-5,368	-6,744	-9,083
P8M	-5,197	-9,139	-8,241	-8,850	ND
P9M	-5,485	-8,683	-8,697	-8,411	-10,689
P10M	-4,203	-8,768	-6,847	-7,354	-9,865
P11M	-3,949	-6,971	-5,566	-7,112	-9,808

P12M	-3,768	-7,554	-5,413	-6,955	-9,972
P13M	-3,622	-7,591	-4,597	-7,211	-9,819
P14M	-4,067	-9,852	-7,769	-7,736	-10,091
P15M	-3,532	-8,609	-7,625	-8,559	ND
P16M	-5,477	-8,945	-8,823	-8,559	-8,678
P17M	-4,148	-7,574	-5,869	-7,474	ND
P18M	-4,377	-9,417	-8,703	-9,079	-8,656
P19M	-1,451	-5,041	-2,848	-6,223	-9,948
P20M	-3,462	-9,765	-7,234	-8,801	-9,940
P21M*	-6,915	-9,094	-7,098	-8,211	-9,738
P22M*	-7,020	-9,483	-7,673	-8,487	-8,976
P23M*	-6,867	-9,682	-7,801	-8,460	-8,766
P24M*	-7,274	-10,004	-7,588	-9,244	-8,742
P25M*	-10,565	-12,209	-7,514	-9,684	-8,203
P26M*	-10,118	-12,668	-11,854	-10,547	-8,177

**Tabela 9.** Valores de  $I_{Geo}$  para os metais analisados nos pontos de amostragem subsuperficial.

Obs.: ND = Não Determinado; \* = amostras oriundas dos canais de drenagem de água pluvial e chorume.

### 3.4 Amostras Superficiais

Na Tabela 10, os dados estatísticos referem-se aos resultados das amostras das análises dos solos que recobrem as massas de resíduos.

Parâmetros estatísticos	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
Média	3,47	445,06	381,51	433,73	71,99
Mediana	3,84	470,02	283,56	312,04	65,44
Moda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Mínimo	0,41	36,52	77,19	35,41	23,61
Máximo	5,44	949,05	1212,56	1281,50	152,90
Desvio padrão	1,56	297,36	271,42	324,41	40,48
Coef. de variação (%)	45,12	66,81	71,14	74,79	56,23
Assimetria	-0,67	0,15	1,68	1,30	0,56
Curtose	-0,68	-1,43	3,84	1,20	-0,63

**Tabela 10.** Estatísticas dos metais (ppb) em amostras de solos superficiais.

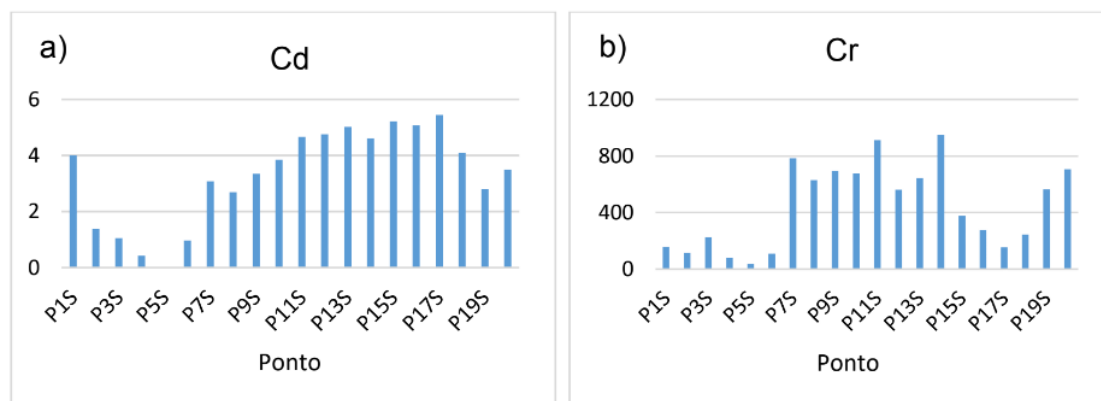
Obs.: N.E. = Não Existente.

Observa-se coeficientes de variação elevados, com destaque para os elementos cobre e níquel, que ultrapassaram os 70%. Pode-se inferir que tal variabilidade nas concentrações, que poderiam ser consideradas “valores de *background*”, deve-se à composição geológica que estaria adsorvendo metais nos sítios de trocas das argilas e matéria orgânica que compõe tais extratos.

A discussão sobre a dinâmica de adsorção dos metais nos solos é vasta, oriunda de inúmeras pesquisas realizadas a nível de campo, laboratório e casa de vegetação.

Estes trabalhos combinam diferentes tipos de solos, texturas, pH, matéria orgânica, potencial redox, CTC e minerais de argila, cujo contexto pode ser visto como, por exemplo, nos trabalhos de Merlino et al. (2010); Bai et al. (2011); Fonseca et al. (2011); Ferreira et al. (2016).

Na Figura 7 estão contidas as concentrações obtidas para cada metal analisado. Observa-se que as amostras dos pontos P7, P11 e P14 apresentam concentrações de cromo mais elevadas comparativamente aos demais. Com relação ao chumbo, destacam-se os pontos P9, P11 e P12. No que se refere ao níquel, se sobressaem os pontos P7, P8, P9, P10 e P11; já o cobre destaca-se nos pontos P1, P11 e P12, dados seus valores elevados.



**Figura 7.** Concentrações dos metais analisados nas amostras de solos superficiais (ppb). a) cádmio; b) cromo; c) cobre; d) níquel; e) chumbo.

Enquadrando os resultados das concentrações dos metais em foco no escopo do ordenamento jurídico ambiental balizado pela Resolução CONAMA nº 420/2009, todos os valores obtidos estão abaixo dos Valores de Prevenção e de Intervenção para os solos da referida resolução. Por outro lado, o chumbo adentra águas superficiais. Além disso, o fato de haver a percolação deste pelo perfil do solo da área de pesquisa, de textura predominantemente arenosa, indica que tal líquido pode estar contaminando águas subterrâneas

Conforme a Tabela 11, os pontos amostrados apresentaram valores de FC inferiores a 1,0 para os metais analisados, indicando baixa contaminação referente a estes.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1S	0,008	0,004	0,035	0,022	0,001
P2S	0,003	0,003	0,002	0,017	0,002
P3S	0,002	0,006	0,004	0,028	0,001
P4S	0,001	0,002	0,008	0,013	0,002
P5S	ND	0,001	0,002	0,008	0,002
P6S	0,002	0,003	ND	0,003	0,003
P7S	0,006	0,020	0,008	0,099	0,003
P8S	0,005	0,016	0,005	0,079	0,003
P9S	0,007	0,017	0,014	0,060	0,008

P10S	0,008	0,017	0,014	0,054	ND
P11S	0,009	0,023	0,019	0,062	0,009
P12S	0,010	0,014	0,020	0,041	0,007
P13S	0,010	0,016	0,007	0,034	0,004
P14S	0,009	0,024	0,013	0,022	0,004
P15S	0,010	0,009	0,016	0,028	ND
P16S	0,010	0,007	0,008	0,019	0,006
P17S	0,011	0,004	0,008	0,026	0,004
P18S	0,008	0,006	0,005	0,018	0,004
P19S	0,006	0,014	0,008	0,019	0,005
P20S	0,007	0,018	0,012	0,018	0,006

**Tabela 11.** Valores de Fatores de Concentração (FC) para as amostras de solos superficiais.

Obs.: ND = Não Determinado.

No que tange ao  $I_{Geo}$ , houve um baixo acúmulo dos metais analisados nos pontos de amostragem, com valores inferiores a 0 em todas as amostras. Com isso, os pontos podem ser enquadrados na Classe 0, classificados como “não poluídos”. A Tabela 12 expressa os valores obtidos para as amostras.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1S	-7,546	-8,567	-5,436	-6,112	-10,033
P2S	-9,092	-9,023	-9,233	-6,486	-9,880
P3S	-9,470	-8,068	-8,562	-5,760	-10,077
P4S	-10,807	-9,516	-7,598	-6,822	-9,813
P5S	ND	-10,682	-9,410	-7,478	-9,815
P6S	-9,606	-9,079	ND	-9,105	-8,896
P7S	-7,930	-6,259	-7,476	-3,928	-8,879
P8S	-8,124	-6,574	-8,294	-4,249	-8,747
P9S	-7,808	-6,434	-6,767	-4,645	-7,522
P10S	-7,608	-6,469	-6,778	-4,807	ND
P11S	-7,328	-6,039	-6,338	-4,603	-7,382
P12S	-7,300	-6,741	-6,214	-5,204	-7,678
P13S	-7,224	-6,543	-7,796	-5,462	-8,545
P14S	-7,347	-5,982	-6,856	-6,082	-8,474
P15S	-7,167	-7,307	-6,528	-5,741	ND
P16S	-7,206	-7,762	-7,627	-6,329	-7,879
P17S	-7,107	-8,602	-7,532	-5,858	-8,396
P18S	-7,518	-7,939	-8,127	-6,385	-8,669
P19S	-8,061	-6,735	-7,583	-6,302	-8,165
P20S	-7,747	-6,407	-6,988	-6,415	-7,916

**Tabela 12.** Valores de  $I_{Geo}$  para os metais analisados nos pontos de amostragem superficial.

Obs.: ND = Não Determinado.

Comparando-se os valores das concentrações dos metais nas amostras de solos superficiais e subsuperficiais, nota-se diferenças estatísticas a 5% de significância em relação aos metais cádmio, cromo, níquel e chumbo, conforme exposto pela Tabela 13.



Tipo de amostra	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
Superficial	3,4717 <i>a</i>	445,0693 <i>c</i>	381,5101 <i>e</i>	433,7348 <i>f</i>	71,9905 <i>h</i>
Subsuperficial	41,4150 <i>b</i>	242,1388 <i>d</i>	852,0312 <i>e</i>	88,6255 <i>g</i>	42,8492 <i>i</i>

**Tabela 13.** Comparação entre as concentrações médias (ppb) obtidas por tipo de amostra, ao nível de significância de 5% pelo teste *t* de Student.

Obs.: Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem a 5% de significância pelo teste *t* de Student.

## 4 | CONCLUSÃO

Há diferença significativa nas concentrações de cádmio, cromo, níquel e chumbo entre as amostras dos solos superficiais e subsuperficiais. Já no que tange à composição do chorume, não houve diferença relevante nas concentrações dos metais detectados tanto nas amostras da área quanto daquelas oriundas do aterro sanitário do município, uma vez que os tipos de resíduos gerados na região continuam sendo os mesmos desde o encerramento das atividades do lixão, em 2005.

As concentrações de todos os metais analisados encontram-se abaixo dos valores de Prevenção e de Intervenção para os solos, contidos na Resolução CONAMA nº 420/2009 tanto para as amostras coletadas tanto superficialmente quanto em profundidade, indicando um baixo grau de contaminação causado por estes, expresso pelos baixos valores obtidos de FC e  $I_{Geo}$ . Isto se deve ao fato de o solo local possuir textura arenosa, sendo constituído, predominantemente, por argilominerais que possuem baixa capacidade de retenção de íons, favorecendo a percolação de chorume até grandes profundidades, superiores às determinadas para coleta de amostras neste estudo.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado do primeiro e a FAPESC pelos recursos financeiros na forma de material permanente.

## REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20 ed. Washington, 2671 p. 1999.

BADERNA, D.; MAGGIONI, S.; BORIANI, E.; GEMMA, S.; MOLTENI, M.; LOMBARDO, A.; COLOMBO, A.; BORDONALI, S.; ROTELLA, G.; LODI, M. BENFENATI, E. **A combined approach to investigate the toxicity of industrial landfill's leachate: chemical analyses risk assessment and in vitro assays.** Environmental Research, v. 111, p. 603–613, 2011.

BAI, J.; XIAO, R.; CUI, B.; ZHANG, K.; WANG, Q.; LIU, X.; GAO, H.; HUANG, L. **Assessment of heavy metal pollution in wetland soils from the young and old reclaimed regions in the Pearl River Estuary, South China.** Environmental Pollution, v. 159, p. 817-824, 2011.

BECEGATO, V.A. **Aplicação de técnicas geofísicas e geoquímicas em duas glebas agrícolas no noroeste do estado do Paraná e suas relações com fertilizantes fosfatados.** Curitiba, 2005. 198 folhas. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná. 2005.

BRASIL. Resolução nº. 420, de 28 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.** Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

CELERE, M.S.; OLIVEIRA, A.S.; TREVILATO, T.M.B.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. **Metais presentes em chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 939-947, 2007.

CETESB. **Decisão de Diretoria nº 256/2016/e, de 22 de novembro de 2016.** Dispõe sobre a aprovação dos “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2016” e dá outras providências. Diário Oficial Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 26 nov. 2016. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2014/12/DD-256-2016-E-Valores-Orientadores-Dioxinas-e-Furanos-2016-Intranet.pdf>>. Acesso em 30 jun. 2017.

CHAVES, E. V. **Absorção de metais pesados de solos contaminados do aterro sanitário e polo industrial de Manaus pelas espécies de plantas Senna multijuga, Schizolobium amazonicum e Caesalpinia echinata.** Manaus, 2008. 100 folhas. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, 2008.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, V.; KORICHEVA, J.; DUARTE, S.; NIYOGI, D.K; GUÉROLD, F. **Effects of anthropogenic heavy metal contamination on litter decomposition in streams – A meta-analysis.** Environmental Pollution, v. 210, p. 261-270, 2016.

FONSECA, B.; FIGUEIREDO, J.R.; QUEIROZ, R.A.; TAVARES, T. **Mobility of Cr, Pb, Cd, Cu and Zn in a loamy sand soil: A comparative study.** Geoderma, v. 164, p. 232-237, 2011.

FÖRSTNER, U; MÜLLER, G. **Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in river sediments: geochemical background, man’s influence and environmental impact.** Geojournal, v. 5, n. 5, p. 417-432, 1981.

GOOGLE. **Google Earth. Versão 7.3.0.3832.** Disponível em: <<https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 10 mai 2017.

HAKANSON, L. **An ecological risk index for aquatic pollution control – A sedimentological approach.** Water Research, v. 14, p. 975-1001, 1980.

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual internacional da fertilidade do solo.** Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2. ed. ampliada e revisada. Piracicaba: POTAFOS. 1998. 177p.

JÚNIOR, M.B; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.F.G.R.; DUSSIN, T.M.; ABRAHÃO, W.A. PEREIRA **Valores de referência local e avaliação da contaminação por zinco em solos adjacentes a áreas mineradas no município de Vazante-MG.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 2883-2893, 2008.

KJELDSEN, P.; BARLAZ, S.S.; ROOKER, A.P.; BAUN, A.; LEDIN, A.; CHRISTENSEN, T. **Present and long term composition of MSW landfill leachate: a review.** Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 32, p. 297– 336, 2002.

MARQUES, R.F.P.V. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais**. Lavras, 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, 2011.

MERLINO, L.C.S.; MELO, W.J.; MACEDO, F.G.; GUEDES, A.C.T.P.; RIBEIRO, M.H.; MELO, V.P.; MELO, G.M.P. **Bário, cádmio, cromo e chumbo em plantas de milho e em latossolo após aplicações anuais de lodo de esgoto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 2031-2039, 2010.

MORAES, C.L. **Caracterização do passivo ambiental lixão desativado do município de Lages-SC**. Lages, 2014. 160 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014.

MOREIRA, D.A. **Remoção de metais pesados do percolado de aterro sanitário usando resíduos sólidos urbanos e de construção civil**. Viçosa, 2008. 95 folhas. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 2008.

NAGASHIMA, L.A.; JÚNIOR, C.B.; SILVA, C.A.; FUJIMURA, A.S. **Avaliação dos níveis de metais pesados em efluente líquido percolado do aterro sanitário de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil**. Acta Sectarium. Health Sciences, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2009.

OLIVEIRA, F.J.S.; JUCÁ, J.F.T. **Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n. 3, p. 211-217, 2004.

OLIVEIRA, S.; PASCAL, A. **Avaliação de parâmetros indicadores de poluição por efluente líquido de um aterro sanitário**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n. 3, p. 240-249, 2004.

RENOU, S.; GIVAUDAN, J.G.; POULAIN, S.; DIRASSOUYAN, F.; MOULIN, P. **Landfill leachate treatment: review and opportunity**. Journal of Hazardous Materials, v. 150, p. 468–493, 2008.

RIGUETTI, P.F.; CARDOSO, A.L.; CAVALHEIRO, A.A.; LENZI, E.; FIORUCCI, A.R.; SILVA, M.S. **Manganês, zinco, cádmio, chumbo, mercúrio e crômio no chorume de aterro sanitário em Dourados, MS, Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 10, n. 1, p. 153-163, 2015.

ROLDAN, L.F.; MACHADO, R.; SEINER, S.S.; WARREN, L.V. **Análise de Lineamentos Estruturais no Domo de Lages (SC) com uso de Imagens de Satélite e Mapas de Relevo Sombreado**. Revista Geologia USP, Série Científica, v. 10, n. 2, p. 57-72, 2010.

RONQUIM, C.C. **Conceito de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2017.

SABIÁ, R.J.; SILVA, L.D.; BARROS, G.D.T.; SANTOS, Y.T.C.; JÚNIOR, F.A.V.S.; LIMA, A.F.O. **Contaminação da bacia do rio Salgado por influência do chorume e possível tratamento através de biosorventes**. Caderno de Cultura e Ciência, v. 14, n.1, p. 174-186, 2015.

SOLOMONS, W.; FÖRSTNER, U. **Metals in the hydrocycle**. Berlim, Springer Verlag, 1984.

ZANELLO, S. **Caracterização mineralógica e avaliação dos teores Cr, Ni, Cu, Zn e Pb dos solos do entorno do aterro sanitário da Cachimba em Curitiba (PR)**. Curitiba, 2006. 102 folhas. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, 2006.

## GEOTECNOLOGIAS LIVRES E GRATUITAS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

### **Guilherme Henrique Cavazzana**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Daniel Pache Silva**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Fernanda Pereira Pinto**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Vinícius de Oliveira Ribeiro**

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul -  
UEMS  
Dourados/MS

**RESUMO:** O processo de urbanização desordenada ocorrente em bacias hidrográficas urbanizadas promove o aumento da vazão de escoamento superficial e a redução da taxa de permeabilidade do solo, causando enchentes que afetam diretamente a população; não diferente ao cenário enfrentado pela bacia hidrográfica do córrego Segredo, Campo Grande/MS. Para o conhecimento da dinâmica de uma bacia hidrográfica, as geotecnologias são ferramentas que possibilitam o processamento de um conjunto de dados

espaciais e a modelagem de cenários, utilizando de softwares livres baseados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) e imagens gratuitas, possibilitando a caracterização do uso e ocupação do solo e do sistema de drenagem urbana, bem como a delimitação e a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do processo de impermeabilização do solo sobre o escoamento superficial em 4 cenários diferentes de ocupação: (i) sem a ocupação atual, (ii) ocupação atual, (iii) com a aplicação do sistema de drenagem urbana sustentável em 50% dos lotes impermeáveis, e (iv) com a aplicação do sistema de drenagem urbana sustentável em 100% dos lotes impermeáveis; por meio de geotecnologias livres e gratuitas. A partir dos valores de vazão de pico e do volume de escoamento resultantes para cada cenário proposto, concluiu-se a necessidade de planejamento adequado com a implantação de medidas sustentáveis de drenagem urbana visando, principalmente, a redução do volume de escoamento superficial e o aumento da taxa de infiltração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Método Racional Modificado; Plano Diretor de Drenagem Urbana; Planejamento e Gerenciamento de Bacia Hidrográfica.

**ABSTRACT:** The disordered urbanization

process occurring in urbanized watersheds promotes the runoff increase and the reduction of the soil permeability rate, causing floods that directly affect the population; not unlike the scenario faced by the Segredo stream watershed, in Campo Grande/MS. For the knowledge of the watershed dynamics, Geotechnologies are tools that allow the processing of a spatial data set and scenario modeling, using free software based on the Geographic Information System (GIS) and free satellite images; making possible the characterization of the soil use and occupation and the urban drainage system, as well as the delimitation and physiographic characterization of the watersheds. Thus, this work had as objective to evaluate the influence of the soil waterproofing process on the runoff in 4 different scenarios of occupation: (i) without current occupation; (ii) current occupation; (iii) with the application of the sustainable urban drainage system in 50% of the impermeable lots; and (iv) with the application of the sustainable urban drainage system in 100% of the impermeable lots; through free and free Geotechnologies. From the peak flow values and the resulting flow volume for each proposed scenario, concluded that there is a need for adequate planning with the implementation of urban drainage sustainable measures aiming, mainly, to reduce the runoff volume and increased infiltration rate.

**KEYWORDS:** Modified Rational Method; Urban Drainage Master Plan; Watershed Planning and Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em cenário de crescente urbanização e de disponibilidade hídrica limitada, afetada pela poluição das fontes naturais existentes, os recursos hidrológicos têm se tornado assunto principal em debates sobre desenvolvimento sustentável e conservação da vida no planeta. A partir dessa preocupação, ocasionou-se o desenvolvimento de uma sucessão de instrumentos para gestão de recursos hídricos.

No Brasil é definida pela Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, a bacia hidrográfica como a unidade de planejamento e de gestão de recursos hídricos, contanto que, toda utilização da água e do solo à montante influencia diretamente nas condições de preservação e do uso dos recursos hidrológicos à jusante (BRASIL, 1997).

A associação do desenvolvimento urbano e da drenagem urbana estão estreitamente ligadas, ambos se afetando mutuamente. O constante avanço urbano provoca alteração no uso e utilização do solo, causando mudanças no sistema de drenagem natural e modificando o ciclo hidrológico local. A supressão vegetal e a impermeabilização de regiões intensificam o volume e a velocidade das águas pluviais que escoam, definindo novos caminhos para o escoamento superficial.

Partindo dessa circunstância, a urbanização sem gestão ou de maneira desordenada frequentemente aumenta as ocorrências de problemas ambientais dos recursos hídricos, como eventos de enchentes e inundações, que afetam o perímetro urbano e a sua população, modificando os padrões de drenagem; caso recorrente na



Bacia Hidrográfica do córrego Segredo em Campo Grande/MS.

Como alternativa de implementação da drenagem urbana surgiu uma concepção que visa a compensação das alterações do crescimento urbano no ciclo hidrológico de maneira sustentável e através de medidas de controle na fonte geradora, assim formalizando o conceito de sistema de drenagem urbana sustentável (SUDS), tornando as bacias hidrográficas unidade básicas de projeto e de planejamento de drenagem de forma integrada, com características socioambiental e de crescimento urbano (BAHIENSE, 2013).

A geociência possibilita utilização de ferramentas de geotecnologias livres: Cartografia, sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando a delimitação, a caracterização e a avaliação de bacias hidrográficas através dos modelos digitais de elevação (MDE) (FARR et al, 2011).

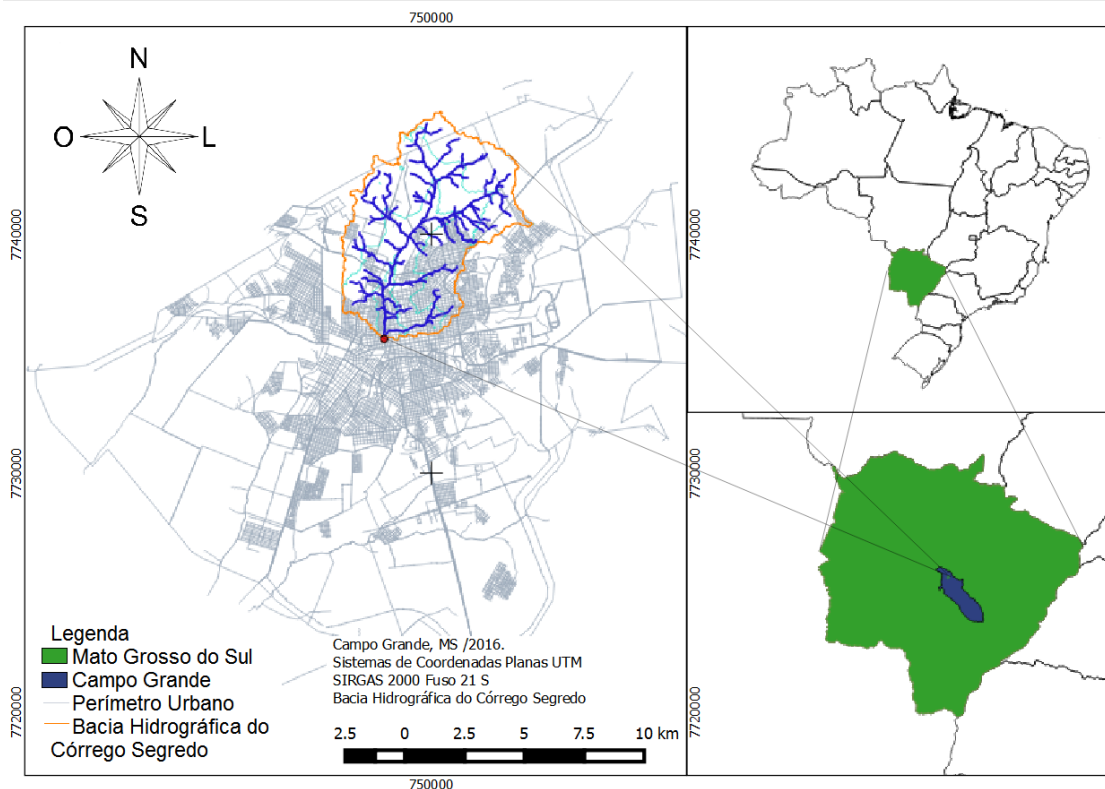
Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de SUDS para fins de redução de escoamento superficial da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo do município de Campo Grande/MS, a partir do uso de geotecnologias livres e gratuitas, em 4 cenários distintos de aplicação das alternativas sustentáveis de drenagem urbana.

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área de Estudo**

O estudo foi desenvolvido na área da bacia hidrográfica do córrego Segredo, localiza-se na região norte do município de Campo Grande/MS, no paralelo 20°25'12,47" de latitude Sul e no meridiano 54°36'30,81" de longitude Oeste; caracterizada por elevada densidade populacional (Figura 1).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é o tropical quente e único (Aw), cujas temperaturas anuais média mínima é de 24°C e 15°C, respectivamente. A hidrografia é da bacia hidrográfica do córrego Segredo é composta pelos córregos Maracajú (canalizado), Cascudo e Segredo; incluindo o Parque Estadual das Nascentes do Segredo (CAMPO GRANDE, 2015).



**Figura 1:** Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo, em Campo Grande/MS.

Segundo a Carta Geotécnica de Campo Grande, (Figura 13), a Bacia Hidrográfica do córrego Segredo está localizada na Unidade Homogênea I, cuja litologia é caracterizada por basalto e arenito intertrapeados da Formação Serra Geral; a pedologia é caracterizada pelo Latossolo vermelho escuro de textura média; pelo Latossolo vermelho escuro de textura argilosa; pelo Latossolo roxo; e pela Terra roxa estruturada porosa. A alteração de rocha ocorre entre 1 e 10m de profundidade, apresentando silte argiloso, com possibilidade de ocorrência de blocos e fragmentos de rochas; apresenta baixa a média susceptibilidade à erosão e permeabilidade do solo; nível d'água variando de 4 a 7 m (CAMPO GRANDE, 1991).

## 2.2 Aquisição de Dados

Neste estudo foi utilizado o MDE (Modelos Digitais de Elevação) da imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* – Missão Topográfica Radar Shuttle), imageada em julho de 2016 e disponibilizado pela homepage *Earth Explore* (USGS, 2016); bem como a imagem CBERS-4 (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), do instrumento imageador PAN10M (multiespectral e pancromática, cujas resoluções espaciais são, respectivamente, de 30 e de 10 metros), representados pelas bandas 3, 4 e 2, órbita-ponto 164/123, imageada em março 2016 e disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016); as imagens foram reprojatadas para o *Datum* UTM SIRGAS 2000, fuso 21S.

Os dados vetoriais do cadastro das vias, dos alinhamentos prediais, dos limites de lotes foram disponibilizados pela SEMADUR (Secretaria Municipal de Meio Ambiental

e Desenvolvimento Urbano de Campo Grande), os quais foram utilizados como base para a delimitação da área de estudo.

## 2.3 Delimitação da Área de Contribuição

A delimitação automática supervisionada da área de contribuição da bacia hidrográfica do córrego Segredo a partir do MDS foi realizado com o software QGis, versão 2.8.8, utilizando o algoritmo de modelagem hidráulica TauDEM versão 5.1.2, seguindo de 5 etapas de processamento: (i) remoção de depressões (*Pit Remove*); (ii) direção de fluxo (*D8 Flow Directions*); (iii) área de contribuição (*D8 Contributing Area*); (iv) rede de drenagem (*Stream Definition by Threshold*); e (v) delimitação pelo exutório (*Stream Reach and Watershed*) (Figura 2).

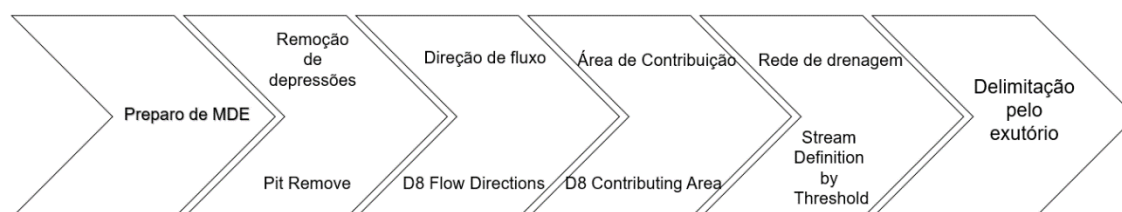


Figura 2: Fluxograma das etapas de delimitação de área de contribuição.

## 2.4 Obtenção das Áreas Impermeáveis e Permeáveis

As áreas impermeáveis e permeáveis foram classificadas segundo o método automático supervisionado orientado ao objeto, utilizando o QGis, versão 2.8.8, a partir da imagem CBERS-4, composição falsa-cor RGB 342, seguindo 3 procedimentos: (i) classificação e poligonização das categorias de impermeabilização do solo; (ii) avaliação e correção dos polígonos classificados inadequadamente; e (iii) elaboração do mapa temático de áreas permeáveis e impermeáveis.

Os critérios para a classificação do uso e ocupação do solo em 2 categoriais, consistiram: (i) áreas impermeáveis: lotes com habitação ou área de vizinhança, classificado como espaços já edificados, áreas concretadas ou pavimentadas; (ii) áreas permeáveis: áreas verdes (gramados, áreas de vegetação natural, reflorestamento, culturas e pastos) ou residências isoladas (área construída inferior a 50% da área total).

## 2.5 Coeficientes de Runoff

O coeficiente de runoff foi obtido através do critério de *Fruhling*, adotado pela Prefeitura de São Paulo, o qual considera as características de zonas e ocupação, segundo a Tabela 1 (WILKEN, 1978). Assim, fez-se necessária a aplicação da equação da média ponderada por área (Equação 1) para a obtenção do coeficiente de runoff para cada um dos 4 cenários de uso e ocupação do solo propostos na realização deste trabalho.

Zonas	C
Edificações muito densas: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas construídas de uma cidade com ruas e calçadas 0,70 - 0,95 pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificações não muito densas: parte adjacente ao centro, de menor densidade de habitantes, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: partes residenciais com construções cerradas e ruas pavimentadas	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25
Matas, parques e campo de esportes: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 - 0,20

**Tabela 1:** Coeficiente de runoff.

Fonte: Wilken, 1978.

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3+\dots+Ci.Ai}{A1+A2+A3+\dots+Ai} \quad (1)$$

onde:  $C$  é o coeficiente de runoff ponderado; representa o coeficiente de runoff da  $i$ -ésima área  $Ai$ .

## 2.6 Intensidade da Precipitação

A precipitação máxima pontual foi obtida a partir da curva de intensidade-duração-frequência (IDF) de Campo Grande/MS (Equação 2), proposta pelo Plano Diretor Drenagem Urbana (CAMPO GRANDE, 2015).

$$I = \frac{1973,15 \times Tr^{0,178}}{(t+22)^{0,8577}} \quad (2)$$

onde:  $I$  é a intensidade da precipitação em  $mm.h^{-1}$ ;  $Tr$  ; é o período de retorno em anos; e  $t$  é a duração da chuva em minutos.

Como o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PPDrU) recomenda que o período de retorno seja de no mínimo 10 anos (CAMPO GRANDE, 2015), foram avaliadas precipitações de 10, 15, 20 e 25 anos, bem como, seu potencial ocasionador de inundações. Quanto ao período de duração da precipitação, o PPDrU recomenda a utilização de 60 minutos, o qual foi aplicado neste trabalho.

Por sua vez, o tempo de concentração foi determinado a partir da Equação de McCuen, indicado pelo PPDrU, conforme Equação 3.

$$tc = 135.I^{-0,7164} . L^{0,5552} . S^{-0,2070} \quad (3)$$

onde:  $tc$  é o tempo de concentração em minutos;  $I$  é a intensidade de precipitação em  $mm.h^{-1}$ ;  $L$ ; é o comprimento do talvegue em  $km$ ; e  $S$  é a declividade média da bacia hidrográfica em  $m.m^{-1}$  .

## 2.7 Precipitação Excedente

Para o cálculo da precipitação excedente foi utilizado o Método Racional Modificado (Equação 4), o qual possibilita a correção da vazão de pico gerada, durante um evento chuvoso, em função da área de contribuição a partir do coeficiente de retardo ( $\varphi$ ), proposto por Euclides (1987).

$$Qp = \frac{C.I.A}{360} \cdot \varphi \quad (4)$$

onde:  $Qp$  é a vazão de pico em  $m^3 \cdot s^{-1}$ ;  $C$  é o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*);  $I$  é a intensidade da chuva em  $mm \cdot h^{-1}$ ;  $A$  é a área da bacia em há; e  $\varphi$  é o coeficiente de retardo (Equação 5).

$$\varphi = 0,278 - 0,00034 \cdot S \quad (5)$$

onde:  $S$  é a área da bacia em  $km^2$ .

## 2.8 Hidrograma

O hidrograma propõe quantificar o escoamento superficial para uma intensidade da precipitação, em função do tempo de duração da precipitação, do tempo de concentração da bacia hidrográfica (CANHOLI, 2015; TOMAZ, 2011). A vazão de pico ( $Qp$ ) foi obtida pelo método racional modificado (Equação 4) e o volume de escoamento superficial através da área do hidrogramas aplicando a Equação 6.

$$Vesc = [tempo\ total + (tempo\ total - tempo\ de\ concentração)] \cdot \frac{Qp}{2} \quad (6)$$

onde:  $Vesc$  é o volume do escoamento superficial em ; e  $Qp$  é a vazão de pico em  $m^3 \cdot s^{-1}$ ; sendo as unidades dos tempos ajustadas para segundos.

## 2.9 Cenários de Uso e Ocupação

A proposição de cenários de uso e ocupação do solo foi realizado com a finalidade de quantificar o escoamento superficial gerado pela situação atual e pelas projeções de aplicação, e não, de sistemas de drenagem urbana sustentáveis, comparando as vazões máximas geradas, a partir de distintas taxas de impermeabilização do solo e de períodos de retorno, e, assim, obtendo os volumes de escoamento superficial de cada cenário.

Foram propostos 4 Cenários de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo, conforme as descrições:

- Cenário 1: Sem Ocupação. Foi considerada a ocupação sem a urbanização, adotando o coeficiente de escoamento de áreas verdes, rurais e arborizadas, com a finalidade de obter a vazão de pico sem a influência antrópica, a qual representou o objetivo a ser atingido com a implantação dos SUDS.
- Cenário 2: Ocupação Atual. Por considerar o uso e ocupação atual do solo, o resultado de vazão de pico representou o efeito antrópico da urbanização



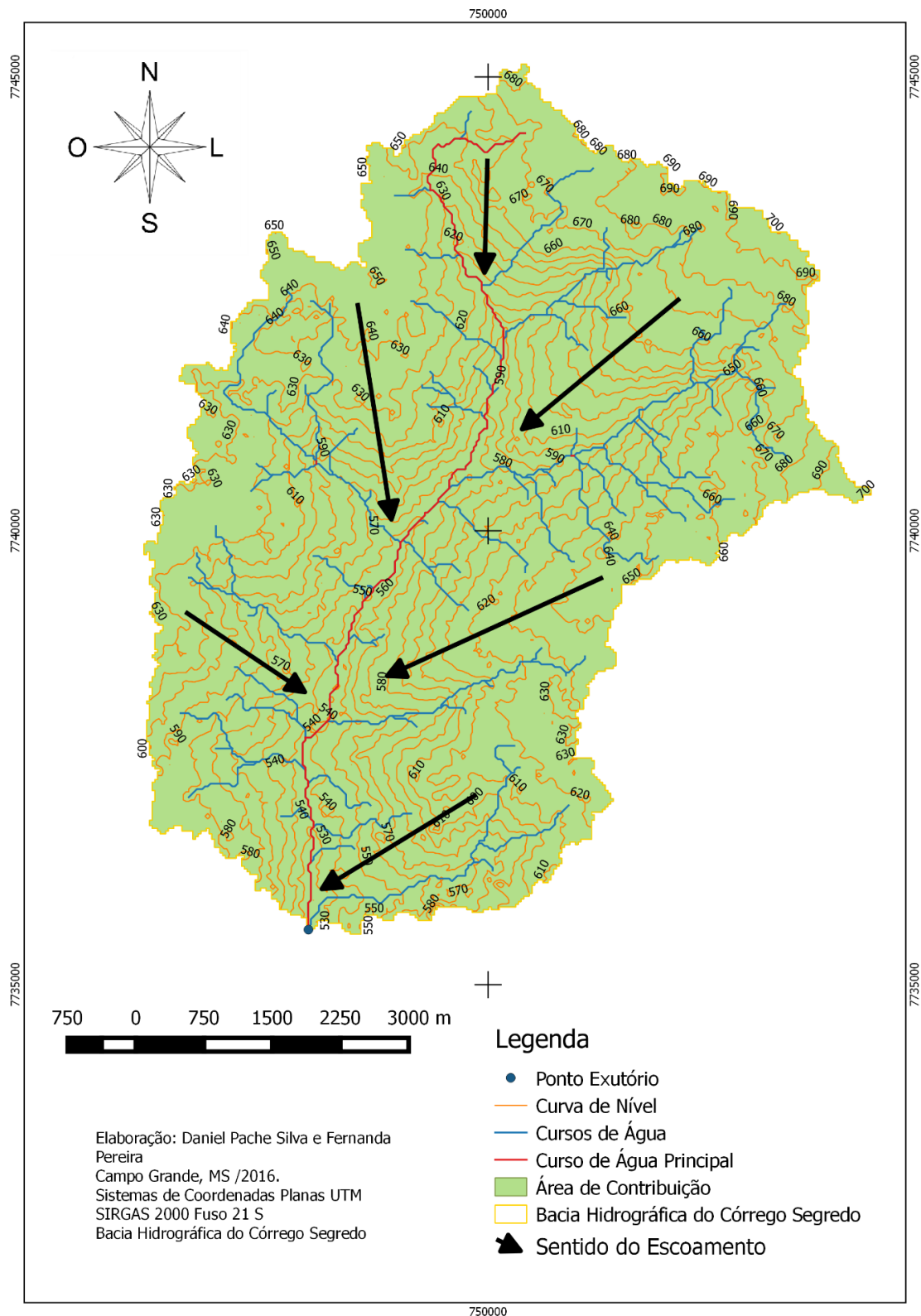
no acréscimo da vazão de pico; sendo quantificadas as áreas permeáveis, impermeáveis e pavimentadas, consideração a taxa de permeabilidade mínima dos lotes ocupados de 12,5%, valor estabelecida pela Lei Complementar nº 74/2005 (CAMPO GRANDE, 2005).

- Cenário 3: Sustentável 1 – 50%. Neste cenário foi calculada a vazão de pico que seria gerada caso 50% das áreas impermeáveis fossem submetidas a aplicação de SUDS e a taxa de permeabilidade de uso e ocupação do solo de 12,5%, determinada pela Lei Complementar nº 74/2005; alterando o coeficiente de runoff de edificações muito densas para edificações com muitas superfícies livres, sendo as alternativas sustentáveis propostas: controle de cobertura vegetal, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis, telhado verde, aproveitamento de águas pluviais e jardins de chuva.
- Cenário 4: Sustentável 2 – 100%. Por fim, considerou que toda a bacia hidrográfica fosse submetida a aplicação de SUDS, segundo os mesmos critérios apresentados no Cenário 3.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Características Fisiográficas

A área total drenada pela bacia hidrográfica é de 45.549km<sup>2</sup>; o comprimento do talvegue é de 12,355km; a diferença entre as cotas altimétricas de montante e de jusante do talvegue é de 150 m; e a declividade média é de 0,00118m.m<sup>-1</sup>. A Figura 3 apresenta a área de contribuição da bacia hidrográfica, as curvas de nível, a hidrografia e os sentidos dos escoamentos superficiais.

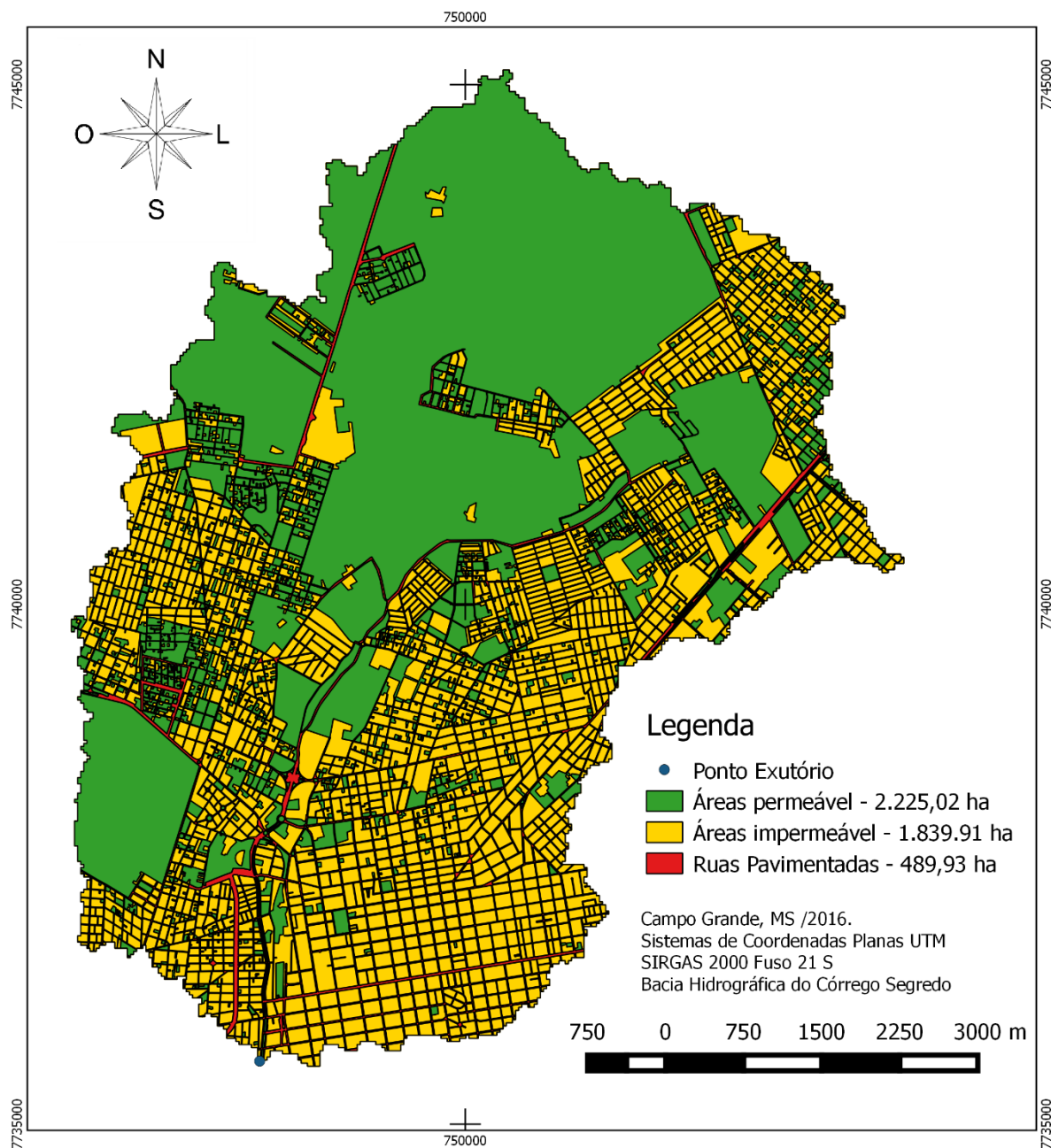


**Figura 3:** Área de contribuição, curvas de nível, hidrografia, talvegue e sentido do escoamento superficial na Bacia Hidrográfica do córrego Segredo.

O MDE da imagem SRTM apresentou melhor resolução espacial ao utilizado pelo PPDrU, pois cada pixel representa 30 metros, aprimorando a representação da fotointerpretação e incluindo uma parcela rural da bacia hidrográfica que não está inclusa no PPDrU.

### 3.2 Áreas Impermeáveis e Permeáveis e Coeficiente de Runoff

A caracterização e a poligonização das áreas permeáveis, impermeáveis e pavimentadas, obtidas a partir da utilização de geotecnologias livres e gratuitas são apresentadas, na Figura 4.



**Figura 4:** Caracterização das áreas permeáveis, impermeáveis e pavimentadas.

Pode-se observar que 51,15% da área da bacia hidrográfica encontra-se impermeabilizada devido ao crescimento urbano da região, sendo ocupada por vizinhanças (40,39%) e ruas e estradas pavimentadas (10,76%). Enquanto que as áreas permeáveis representam 48,85% da área total, sendo ocupada com gramado, solo exposto, habitações unifamiliares isoladas, pastagem e culturas.

A imagem CBERS-4 apresentou um comportamento espectral satisfatório para a classificação automática supervisionada orientada ao objeto, sendo possível a

discretização de pavimentos (vias e ruas).

A partir da caracterização do uso e ocupação do solo, foram determinados o coeficiente de runoff para cada cenário de ocupação propostos (Tabela 2), sendo corrigido os coeficientes C para cada período de retorno e, finalmente, aplicando a média ponderada.

Uso e Ocupação	C10	C15	C20	C25
<b>Cenário 1: Sem ocupação</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,23	0,24
Média ponderada	0,22	0,23	0,23	0,24
<b>Cenário 2: Ocupação atual</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,24	0,24
Vizinhanças muito densa	0,70	0,73	0,75	0,77
Asfalto	0,95	1,00	1,03	1,05
Média ponderada	0,49	0,51	0,53	0,54
<b>Cenário 3: Sustentável 1 – 50%</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,23	0,24
Vizinhanças com muita superfície livre	0,40	0,43	0,45	0,5
Vizinhanças muito densas	0,70	0,73	0,75	0,77
Asfalto	0,95	1,00	1,03	1,05
Média ponderada	0,43	0,45	0,47	0,49
<b>Cenário 4: Sustentável 2 – 100%</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,23	0,24
Vizinhanças com muita superfície livre	0,40	0,43	0,45	0,50
Asfalto	0,95	1,00	1,03	1,05
Média ponderada	0,37	0,39	0,40	0,43
Áreas permeáveis: gramado, solo exposto, habitações unifamiliares isoladas, pastagem e culturas				
C10: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 10 anos				
C15: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 15 anos				
C20: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 20 anos				
C25: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 25 anos				

**Tabela 2:** Coeficientes de Escoamentos para diferentes cenários e tempos de retorno.

### 3.3 Quantificação dos Escoamentos Superficiais

A partir da intensidade da precipitação, do coeficiente de runoff e da área de contribuição da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo, foi aplicada a fórmula do Método Racional Modificado e obtidas as vazões de pico para cada cenário de ocupação (Tabela 3).

Verificou-se que a variação ocorrida das vazões de pico entre os cenários é consequência do acréscimo da impermeabilização, as quais foram minimizadas com a aplicação dos SUDs. Quanto ao acréscimo da vazão de pico para o mesmo cenário é justificado pelo aumento do período de retorno que, diretamente afeta a intensidade da precipitação e, conseqüentemente, o escoamento superficial.

Cenários	Tempos de Retorno	C	I (mm.h <sup>-1</sup> )	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1: Sem ocupação	10	0,22	67,87	49,12	3.271
	15	0,23	72,95	55,19	3.675
	20	0,23	76,78	58,09	3.673
	25	0,24	79,89	63,07	3.988
2: Ocupação atual	10	0,49	67,87	109,64	6.952
	15	0,51	72,95	123,54	7.812
	20	0,53	76,78	134,11	8.481
	25	0,54	79,89	142,24	8.994
3: Sustentável 1 – 50%	10	0,43	67,87	96,41	5.877
	15	0,45	72,95	109,00	6.644
	20	0,47	76,78	117,58	7.167
	25	0,49	79,89	127,9	7.797
4: Sustentável 2 – 100%	10	0,37	67,87	82,88	4.973
	15	0,39	72,95	94,46	5.667
	20	0,40	76,78	102,27	6.136
	25	0,43	79,89	113,57	6.814

C: Média ponderada dos coeficientes de runoff  
I: Intensidade de precipitação  
Q: Vazão de pico  
Volume: Volume do escoamento superficial

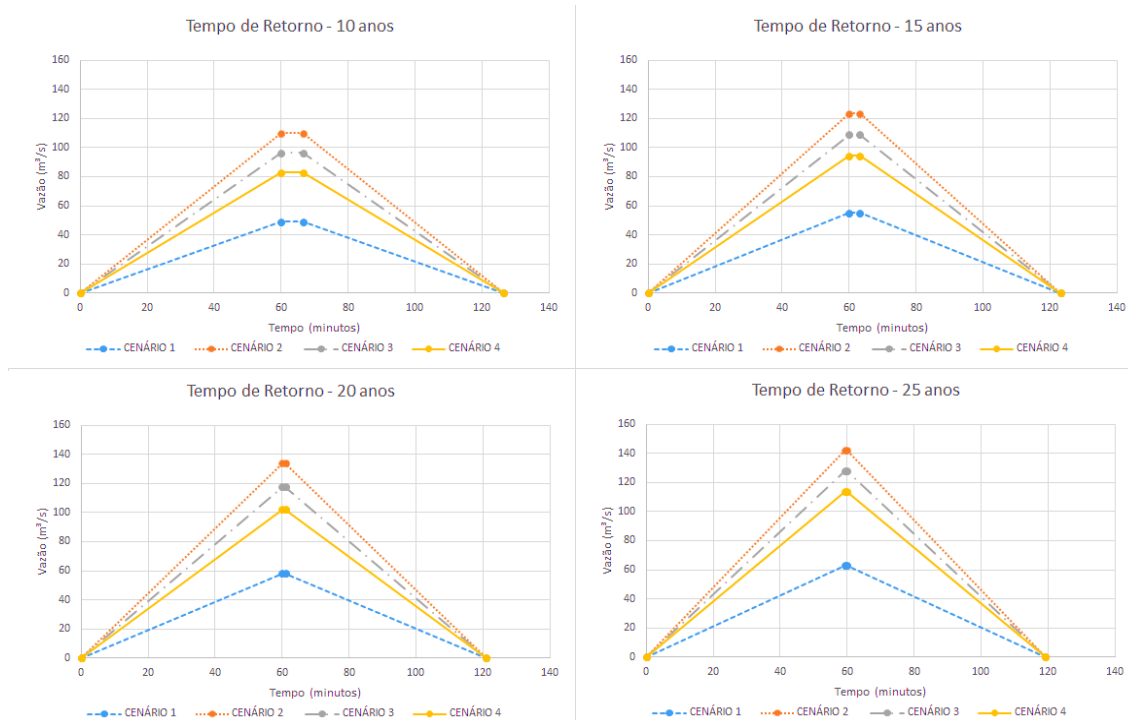
**Tabela 3:** Resultado das Equações e Método Racional Modificado.

A partir da aplicação da fórmula de McCuen, os tempos de concentração resultantes para os períodos de retorno de 10, 15, 20 e 25 anos são, respectivamente, 66,59, 63,24, 60,94, e 59,25 minutos. Como os tempos de concentração são superiores ao tempo de duração da chuva para os períodos de retorno de 10 e 15 anos, o comportamento do hidrogramas será trapezoidal; enquanto que para os períodos de retorno de 20 e 25 anos que resultaram tempo de concentração próximo ao tempo de duração da chuva, o comportamento do hidrogramas foi triangular.

A Figura 5 apresenta hidrogramas das respostas das vazões de pico para cada cenário de ocupação, em função dos períodos de retorno de 10, 15, 20 e 25 anos.

O Cenário 1, que representa a condição anterior à urbanização, apresentou os menores valores de vazões de pico e de volume escoado superficialmente, para todos os tempos de concentração em comparação aos demais cenários; justificado pela ausência de áreas impermeabilizadas a qual avançou ao longo dos anos, refletido pelos resultados do Cenário 2 que resultou em vazões de pico e volumes de escoamento superficial superiores em cerca de 215% (Tabela 3).





**Figura 5:** Hidrogramas das vazões de pico de cada cenário de ocupação para os períodos de retorno de 10, 15, 20 e 25 anos.

Já para os Cenários 3 e 4, cujas aplicações dos SUDS propostos seriam, respectivamente, em 50% e 100% da área impermeabilizada, as vazões de pico e os volumes de escoamento superficial foram reduzidas em cerca de 14% e 24%, em comparação ao Cenário 2 (atual). Todavia, em relação ao Cenário 1 (sem urbanização), as vazões de pico são superadas em 182% e 157% em relação aos Cenários Sustentáveis 1 e 2, respectivamente.

Pela caracterização geológica da área de estudo, pode-se afirmar que, além do processo de impermeabilização da bacia hidrográfica, as condições naturais do solo predominantemente argilo-siltoso contribui para o aumento do escoamento superficial, uma vez que apresenta média a baixa permeabilidade em comparação com outros tipos de solos no município de Campo Grande.

### 3.4 Análise e Comparação à outras Bacias Hidrográficas

Autores como Santos e Mamede (2013), Poletto (2011) e Miguez et al. (2012) ressaltam a importância da aplicação das medidas de SUDS por lote, com a finalidade de controlar a vazão de pico e reduzir a dependência de obras de infraestrutura estruturante e de elevados custos ao município.

Santos (2010) realizou um estudo em 9 Bacias Hidrográficas no Estado do Espírito Santo, avaliando diferentes métodos de estimação de vazões de pico, entre eles os Métodos Racional e Racional Modificado. O método Racional Modificado apresentou valores estimados mais próximo aos valores obtidos pelas distribuições probabilísticas (Tabela 8), por considerar o fator de retardamento em relação ao método racional.

Estações Fluviométricas	Bacia Hidrográficas	A (km <sup>2</sup> )	t (min)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .km <sup>-2</sup> )
Afonso Cláudio - Montante	Doce	466	55,22	242,11	0,52
Fazenda Lajinha	Itapemirim	436	55,61	347,82	0,80
Guaçuí	Itabapoana	413	64,1	219,98	0,53
Iconha Montante	Rio Novo	148	77,58	246,26	1,66
Matilde	Benevente	210	60,95	163,13	0,78
Mimoso do Sul	Itabapoana	369	67,98	222,67	0,60
Pau D'Alho (rio Novo)	Rio Novo	304	70,56	137,53	0,45
Usina Fortaleza	Itapemirim	223	59,24	185,84	0,83
Valsugana Velha Montante	Reis Magos	82,8	65,97	104,33	1,26

A: Área de contribuição

t: tempo de duração da chuva

Q<sub>p</sub>: vazão de pico

q<sub>p</sub>: vazão de pico unitária

**Tabela 8:** Resultados obtidos por Santos (2010), para Bacias Hidrográficas localizadas no Estado do Espírito Santo.

Comparando os resultados obtidos na Bacia Hidrográfica do córrego Segredo, observou-se que o resultado de vazão de unitária resultante do Cenário 2 (ocupação atual) para o tempo de retorno de 10 anos, é de 2,41 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>, valor superior às vazões obtidas por Santos (2010), que podem ser justificadas pelas maiores extensões e, conseqüentemente, maior capacidade de retardo entre a ocorrência do evento pluviométrico e a resposta à vazão de pico.

As metodologias livres e gratuitas, de fácil aquisição pelo poder público e pela comunidade acadêmica, utilizada nesta pesquisa permitiu avaliar os impactos do uso e ocupação do solo na resposta hidrológica da bacia, sendo que tais metodologias podem ser, então, aplicadas para a avaliação, para o dimensionando e para o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas frente à minimização da ocorrência ou dos danos causados por eventos de enchentes em bacias hidrográficas urbanizadas.

O Método Racional Modificado apresentou facilidades de cálculo, evitando superestimar vazões máximas, causado normalmente pelo Método Racional quando aplicado em bacias hidrográficas com áreas de contribuição superiores à 5km<sup>2</sup>.

Como ressaltado nesse estudo e também por Estrabis e Lima (2014), apenas a aplicação da taxa mínima de 12,5% de área permeável por lote no Município de Campo Grande/MS, segundo a Lei Complementar n° 74/2005, não é suficiente para reduzir o volume de escoamento superficial a ponto de serem evitados os eventos de enchentes.

Segundo Estrabis e Lima (2014), cuja área de estudo consistiu em uma Sub-Bacia de 2,11km<sup>2</sup> do córrego Segredo, resultou em volume de escoamento superficial de cerca de 1.952m<sup>3</sup> e 2.884m<sup>3</sup>, para o cenário de ocupação atual, e período de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente. Observou-se que a diferença do volume de escoamento encontrado no presente trabalho resultantes dos Cenários 3 e 4, podem

ser comparados aos volumes de escoamento da Sub-Bacia pesquisada por Estrabis e Lima (2014), em que propôs que a taxa de permeabilidade seja de 30%, evidenciando a eficiência das técnicas de SUDS.

## 4 | CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento desta pesquisa, foi possível concluir:

- O sistema de drenagem da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo não suporta o acréscimo das vazões e dos volumes de escoamento superficial devido ao acelerado processo de urbanização e de adensamento das áreas edificadas e pavimentadas, e à redução das áreas permeáveis.
- A taxa de permeabilidade de 12,5% em cada lote não é suficiente para minimizar a vazão de pico e o volume de escoamento superficial.
- Devido ao nível atual de urbanização, houve a duplicação da vazão de pico em consequência da impermeabilização do solo.
- A implantação de medidas de SUDS é capaz de reduzir em 15% e em 26% a vazão de pico se aplicada, respectivamente, em 50% e 100% das áreas impermeáveis.
- Devido a área impermeabilizada ocupar cerca de 51,15% da área total da bacia hidrográfica, há a tendência da vazão de pico e do volume de escoamento superior elevar, uma vez que o processo de urbanização tenderá a ocorrer, sendo evidente a necessidade de integração de medidas de SUDS na drenagem urbana da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo.
- Os métodos e as ferramentas de baixos custos utilizados podem ser replicados em futuros estudos e pesquisas, bem como auxiliar no planejamento e gerenciamento da bacia hidrográfica, ainda, na atualização do PDDrU.
- Por fim, visando o crescimento de forma sustentável de bacias hidrográficas urbanas em função dos fatores hidrológicos, a presente pesquisa confirma a possibilidade de redução da vazão de pico e do volume de escoamento superficial a partir da implantação de SUDS, compensando a ocupação urbana sobre a condição natural, na redução de enchentes urbana.

## REFERÊNCIAS

BAHIENSE, J. M. **Avaliação de Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana Baseadas no Conceito de Desenvolvimento de Baixo Impacto, com o apoio de Modelagem Matemática.** Dissertação (Mestrado), UFRJ/Coppe/Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro. 135p. 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997.** “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001 de 13 de março de 1.990, que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989. Data da legislação: 08/01/1997 – Publicação DOU: em 09 de janeiro de 1997. 1997.

- CAMPO GRANDE. **Carta Geotécnica**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – PLANURB, Campo Grande, 1991.
- CAMPO GRANDE. **Lei Complementar Nº 74**. Diário Oficial de Campo Grande, Campo Grande, 1991.
- CAMPO GRANDE. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – PLANURB, Campo Grande, 2015.
- CAMPO GRANDE. **SISGRAN – Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande - MS**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – PLANURB, Campo Grande, 2016.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 382 p, 2015.
- ESTRABIS, N. V; LIMA, R. C. da S. **Análise do Escoamento Superficial em uma Sub-bacia do Córrego Segredo em Campo Grande/MS**. Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco, 2014.
- EUCLYDES, H. P. **Atenuação de Cheias: metodologia e projeto**. In: Saneamento Agrícola, Belo Horizonte: Rural Minas, 320 p, 1987.
- FARR, T. G.; ROSEN, P. A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R.; HENSLEY, S.; KOBRICK, M.; PALLER, M.; RODRIGUEZ, E.; ROTH, L.; SEAL, D.; SHAFFER, S.; SHIMADA, J.; UMLAND, J.; WERNER, M.; OSKIN, M.; BURBANK, D.; ALSDORF, D. **The Shuttle Radar Topography Mission**. Revista Geophys, n. 45. RG2004, doi:10.1029/2005RG000183. 33 p. 2011.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens CBERS**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 30 de março de 2016.
- MIGUEZ, M. G., VERÓL, A. P., CARNEIRO, P. R. F. **Sustainable Drainage Systems: An Integrated Approach, Combining Hydraulic Engineering Design, Urban Land Control and River Revitalisation Aspects**. In: Drainage Systems (JAVOID, M. S., Ed.). Rijeka: InTech, 36p, 2016.
- POLETO, C. **SUDS (SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS): UMA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA**. Revista Thema, v. 8, p. 1-12, 2011.
- SANTOS, L. B; MAMEDE, B. B. **Automação em drenagem pluvial e controle de enchentes: Aproveitamento das águas nos grandes centros urbanos**. Anap. Tupã, v 9, N 2, p 457-475, 2013.
- SANTOS, L. C. C. **Estimativa de vazões máximas de projeto por métodos determinísticos e probabilísticos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 172p, 2010.
- TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. 2. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011.
- USGS - UNITED SERVICE GEOLOGICAL SURVEY. **SRTM Image**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 30 março de 2016.
- WILKEN, P.S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, CETESB. 477p, 1978.

## GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE *Peltophorum dubium* SPRENG. CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

### **Elisa Regina da Silva**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira. Jerônimo Monteiro - ES

### **Kelly Nery Bigli**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira. Jerônimo Monteiro - ES

### **Ingridh Medeiros Simões**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira. Jerônimo Monteiro – ES

### **Maricélia Moreira dos Santos**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira. Jerônimo Monteiro – ES

### **José Carlos Lopes**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Produção Vegetal. Alegre – ES

### **Rodrigo Sobreira Alexandre**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira. Jerônimo Monteiro - ES

**RESUMO:** Dentre as espécies arbóreas nativas do Brasil indicadas a reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas, destaca-se *Peltophorum dubium* Spreng., porém, assim como a maioria das leguminosas, a semente desta espécie apresenta resistência tegumentar

à absorção de água. A dormência das sementes, a composição do substrato e o local da semente no substrato são fatores que exercem influência na germinação e crescimento de mudas. Desta forma, objetivou-se analisar a influência da escarificação e de diferentes substratos na germinação de sementes e emergência de plântulas da canafístula. Para isso foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (sementes: intactas e escarificadas x substratos: rolo de papel, sobre papel, entre papel, sobre vermiculita e entre vermiculita), cada tratamento com quatro repetições de 25 sementes cada. O experimento foi conduzido em câmaras tipo BOD reguladas a 25 °C por 26 dias, no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal Espírito Santo. Diariamente foram contadas a germinação e emergência, com o intuito de obter a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e índice de velocidade de emergência, as médias obtidas foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Sementes escarificadas foram estatisticamente superiores às intactas, apresentando maiores porcentagens de germinação, IVG e IVE. Nas sementes escarificadas, o substrato que proporcionou maior germinação e índice de velocidade de germinação foi o rolo de papel, seguido do



sobre vermiculita, sobre papel e entre papel.

**PALAVRAS-CHAVE:** Canafístula; escarificação; substrato, germinação.

**ABSTRACT:** Among Brazilian native trees species indicated for reforestation and recovery of degraded areas, stands out *Peltophorum dubium* Spreng, but, like most of leguminous plants, the seed of this species presents tegument resistance to water absorption. Seed dormancy, substrate composition and seed location on the substrate are factors that influence seed germination and growth. The objective of this study was to analyze the influence of scarification and different substrates on seed germination and seedling emergence of canafístula. For this, a completely randomized design was used in a 2x5 factorial scheme (seeds: intact and scarified x substrates: paper roll, on paper, between paper sheets, on vermiculite and between vermiculite), each treatment with four replicates of 25 seeds each. The experiment was conducted in BOD incubator at 25 ° C for 26 days in the Laboratory of Forest Seeds of the Forest and Wood Sciences Department of the Federal University of Espírito Santo. Germination and emergence were counted daily, in order to obtain germination percentage, germination rate index and emergency speed index, the averages obtained were compared using the Tukey test at 5% of probability. Scarified seeds were statistically superior to intact, presenting higher percentages of germination, GRI and ESI. In scarified seeds, the substrate that provided the highest germination and germination speed index was the paper roll, followed by on vermiculite, on paper and between paper sheets.

**KEYWORDS:** Canafístula; scarification; substrate, germination.

## 1 | INTRODUÇÃO

É crescente o interesse em espécies florestais nativas para a recuperação de áreas degradadas, reflorestamentos ou arborização urbana, o que consequentemente vem associado à necessidade de informações básicas sobre as características de germinação e emergência dessas plantas, assim como os processos envolvidos (RIBEIRO-OLIVEIRA; RANAL, 2014).

A canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.)) é uma espécie arbórea nativa, pertencente à família Fabaceae, caracteriza-se por ser uma planta rústica e de rápido crescimento, características desejáveis a plantas destinadas a reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas (ALVES et al., 2011). Porém, assim como a maioria das leguminosas, a canafístula apresenta resistência tegumentar à absorção de água, sendo necessário o rompimento desta barreira para absorção de água e uniformidade na germinação (MATHEUS et al., 2010).

A dormência das sementes e o substrato são dois dos vários fatores que exercem influência na germinação e desenvolvimento de mudas. Para a produção de mudas de canafístula, é necessária a quebra da dormência natural de suas sementes, ocasionada pela impermeabilidade de seu tegumento. Uma vez que a dormência

tegumentar impede a semente de iniciar a hidratação e, conseqüentemente, restringe as reações metabólicas básicas da germinação (AZEREDO et al., 2010)

A dureza tegumentar das sementes também pode ser benéfica do ponto de vista ecológico, ao considerar a adaptação das espécies ao habitat, Guimarães, Oliveira e Vieira (2006) afirmam que a dormência tegumentar, contribui para reduzir a viviparidade e contribui com a preservação in situ, na medida em que impede a germinação até que se instalem as condições ambientais propícias, reduzindo a probabilidade de extinção.

No entanto, espécies que apresentam esse mecanismo necessitam de tratamentos especiais para a superação da dormência o que pode representar aumentos no custo de produção. A dormência em sementes é atribuída usualmente a tegumentos impermeáveis e à imaturidade fisiológica ou à colheita antecipada.

O tipo de substrato influencia tanto a germinação das sementes, quanto o crescimento das mudas. Oliveira et al. (2008) relatam que o teste de germinação de canafístula pode ser realizado em substratos como o papel, na forma de rolo ou sobre papel e com areia. Os diferentes substratos variam por sua aeração e capacidade de retenção de umidade, sendo que esses fatores podem favorecer ou prejudicar a germinação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da escarificação mecânica e dos substratos no teste de germinação de sementes de canafístula.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes Florestais, do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal Espírito Santo.

As sementes de canafístula foram coletadas de uma matriz (20°47'30.1"S 41°23'37.4"W) localizada no município de Jerônimo Monteiro – ES. Depois de colhidas, as sementes foram retiradas manualmente das vagens que as envolviam e antecedendo ao teste, foi realizada a escarificação das sementes no lado **oposto ao hilo**, utilizando lixa d'água número 80.

Para a desinfestação foi utilizado álcool 70% durante um minuto para quebra da tensão superficial das sementes e posteriormente as mesmas foram imersas em hipoclorito de sódio comercial (Encopel®), na concentração de 2,0 a 2,4%, durante cinco minutos. Decorrida a desinfestação as sementes passaram por uma tríplice lavagem em água destilada.

O esquema fatorial utilizado foi um delineamento inteiramente causalizado 2 x 5, sendo utilizadas sementes intactas e sementes escarificadas, e cinco formas de substrato: Semente sobre papel (SP); Sementes entre papel (EP); Sementes em rolo de papel (RP); Sementes sobre a vermiculita (SV); Sementes entre a vermiculita (EV), cada tratamento continha quatro repetições de 25 sementes.

Com exceção do rolo de papel, todos os demais tratamentos foram realizados em caixas Gerbox, de modo que as sementes SP foram colocadas sobre duas folhas de papel Germitest®, as sementes EP foram acondicionadas sobre duas folhas de papel Germitest® e abaixo de uma, e no tratamento EV as sementes foram posicionadas a um centímetro de profundidade.

As sementes foram mantidas em câmara tipo BOD a 25°C, e a contagem foi realizada diariamente, por 26 dias. Com base na contagem, foi calculada a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE). O índice de velocidade de germinação foi obtido pela fórmula a seguir proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G_3}{N_3} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

onde:

G1, G2,... Gn = número de plântulas normais computadas na contagem.

N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura.

O índice de velocidade de emergência foi obtido pela fórmula:

$$IVE = \frac{E_1}{t_1} + \frac{E_2}{t_2} + \frac{E_3}{t_3} + \dots + \frac{E_n}{t_n}$$

onde:

E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na contagem.

N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao comparar as sementes de canafístula escarificadas com as não escarificadas (Tabela 1), fica evidente a importância deste tratamento em todos os parâmetros avaliados para esta espécie, uma vez que sementes escarificadas apresentaram valores superiores às não escarificadas.

Não foi observada diferença estatística entre os parâmetros avaliados nas sementes intactas, de modo que os substratos utilizados não interferiram na emergência e germinação das sementes. Matheus et al. (2010) afirmam que a limitada permeabilidade do tegumento interfere negativamente na germinação das sementes, pois impede a entrada de água e o metabolismo em seu interior não é ativado.

A dormência física de sementes de canafístula causada pela impermeabilidade do tegumento, também foi afirmada por Guimarães et al. (2011), que ao avaliar a curva de embebição desta espécie com sementes escarificadas e intactas, observaram que as sementes escarificadas apresentaram o padrão trifásico de absorção de água proposto por Bewley e Black (1994) chegando a 70% de umidade no final desta avaliação. Entretanto, as sementes intactas não absorveram água e apresentaram ao final do experimento o mesmo conteúdo de massa fresca inicial.

Espécies que apresentam sementes com dormência física ou tegumentar, como a avaliada, possuem alguns benefícios que podem facilitar a sua ocorrência em ecossistemas com fatores ambientais limitantes, a exemplo, altas temperaturas, luminosidade elevada e baixa disponibilidade hídrica no solo. Essas vantagens estão relacionadas, principalmente, à proteção que esses tegumentos rígidos e impermeáveis proporcionam às sementes, permitindo que o embrião esteja protegido e possa se desenvolver em condições favoráveis (MEIADO et al., 2012; BASKIN e BASKIN, 2014).

Por outro lado, essa dormência representa uma barreira ao processo de embebição que é crucial para a reidratação dos tecidos das sementes e para a reativação do metabolismo celular que ocasionarão a germinação (BASKIN e BASKIN, 2014). Como no presente trabalho, quando a dormência das sementes não é superada, a germinação não ocorre e, nesse caso, a produção de mudas ficará comprometida.

A dormência de sementes promovida pela dureza tegumentar ocorre devido à várias causas que ocorrem de formas isoladas ou combinadas, tais como a presença de cerosidade, grandes quantidades de suberina e cutina na superfície do tegumento, deposição de lignina na base celular, acúmulo de ácidos graxos intercelular da camada paliçádica, oxidação fenólica em células pigmentadas do tegumento, dentre outros (MARCOS FILHO, 2005).

Pirolí et al. (2005) observaram a influência da escarificação das sementes de canafístula na germinação, de modo a obter valores nove vezes superior quando aplicada a escarificação mecânica. No entanto, quando trabalhado com grandes quantidades de sementes, o autor indica a escarificação química, devido à demora e dificuldade na escarificação mecânica.

Substrato	IVG <sup>1</sup> e IVE <sup>2</sup>		G <sup>1</sup> e E <sup>2</sup> (%)		PC	
	Intacta	Escarificada	Intacta	Escarificada	Intacta	Escarificada
RP <sup>1</sup>	0.10 b	11.44 Aa	2 b	95 Aba	0 b	21.5 Aa
SV <sup>1</sup>	0.19 b	9.51Ba	3 b	98 Aa	0.25 b	9.25 Ba
SP <sup>1</sup>	0.15 b	9.35 Ba	2 b	97 Aba	0.25 b	10.25 Ba
EP <sup>1</sup>	0.09 b	7.03 Ca	2 b	90 Ba	0 b	5.25 BCa
EV <sup>2</sup>	0.07 b	1.79 Da	3 b	74 Ca	0 b	0 Cb

**Tabela 1-** Índice de velocidade de <sup>1</sup>germinação (IVG) e <sup>2</sup>emergência (IVE); <sup>1</sup>Germinação (%) e <sup>2</sup>emergência (%); Primeira contagem de <sup>1</sup>germinação e <sup>2</sup>emergência de sementes de *Peltophorum dubium* intactas e escarificadas sobre papel (SP), entre papel (EP), em rolo de papel (RP), sobre vermiculita (SV) e entre vermiculita (EV).

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

Nas sementes escarificadas, o maior IVG foi proporcionado pelo substrato rolo de papel, e os que promoveram maior porcentagem de germinação foram o rolo de papel (95%), sobre vermiculita (98%) e sobre papel (97%), e estes não diferiram entre si estatisticamente. Segundo Coimbra et al. (2007), a utilização de substratos acondicionados em sacolas plásticas (como no caso do rolo de papel), sem furos, permite a manutenção constante da umidade o que favorece o processo de germinação.

Na tabela 1 podemos observar que com exceção do RP, os substratos que envolvem as sementes como o EP e EV proporcionaram as menores porcentagens de germinação, 90 e 74% respectivamente. E os substratos que não envolvem as sementes, como o SV e SP promoveram maior germinação. Diferentemente do que se esperava, os substratos EP e EV por estarem em contato com toda a superfície da semente, promovem um maior contato com a água, e conseqüentemente a hidratação e ativação do metabolismo celular é mais acelerado, neste sentido a germinação e o IVG e IVE deveriam ser superiores aos demais substratos.

Apesar de ser uma espécie secundária, a canafístula possui algumas características de pioneira, tais como, se fazer presente na formação de capoeiras (CARVALHO, 2003) e ocupar principalmente as clareiras e bordas das matas devido a maior incidência de luz solar (LORENZI, 2002). Essas características podem explicar a germinação e IVG ter sido maior nos substratos SP e SV, uma vez que a luminosidade sobre as sementes nesses tratamentos é maior do que EP e EV.

Os eventos ocorridos durante a germinação sofrem influência de fatores externos como temperatura, luz, água, umidade e fatores internos como os inibidores e promotores da germinação (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972). Esta também é afetada pelo substrato de escolha, o qual deve dar suporte as sementes e fornecer condições adequadas de aeração, umidade e nutrição (FIGLIOLIA et al., 1993).

As variadas espécies têm comportamentos diferentes no seu processo de germinação. É possível observar esse fato nos trabalhos de Lima et al. (2011) e Guedes et al. (2011) que ao avaliarem a germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* e



*Myracrodruon urundeuva*, respectivamente, definiram os melhores substratos, sendo areia e vermiculita para *C. pyramidalis* e areia para *M. urundeuva*.

Esse comportamento difere dos resultados encontrados neste trabalho, em que o melhor substrato foi o papel; o mesmo foi constatado por Oliveira et al. (2008), ao compararem a germinação de canafístula em rolo de papel e sobre papel, e também observaram valores superiores ao usar o rolo de papel de forma que proporcionaram maiores porcentagens e velocidade de germinação. O mesmo autor ainda indica a utilização do rolo de papel não só por proporcionar melhor germinação, mas também por ter menor custo.

#### 4 | CONCLUSÃO

A germinação, o IVG e IVE das sementes de canafístula que passaram pelo processo de escarificação mecânica foram significativamente superiores às sementes não escarificadas, evidenciando a importância deste procedimento.

O substrato papel, na forma de rolo, proporcionou melhores condições de germinação para sementes de canafístula, alcançando maior velocidade de germinação e porcentagem de sementes germinadas.

#### REFERÊNCIAS

- ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; VIEIRA, R. M.; CARDOSO, E. A. **Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos**. Revista Ciência Agronômica, n. 42, p. 439-447, 2011.
- AZEREDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V.; MORO, F. V. **Superação de dormência de sementes de (*Piptadenia moniliformis* Benth)**. Revista Brasileira de Sementes, v. 1, n. 32, p. 49-58, 2010.
- BASKIN, C.C.; BASKIN J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**, 2 ed. Elsevier, San Diego, CA, USA, 2014. 1600 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum, 1994. 445p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Germinação de sementes**. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, p.128-166. 2000.
- COIMBRA, R.A.; TOMAZ, C.A.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J. **Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos**. Revista Brasileira de Sementes, v.29, n.1, p.92-97, 2007.
- FIGLIOLA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Análise de sementes**. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. (Ed.) Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p.137-174. 1993.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. **Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith.** Revista Árvore, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

GUIMARÃES C. C.; FARIA J. M. R.; OLIVEIRA J. M.; SILVA, E. A. A. **Avaliação da perda da tolerância à dessecação e da quantidade de dna nuclear em sementes de *Peltophorum dubium* (spreng.) taubert durante e após a germinação.** Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 2, p. 207-215, 2011.

GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, A. R. **Aspectos fisiológicos de sementes.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 40, 2006.

KRAMER, P. J; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 745. 1972.

LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. **Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* TUL.** Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 2 p. 216 - 222, 2011.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.* Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002, v.1, 368 p.

**MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MATHEUS, M. T.; GUIMARÃES, R. M.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. **Superação da dormência em sementes de duas espécies de *Erythrina*.** Revista Caatinga, v. 23, n. 3, p. 48-53, 2010.

MEIADO, M.V.; SILVA, F.F.S.; BARBOSA, D.C.A.; SIQUEIRA FILHO, J.A. **Díásporos da Caatinga: uma revisão.** In: SIQUEIRA FILHO, J.A.; LEME, E.M.C. (Org.). Flora das Caatingas do Rio São Francisco. Rio do Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio Editorial Ltda. 2012, 88 p.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. de. **Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Fabaceae.** Floresta, v. 38, n. 3, 2008.

PIROLI, E. L.; CUSTÓDIO, C. C.; ROCHA, M. R. V.; UDENAL, J. L. **Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência.** Colloquium Agrariae, v. 1, n. 1, p. 13-18, 2005.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M. A. **Brazilian forest seeds: a precarious beginning, a heady present and the future, will it be promising?.** Ciência Florestal, v. 24, n. 3, p. 771-784, 2014.

## GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE GRÃOS DE PÓLEN DE PITAIA SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO BÓRICO

### **Nathália Vállery Tostes**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Biologia  
Lavras- Minas Gerais

### **Miriã Cristina Pereira Fagundes**

Universidade Federal de São João del-Rei,  
Departamento de Ciências Agrárias  
São João del-Rei - Minas Gerais

### **José Darlan Ramos**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Agricultura  
Lavras- Minas Gerais

### **Verônica Andrade dos Santos**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Agricultura  
Lavras- Minas Gerais

### **Letícia Gabriela Ferreira de Almeida**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Agricultura  
Lavras- Minas Gerais

### **Fábio Oseias dos Reis Silva**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Agricultura  
Lavras- Minas Gerais

### **José Carlos Moraes Rufini**

Universidade Federal de São João del-Rei,  
Departamento de Ciências Agrárias  
São João del-Rei - Minas Gerais

### **Alexandre Dias da Silva**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Agricultura

Lavras- Minas Gerais

### **Iago Reinaldo Cometti**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Agricultura  
Lavras- Minas Gerais

### **Renata Amato Moreira**

Universidade Federal de Lavras, Departamento  
de Agricultura  
Lavras- Minas Gerais

**RESUMO:** A pitáia é uma frutífera originária das Américas, pertencente à família cactácea. Atualmente os seus frutos têm sido procurados não só pelo seu aspecto atrativo e sabor, mas também por possuir características organolépticas favoráveis a saúde. A análise do grão de pólen é indispensável para os trabalhos de biologia reprodutiva, e sabe-se que vários compostos influenciam a germinação de grãos de pólen *in vitro*, como por exemplo, o ácido bórico. Nesse sentido, objetivou-se determinar a concentração ideal de ácido bórico que proporciona o maior comprimento de tubo polínico em germinação *in vitro* de grãos de pólen de pitáia vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose). As flores foram ensacadas na noite anterior para evitar contaminações ou perdas. Os meios de cultura utilizados nos testes continham 6 g L<sup>-1</sup> de ágar, 100 g L<sup>-1</sup> de sacarose e com pH 6. Foram

testadas seis diferentes concentrações de ácido bórico (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L<sup>-1</sup>). Os grãos foram distribuídos sobre 20 mL de meio contido em placas de Petri. As avaliações foram realizadas após 24 horas, com auxílio de microscópio óptico. As medições foram feitas através do software Motic Image Plus. O maior comprimento do tubo polínico foi obtido com 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Hylocereus undatus*, cactácea, meio de cultura.

**ABSTRACT:** Pitaya is a fruit tree from the Americas, belonging to the Cactacea family. Currently, its fruits have been sought not only for their attractive appearance and flavor, but also for having organoleptic characteristics favorable to health. Analysis of the pollen grain is indispensable to the work of reproductive biology, and it is known that several compounds influence the germination of pollen grains *in vitro*, such as boric acid. In this sense, the objective of this study was to determine the ideal concentration of boric acid that provides the highest length of the pollen tube in *in vitro* germination of red pitaya with white flesh (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose). The flowers were bagged the night before to prevent contamination or loss. The culture media used in the tests containing 6 g L<sup>-1</sup> of agar, 100 g L<sup>-1</sup> of sucrose and pH 6. Six different concentrations of boric acid (0, 200, 400, 600, 800 and 1,000 mgL<sup>-1</sup>). The grains were distributed over 20 ml of medium contained in Petri dishes. The evaluations were conducted after 24 hours with the aid of an optical microscope. Measurements were made using Motic Image Plus software. The largest length of the pollen tube was obtained with 600 mg L<sup>-1</sup> of boric acid.

**KEYWORDS:** *Hylocereus undatus*, cactaceae, culture medium.

## 1 | INTRODUÇÃO

A pitaya vermelha com polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose) é uma das espécies de pitaya mais comercializadas e cultivadas no mundo, dentre todas as existentes. (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997; NERD; TEL-ZUR; MIZRAHI, 2002). No Brasil, a região Sudeste é a principal produtora, com produtividade média de 14 t ha<sup>-1</sup> de frutos e produção concentrada nos meses de dezembro a maio (BASTOS et al., 2006). Atualmente a procura por esta fruta tem sido cada vez maior por parte de produtores rurais e consumidores, em virtude do exotismo de sua aparência, como também por suas características organolépticas.

Pelo fato de ser uma frutífera com alta procura no mercado, faz-se necessário obter informações a respeito da palinologia da pitaya, já que essa é uma ferramenta importante para estudos e programas de melhoramento genético e trabalhos sobre a biologia reprodutiva, pois, cada grão de pólen leva consigo os materiais genéticos resultantes da recombinação (SOUZA; PEREIRA; MARTINS, 2002).

Há vários métodos que podem ser utilizados para se obter informações sobre a viabilidade polínica, e dentre eles, a germinação *in vitro* é o mais recomendado,

pois, segundo Marcellán e Camadro (1996) esta metodologia revela a condição das membranas, o verdadeiro estado das reservas e a conversão das reservas para o grão de pólen germinar. Além disso, é a técnica mais utilizada nos programas de melhoramento genético. Por esse fato, têm sido realizadas várias pesquisas a fim de estabelecer meios de cultura com compostos ideais para avaliar a viabilidade dos grãos de pólen de várias espécies (NUNES et al., 2001). O ácido bórico é um dos vários compostos inorgânicos que apresentam grande relevância na germinação *in vitro*, pelo fato de estimular o crescimento do tubo polínico e por possuir a capacidade de diminuir a probabilidade do grão de pólen se romper (CHAGAS et al., 2010; FRANZON; RASEIRA, 2006).

Neste contexto, este trabalho foi proposto com o objetivo de buscar informações que enriqueçam os dados palinológicos de pitaiá de casca vermelha e polpa branca, *Hylocereus undatus* (Haw) Britton e Rose, determinando a concentração ideal de ácido bórico que proporciona o maior comprimento de tubo polínico em germinação *in vitro* de grãos de pólen dessa espécie.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos do pólen utilizados no experimento foram de flores de pitaiá vermelha de polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose) provenientes de plantas adultas da plantação de pitaiás do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras. Os botões de pitaiá foram envoltos por sacos de papel no dia anterior a realização do experimento a fim de evitar contaminações por agentes polinizadores, assim como posteriores perdas. Os botões selecionados foram aqueles que apresentavam uma coloração branca em suas extremidades, fato que indicava a ocorrência de sua abertura na madrugada seguinte. As flores foram colhidas ainda ensacadas na manhã posterior a sua abertura e levadas ao Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Federal de Lavras, no Departamento de Agricultura, local onde foram realizados os testes de germinação polínica *in vitro*.

Foram testadas seis diferentes concentrações de ácido bórico (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L<sup>-1</sup>) em meios de cultura contendo 6 g L<sup>-1</sup> de ágar, 100 g L<sup>-1</sup> de sacarose e com pH 6. Os grãos de pólen foram distribuídos de forma homogênea sobre 20 ml de meio de cultura contido em uma placa de Petri para cada teste e ficaram incubadas a 27°C.

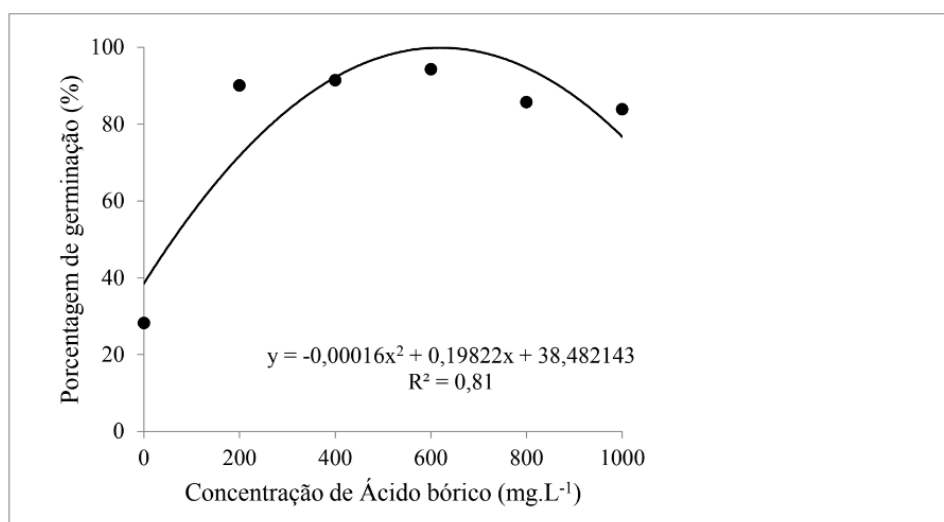
As avaliações foram realizadas após 24 horas de incubação, através das análises pelo microscópio óptico, utilizando objetiva de aumento de 10x. Foram analisados quatro campos de visão, equivalentes a quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). O comprimento do tubo polínico foi obtido através de mensurações através do software Motic Image Plus.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância realizadas pelo



### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na germinação *in vitro* dos grãos de pólen da pitiaia de polpa branca, obteve-se uma alta porcentagem de germinação polínica à concentração de 600 mg L<sup>-1</sup>, resultando em 94,26% dos grãos germinados. Sendo que, sem nenhuma concentração de ácido bórico presente no meio de cultura, foi observado o nível mais baixo de grãos de pólen germinados, com porcentagem de germinação de 28,22% (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentagem de germinação *in vitro* de grãos de pólen da pitiaia de casca vermelha e polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose) submetidos a diferentes concentrações de ácido bórico (mg L<sup>-1</sup>) no meio de cultura.

Comparando-se o comprimento do tubo polínico dos grãos de pólen alcançado com as diferentes doses de ácido bórico, observa-se que o tubo polínico com maior comprimento, com valor de 1,67 mm, foi alcançado no meio contendo 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico (Tabela 1).

Concentrações de ácido bórico (mg L <sup>-1</sup> )	Comprimento tubo polínico (mm)
0	0,14 c
200	0,88 ab
400	0,97 ab
600	1,67 a
800	1,21 ab
1000	1,30 ab
CV(%)	31,20

**Tabela 1.** Comprimento do tubo polínico (mm) de grãos de pólen da pitiaia de casca vermelha e polpa branca (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose) submetidos a diferentes concentrações de ácido bórico (mg L<sup>-1</sup>) no meio de cultura.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

O aumento no comprimento do tubo polínico pode ser atribuído ao fato que o boro impulsiona o crescimento do tubo polínico e reduz a probabilidade da ocorrência de rompimento dos tubos (FRANZON; RASEIRA, 2006). Além disso, esses resultados demonstram que ocorreu um incremento de aproximadamente 87% na taxa de germinação, ou seja, o ácido bórico foi benéfico à germinação dos grãos de pólen de pitaita. Uma possível explicação para um aumento tão grande na germinação pode ser o fato do ácido bórico formar um complexo ionizável com o açúcar, se tornando um açúcar-borato, que reage com a membrana plasmática dos grãos, promovendo um maior crescimento do tubo polínico e assim, possivelmente, aumentando o índice de germinação (DANTAS et al., 2005).

Os resultados abordados estão de acordo com resultados encontrados na adição de ácido bórico em amoreira-preta (*Rubus* spp.) por Figueiredo et al. (2013), e em pereira por Chagas et al. (2010). Desse modo, a adição do ácido bórico ao meio de cultura é benéfica para germinação de grãos de pólen de pitaita vermelha de polpa branca no sentido de evitar rompimentos das membranas do tubo polínico dos grãos de pólen, liberando o conteúdo citoplasmático para o meio exterior e, conseqüentemente, obtendo-se maior porcentagem de germinação já que no meio sem a adição de ácido bórico foi obtida a menor porcentagem de germinação polínica (RAMOS et al., 2008).

Entretanto a necessidade de adição de boro em meio de cultura para os grãos de pólen depende, entre outros fatores, da espécie e da variedade (RAMOS et al., 2008). Pois, Chagas et al. (2006) verificaram que não há necessidade de adição de boro na germinação polínica de nectarineira. Nyomora et al. (2000), trabalhando com amendoeiras, constataram que a adição de 100 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico aumentou a germinação de grãos de pólen *in vitro*, e já Bomben et al. (1999), estudando a germinação de grãos de pólen de kiwi, obtiveram germinação máxima utilizando, 250 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico.

#### **4 | CONCLUSÃO**

O acréscimo de ácido bórico ao meio favoreceu a germinação e o aumento do comprimento do tubo polínico, sendo o tubo polínico com maior comprimento encontrado no meio de cultura com 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido bórico.

#### **5 | AGRADECIMENTOS**

Os autores deste trabalho agradecem o apoio financeiro da CAPES, CNPq, FAPEMIG e Universidade Federal de Lavras.

## REFERÊNCIAS

- BASTOS, D. C., PIO, R., SCARPARE FILHO, J. A., LIBARDI, M. N., ALMEIDA, L. F. P., GALUCHI, T. P. D., BAKKER, S. T. **Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 6, p.1106-09, 2006.
- BOMBEN, C., MALOSSINI, C., CIPRIANI, G., TESTOLIN, R., RETAMALES, J. **Long term storage of kiwi fruit pollen.** Acta Horticulturae (Santiago), v. 498, p. 105-108, 1999.
- CHAGAS, E. A., PIO, R., BARBOSA, W., SAITO, A., CHAGAS, P. C., FRACAROLLI, B. B. C., MENDONÇA, V., ONO, T. K. **Efeito da adição de nitrato de cálcio e ácido bórico na germinação *in vitro* de polens de nectarineira.** Anais Congresso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras. Brasil. CD-ROM, 2006.
- CHAGAS, E. A., PIO, R., CHAGAS, P. C., PASQUAL, M., BETTIOL NETO, J. E. **Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira.** Ciência Rural, v. 40, p. 261-266, 2010.
- DANTAS, A. C. M., PEIXOTO, M. L., NODARI, R. O., GUERRA, M. P. **Viabilidade do pólen e desenvolvimento do tubo polínico em macieira (*Malus spp.*).** Revista Brasileira de Fruticultura, v.27, n. 3, p. 356-359, 2005.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FIGUEIREDO, M. A., PIO, R., SILVA, T. C., SILVA, K. N. **Características florais e carpométricas e germinação *in vitro* de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 48, p. 731-740, 2013.
- FRANZON, R. C., RASEIRA, M. C. B. **Germinação *in vitro* e armazenamento do pólen de Eugenia involucrata DC (Myrtaceae).** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 28, n. 1, p. 18-20, 2006.
- MARCELLÁN, O. N., CAMADRO, E. L. **The viability of asparagus pollen after storage at low temperatures.** Scientia Horticulturae. Amsterdam. v. 67, p. 101-104, 1996.
- MIZRAHI, Y., NERD, A., NOBEL, P. S. **Cacti as crops.** Horticultural Review, New York, v. 18, p. 291-320, 1997.
- NERD, A., TEL-ZUR, N., MIZRAHI, Y. **Fruit of vine and columnar cacti.** In: NOBEL, P. S. (Ed.). Cacti: biology and uses. Los Angeles: UCLA, p. 254-262, 2002.
- NUNES, J. C. de O., DANTAS, A. C. de M., PEDROTTI, E. L., ORTH, A. I., GUERRA, M. P. **Germinação de pólen *in vitro* e receptividade do estigma em macieira cvs. Fuji e Golden Delicious.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, n. 01, p. 35- 39, 2001.
- NYOMORA, A. M. S., BROWN, P. H., PINNEY, K., POLITO, V. S. **Foliar application of boron to almond trees affects pollen quality.** Journal of the American Society Horticultural Science, v. 125, n. 2, p. 265-270, 2000.
- RAMOS, J. D., PASQUAL, M., SALLES, L. A., CHAGAS, E. A., PIO, R. **Receptividade do estigma e ajuste de protocolo para germinação *in vitro* de grãos de pólen de citros.** Interciencia, v. 33, p. 51-55, 2008.
- SOUZA, M. M., PEREIRA, T. N. S., MARTINS, E. R. **Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa O. Deg.*).** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1209-1217, 2002.

## IDENTIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RESISTÊNCIA AO NEMATOIDE DE CISTO EM LINHAGENS DE SOJA

### **Antônio Sérgio de Souza**

Universidade Federal de Viçosa campus Rio Paranaíba

Ciências Agrárias. Rio Paranaíba – Minas Gerais

### **Rafaela Lanusse de Bessa Lima**

Universidade Federal de Viçosa campus Rio Paranaíba

Ciências Agrárias. Rio Paranaíba – Minas Gerais

### **Pedro Ivo Vieira Good**

Universidade Federal de Viçosa campus Rio Paranaíba

Ciências Agrárias. Rio Paranaíba – Minas Gerais

### **Vinicius Ribeiro Faria**

Universidade Federal de Viçosa campus Rio Paranaíba

Ciências Agrárias. Rio Paranaíba – Minas Gerais

**RESUMO:** A soja *Glycine max* L. Merrill, é destaque entre as oleaginosas de grande importância econômica, com forte presença na composição nutricional de todo o mundo, tem forte participação nas exportações brasileira. Neste cenário há uma crescente preocupação com o aumento dos problemas fitossanitários relacionados a esta cultura, em especial com Nematóide de cistos da soja (NCS) - *Heterodera glycines*, ocasionando nas áreas infestadas uma redução significativa da produção. O controle cultural e o uso de cultivares resistentes são os métodos usuais de combate.

A identificação de fontes de resistência se torna imprescindível devido a variabilidade genética apresentada pelo patógeno. Neste trabalho visamos a identificação das cultivares com genes de resistência ao *H. glycines*, para que se mantenha a produção mesmo em áreas infestadas. A população de NCS utilizada nesta pesquisa foi obtida em lavoura naturalmente infestada em Rio Paranaíba – MG. Em laboratório foram extraídos, com uso de peneiras sobrepostas de 60, 100 e 400 mesh. Os isolados foram multiplicados em soja susceptível, obtendo inóculo para 1.000 ovos e  $J2\ mL^{-1}$ . O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com linhagens de soja oriundas do Programa de Melhoramento da Qualidade da Soja (PMQS) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) campus Rio Paranaíba, e de outras entidades de pesquisa. Aos 30 dias após a inoculação, as fêmeas de *H. glycines* foram quantificadas para determinação de susceptibilidade. Como resistentes, a raça de *H. glycines* presente no solo do experimento, foram identificadas as variedades: UFVCRP 84, TNG 1179, CD 202 e BRS 133.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Heterodera glycines*, *Glycine max*, Nematóide de cisto da soja (NCS).

**APOIO FINANCEIRO:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal

**ABSTRACT:** The soybean *Glycine max* L. Merrill, stands out among the oilseeds of great economic importance, with a strong presence in the nutritional composition of the whole world, has a strong participation in Brazilian exports. In this scenario there is a growing concern about the increase in phytosanitary problems related to this crop, especially with Soybean cyst nematode (SCN) - *Heterodera glycines*, causing in the infested areas a significant reduction of production. Cultural control and the use of resistant cultivars are the usual methods of combat. The identification of sources of resistance becomes essential due to the genetic variability presented by the pathogen. In this work we aim to identify the cultivars with resistance genes to *H. glycines*, so that production is maintained even in infested areas. The SCN population used in this research was obtained from naturally infested crops in the city of Rio Paranaíba – Minas Gerais, Brazil. In the laboratory were extracted, using overlapping sieves of 60, 100 and 400 mesh. The isolates were multiplied in susceptible soybean, obtaining inoculum for 1,000 eggs and J2 mL<sup>-1</sup>. The experiment was conducted in a greenhouse, with soybean strains from the Soya Quality Improvement Program (PMQS) of the Federal University of Viçosa (UFV), Rio Paranaíba campus, and other research entities. At 30 days after inoculation, the females of *H. glycines* were quantified for susceptibility determination. As resistant, the *H. glycines* breed present in the soil of the experiment, the following varieties were identified: UFVCRP 84, TNG 1179, CD 202 and BRS 133. **KEYWORDS:** *Heterodera glycines*, *Glycine max*, Soybean cyst nematode (SCN).

## 1 | INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) está entre as mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo, tanto por seu valor econômico como nutricional. Em razão de sua importância para a economia brasileira há uma crescente preocupação com o aumento dos problemas fitossanitários relativos a esta cultura. Dentre as doenças que atacam a soja, destacam-se os fitonematóides, organismos do solo que se não manejados podem causar grandes prejuízos, como a morte de plantas e consequente redução da produção.

Um fitonematóide de grande importância na cultura da soja é o nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe, 1952). Sua importância se dá pelos prejuízos que pode causar, pela facilidade de disseminação e o seu difícil controle. As perdas de produtividade de grãos podem alcançar 90%, dependendo do grau de infestação, suscetibilidade da cultivar, fertilidade do solo e raça do nematoide (Dhingra et al., 2009). Dentre os métodos de manejo mais eficientes, destacam-se o controle cultural e uso de cultivares resistentes, este último também se destacando sob o ponto de vista econômico.



Apesar da disponibilidade de vários materiais genéticos resistentes ao nematoide do cisto da soja, é necessária uma contínua busca por outras fontes de resistência, devido à variabilidade genética apresentada pelo patógeno. Neste trabalho visamos a identificação das cultivares com genes resistentes ao *H. glycines* para que se mantenha a produção mesmo em áreas infestadas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A população de nematoide de cisto da soja (NCS) utilizada neste estudo foi obtida a partir de amostra de solo e raízes coletadas em lavoura naturalmente infestada na região do Alto Paranaíba, em Rio Paranaíba – MG. O solo foi coletado na profundidade de 0 a 20 cm, junto com as raízes, sendo acondicionados em sacos de polietileno e levados para o Laboratório de Genética e Melhoramento de plantas (LGEM) da UFV *campus* Rio Paranaíba, para extração dos fitonematóides.

Uma alíquota de 200 cm<sup>3</sup> deste solo foi colocada em um becker contendo 2L de água. A solução foi agitada até a homogeneização e permaneceu em repouso por 30 minutos. Em seguida a fase líquida foi filtrada em peneiras sobrepostas de 60, 100 e 400 mesh. O resíduo das peneiras de 100 e 400 mesh, que contém os cistos de ovos de nematoide *H. glycines*, foram recolhidos em um becker com o auxílio de jatos de água de uma pisseta.

Os cistos separados foram colocados em uma peneira de 200 mesh e esmagados com o fundo de um becker, sendo aplicando jatos de água com o auxílio de uma pisseta. Os ovos liberados foram coletados em uma peneira de 500 mesh e a suspensão foi calibrada para 400 ovos/mL.

Os isolados foram multiplicados em soja susceptível, para a obtenção de inóculo suficiente para o experimento. Posteriormente foram extraídos ovos e juvenis de 2º estágio (J2) de *H. glycines* do macerado das raízes das plantas usadas para multiplicação. Foi utilizado um conjunto de peneiras de 60 mesh e 400 mesh. Os ovos e J2 foram recolhidos da peneira de 400 mesh para um becker e quantificados em lâmina de Peters, calibrando a suspensão de inóculo para 1.000 ovos J2/mL.

Foram cultivadas 25 linhagens de soja oriundas do Programa de Melhoramento da Qualidade da Soja (PMQS) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e de outras entidades de pesquisa. As linhagens testadas foram: UFVCRP 33, UFVCRP 36, CD 206, Bramax, UFVCRP 35, UFVCRP 84, TMG 1179, PI 90763, PI 88788, MON 6972, FSPS Solar, TMG 1175, TEC 7849, Anta 82, Bramax Desafio, CD 201, Conquista, CD 202, Pecking, PI 95099, BRS 133, LEE 74, CD 217, CD 237, Pickett.

Para determinação da resistência ao nematoide do cisto, utilizou-se a série diferenciadora de genótipos de soja proposta por Golden et al. (1970). Os genótipos utilizados como padrão de resistência foram: Pickett (raças 1,3,7,8,11,12,13 e 16), Pecking (raças 1 e 3), PI 88788 (raças 3 e 14), PI 90763 (raças 3 e 14). O genótipo

Lee 74 foi utilizado como padrão de suscetibilidade.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, seguindo o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. As plantas foram cultivadas em tubetes plásticos com diâmetro de 5 x 20 cm, contendo 200g de substrato estéril formado pela mistura de solo e areia (1:1). O experimento foi irrigado diariamente. A temperatura média variou entre 25°C e 30°C. Cada planta de soja foi inoculada no estádio V1.

Trinta dias após a inoculação, as plantas cultivadas foram retiradas dos tubetes com o sistema radicular íntegro. Após a limpeza do sistema radicular, quantificou-se o número de fêmeas de *H. glycines* por raiz. A contagem foi realizada utilizando-se um microscópio estereoscópio. Para efeito de cálculo utilizou-se o genótipo PI 90763 como padrão de susceptibilidade por ter apresentado o maior número de fêmeas.

Para cada genótipo foi calculado um índice de fêmeas (IF), isto é,  $IF (\%) = (\text{número médio de fêmeas obtido na cultivar em teste} / \text{número médio de fêmeas obtido em 'PI 90763'}) \times 100$ . Cultivares com  $IF < 10\%$  é classificado como resistentes, entre 10% e 30% como moderadamente resistentes e com  $IF > 30\%$  como suscetíveis (Mapa, 2007).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas como resistentes, a raça de *H. glycines* presente no solo do experimento, as variedades UFVCRP 84, TMG 1179, CD 202 e BRS 133 conforme pode ser observado (Tabela 1). Contudo houve predominância, 47,83% para as variedades que apresentaram resistência moderada. As variedades PI 90763\*, FSPS SOLAR, TEC 7849 e TEC 7849 a apresentaram índices superiores de 50% de susceptibilidade a raça de *H. glycines* presente na área infectada.

Apesar de já terem sido lançadas no país cerca de 50 cultivares de soja com resistência ao NCS, quase todas são adequadas apenas para as raças 1 e 3. Para as outras raças, existe carência de materiais resistentes (Dias et al., 2009). Sendo que a primeira identificação do NCS no Brasil ocorreu no Mato grosso na safra 1991/92, atualmente está em 150 municípios em dez estados (Dias et al., 2009).

Variedade	Índice de fêmeas (IF)%	Padrão de suscetibilidade
UFVCRP 33	11,11	Moderadamente resistentes
UFVCRP 36	37,04	Suscetíveis
CD 206	11,11	Moderadamente resistentes
Bramax	44,44	Suscetíveis
UFVCRP 35	33,33	Suscetíveis
UFVCRP 84	0,00	Resistentes
TNG 1179	0,00	Resistentes
PI 90763*	100,00	Suscetíveis
PI88788*	37,04	Suscetíveis
MON 6972	18,52	Moderadamente resistentes
FSPS Solar	74,07	Suscetíveis

TMG 1175	29,63	Moderadamente resistentes
TEC 7849	51,85	Suscetíveis
Anta 82	14,81	Moderadamente resistentes
Bramax Desafio	22,22	Moderadamente resistentes
CD 201	33,33	Suscetíveis
Conquista	29,63	Moderadamente resistentes
CD 202	7,41	Resistentes
Pecking*	22,22	Moderadamente resistentes
PI95099	14,81	Moderadamente resistentes
BRS 133	0,00	Resistentes
CD 217	40,74	Suscetíveis
CD 237	11,11	Moderadamente resistentes

**Tabela 1.** Identificação das linhagens susceptíveis a *H. glycines*, com base no índice de fêmeas (IF) expressado pelas variedades e \*Linhagens diferenciadoras. Considerou-se 100% o número de fêmeas obtido na variedade PI 90763 (suscetível padrão para raça 4+).

## 4 | CONCLUSÃO

As variedades UFVCRP 84, TMG 1179, CD 202 e BRS 133 se mostraram resistentes, a raça de *H. glycines* presente no solo da lavoura do experimento, localizada no município de Rio Paranaíba na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS

DHINGRA, O.D.; MENDONÇA, H.L.; MACEDO, D.M. Doenças e seu controle. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1.ed. Londrina: Mecenias, 2009. p.133- 155.

DIAS, W.P.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S.; GARCIA, A.; ARIAS, C.A.A. **Nematoide de cisto da soja: biologia e manejo pelo uso da resistência genética**. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 1-16, 2009.

GOLDEN AM, Epps JM, Riggs RD (1970) **Terminology and identity of intraspecific forms of soybean cyst nematodes** (*Heterodera glycines*). *Plant Disease Reporter* 54:544-546

MAPA – SNPC/DEPTA/SDC. Anexo II, 06 de junho de 2007. **Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de soja** (*Glycine max* (L.) Merrill).

## IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO CORROSIVO DA PRESENÇA DE H<sub>2</sub>S NO BIOGÁS DESTINADO A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

**Yuri Ferruzzi**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - PR

**Samuel Nelson Melegari de Souza**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Cascavel-PR

**Estor Gnoatto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - PR

**Dirceu de Melo**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - PR

**Alberto Noboru Miyadaira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - PR

**RESUMO:** O sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) é um dos componentes potencialmente destrutivos no biogás que também afetam o ser humano, o meio ambiente, as estruturas e os materiais. Este estudo foi conduzido para identificar o efeito da corrosão na presença de umidade e H<sub>2</sub>S em biogás destinado a geração distribuída, originário de resíduo de suínos. As exigências dos fabricantes de grupo geradores para produção de eletricidade identificam geralmente como valores máximos recomendados de 500ppm de H<sub>2</sub>S para uma operação adequada. Os valores médios encontrados em um ano de

medição indicam 3302ppm, e 2757ppm após o filtro. As medidas foram feitas um detector de gás OdaLog® ODASL-H<sub>2</sub>S-2000 com média de 3 medidas a cada quinze dias, a amostra era diluída em uma parte de gás a ser medido e uma parte de ar ambiente não contaminado, durante seis meses, os pontos de medição situavam se antes e depois do filtro de H<sub>2</sub>S. Durante o processo de medição pode se observar os diversos efeitos corrosivos na planta de geração, tais como: corrosão na estrutura de escapamento, na turbina, nos sensores de vazão, de temperatura, na tubulação e nas estruturas metálicas. Também pôde se verificar uma eficiência de 24,5% do filtro de remoção do H<sub>2</sub>S.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestores; Transdutor; filtro.

### IDENTIFICATION OF CORROSIVE EFFECT OF THE PRESENCE OF H<sub>2</sub>S IN BIOGAS DESTINED IN DISTRIBUTED GENERATION

**ABSTRACT:** Hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) is one of the potentially destructive components in biogas that also affects humans, the environment, structures, and materials. This study was conducted to identify the effect of corrosion in the presence of moisture and H<sub>2</sub>S in biogas for distributed generation, originating from swine residue. The requirements of generator set

generators for electricity generation generally as identify as recommended maximum values of 500ppm H<sub>2</sub>S for proper operation. The mean values found in one year of measurement indicate 3302ppm, and 2757ppm after the filter. Measurements were made with an ODA Log® ODASL-H<sub>2</sub>S-2000 gas detector with a mean of 3 measurements every fifteen days, the sample was diluted in one part of the gas to be measured and one part of uncontaminated ambient air for six months. The measuring points were placed before and after the H<sub>2</sub>S filter. During the measurement process, the various corrosive effects on the generation plant can be observed, such as corrosion in the exhaust structure, turbine, flow sensors, temperature, piping, and metal structures. It was also possible to verify the efficiency of 24.5% of the H<sub>2</sub>S removal filter.

**KEYWORDS:** *Biodigesters; Transducer; filter.*

## 1 | INTRODUÇÃO

O teor de H<sub>2</sub>S no biogás pode atingir valores de até 7000ppm (CHENG, 2010) dependendo da matriz geradora, o que provoca corrosão nos componentes importantes dos motogeradores, tais como, a câmara de combustão, as engrenagens e o sistema de escape. O uso de biogás quando usado para a produção de eletricidade precisa que a concentração de H<sub>2</sub>S seja reduzida, porque este forma ligações complexas com o ferro (DIERKS e KROLL, 2017) e junto com vapor de água, aumenta o dano nas peças de metal do motogerador e também na planta de produção do biogás (YADAV *et al*, 2013). Podendo ocorrer também danos nos aparelhos elétricos, eletrônicos, nas peças condutoras de cobre (Cu) e em revestimentos de prata (Ag) dos contatos elétricos (CHUDNOVSKY *et al*, 2001). A Remoção de H<sub>2</sub>S para um nível inferior a 50ppm é recomendada para proteger equipamentos a envolvidos no processo geração (BASHAR *et al*, 2009). A quantidade de Sulfeto de hidrogênio depende da matéria-prima utilizada, para os resíduos de aves varia de 1500- 2000ppm, podendo chegar a 4000ppm para resíduos de suínos (CHENG, 2010). Outros elementos afetados pelo H<sub>2</sub>S são as válvulas de admissão e as engrenagens de bronze, o grau de deterioração dos motores varia consideravelmente com a concentração de sulfeto de hidrogênio (HUERTAS *et al*, 2003). Para Bothi (2007), até que os componentes corrosivos do biogás possam ser removidos de forma econômica. Este estudo teve como objetivo monitorar a concentração de H<sub>2</sub>S, bem como identificar os efeitos da corrosão em biogás destinado a geração distribuída, originário de resíduo de suínos. Observou-se também a eficiência do filtro instalado para remoção do sulfeto de hidrogênio

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A detecção do gás sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) é importante em instalações de biogás que são utilizadas para a produção de energia renovável, para permitir a estimação

do prejuízo econômico, que pode ser causado por sua ação nos equipamentos e o efeito nos efluentes no meio ambiente. Por causa do desgaste provocado a inspeção e as manutenções das plantas de biogás são de grande importância, pois visam detectar a presença vazamentos que causem emissões indesejadas de biogás, tais inspeções devem ser feitas continuamente, visualmente, com medições, com sensores, ou analisadores de gases. As exigências dos fabricantes de grupo geradores, utilizados para a produção de eletricidade utilizando o biogás, identificam como valores máximos recomendados de 500ppm de H<sub>2</sub>S para uma operação adequada do grupo gerador, no entanto, o valor ideal deve ser de 50ppm para que não haja diminuição da vida útil dos equipamentos. As medidas foram feitas com um detector de gás OdaLog® ODASL-H<sub>2</sub>S-2000, sendo registrada a cada quinze dias uma amostra, cada amostra era diluída em uma parte de biogás e uma parte de ar ambiente não contaminado previamente armazenado, tal procedimento se deve ao fato que, o fundo de escala do medidor registrava 2000ppm. As medidas foram realizadas durante o período de seis meses, até o momento da troca do filtro. Para a coleta da amostra foram utilizadas bolsas de coletas de gás (feitas de Tedlar), e com um com uma seringa procedeu-se a mistura da amostra com o ar observando as mesmas quantidades e então posterior injeção no sensor. Em função da necessidade de ser fornecer um fluxo de gás amostrado constante para sensor e visando melhorar a qualidade da medida, utilizou-se uma bomba marca Instruterm® modelo KBG-100 de 320ml/min para garantir um fluxo constante da amostra no detector de H<sub>2</sub>S. O filtro avaliado era composto por um tubo de PVC de 4” com 1,5 m de comprimento, preenchido com limalha de ferro, com um dreno para a retirada de fluidos e encontrava-se instalado próximo ao motogerador de 100 kVA. A granja onde foram feitas as medidas se localiza no município de São Miguel do Iguçu/PR e tem cinco mil suínos, com uma produção diária de 750 m<sup>3</sup> de biogás.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O H<sub>2</sub>S no biogás diminui o tempo de vida do motor em 10 a 15% (HORIKAWA E ROSSI, 2004), afetando também o tempo entre as mudanças de óleo, uma vez que os óleos lubrificantes inibidores de corrosão para proteger o motor. Aumentando assim o custo de manutenção do motor. Tais custos são considerados elevados dado ao custo das peças e mão de obra especializada destes tipos de sistemas. Dentre o efeitos da umidade associada ao H<sub>2</sub>S pode-se relacionar, durante o intervalo de um ano, várias manutenções, tais como, troca da turbina do gerador (figura 01A), que sofreu dano na estrutura interna, troca do silenciador do escapamento do motogerador após 8 meses de funcionamento, apresentando várias perfurações (figura 01B). Estes danos indicam redução da vida útil do motor, uma vez que o biogás usado que o processo de combustão, também afetará o pistão, a cabeça do cilindro e as válvulas do motor



(MAMUN e TORII, 2015).



Figura 01(A) Turbina do Motogerador (B) Perfuração no escapamento do Motogerador

Os valores médios encontrados no intervalo de medição do estudo indicaram 3302ppm na saída do biodigestor, e 2757ppm após o filtro de H<sub>2</sub>S. A Figura 02 mostra a curva de declínio da eficiência do filtro de H<sub>2</sub>S, ao longo de seis meses tendo uma média de remoção de 545ppm, significando um valor médio de 16,8% de remoção do gás, sendo que, no último mês procedeu-se a troca do filtro, atingido um índice de 834ppm de remoção elevando a eficiência para 28,2%.

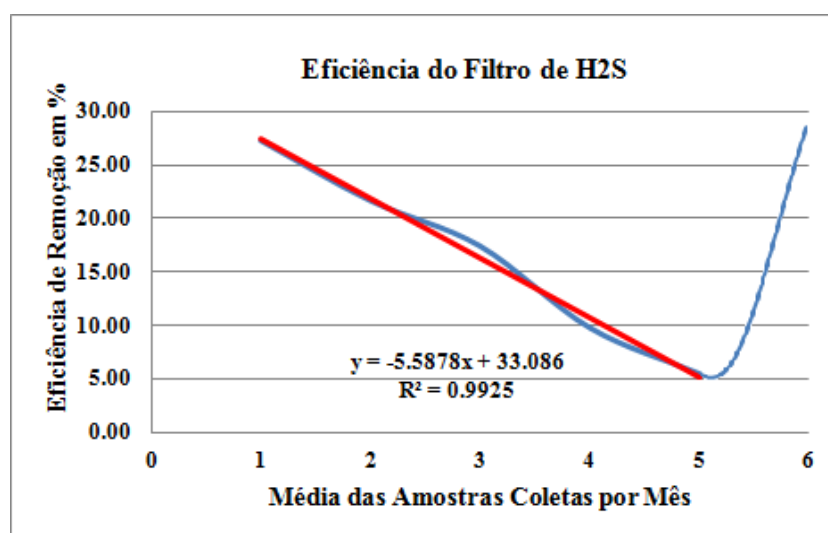


Figura 02. Comportamento da eficiência do filtro em remoção de H<sub>2</sub>S.

Na figura 02, a perda mensal média na eficiência do filtro é de 5,49% e que após seis meses a reta em vermelho projeta uma perda completa da função do mesmo, indicando a necessidade da troca do elemento filtrante, ou seja, a necessidade da troca das limalhas de ferro. Além do sistema de geração de energia, observou-se também o efeito da corrosão nos suportes metálicos, nos terminais dos sensores de temperatura como mostrado na figura 03, bem como na própria estrutura interna do termopar, resultando na sua substituição.

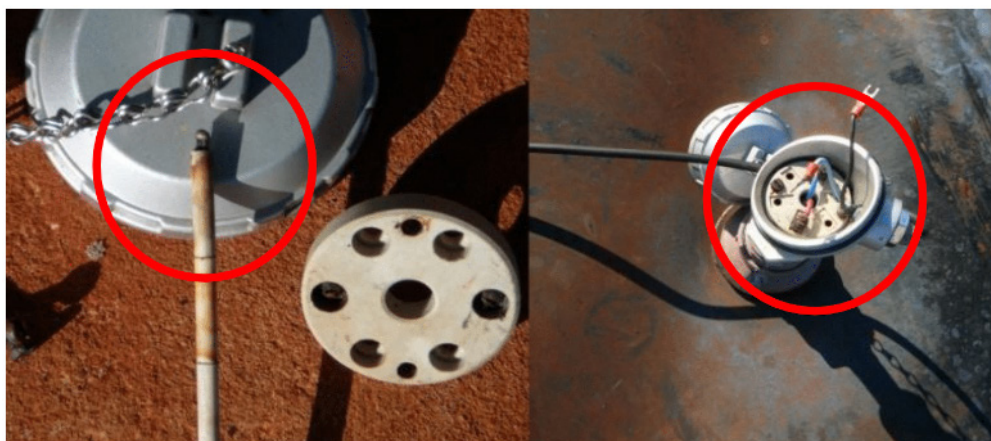


Figura 03. Detalhe da oxidação do sensor de temperatura

## 4 | CONCLUSÕES

Apesar do filtro de remoção de H<sub>2</sub>S se mostrar eficiente com remoção média de 545ppm, dada a alta concentração do gás, em média de 2757ppm ainda permanece no biogás utilizado no sistema de geração de energia, indicando que meios adicionais devem ser usados para auxiliar na remoção do sulfeto de hidrogênio. Ao longo de um ano várias manutenções decorrentes desta alta concentração de H<sub>2</sub>S foram necessárias e um novo filtro utilizando um processo de absorção por reação química em solução de Fe/EDTA substituiu o antigo.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação PTI pelo Apoio

## REFERÊNCIAS

BASHAR M. S. *et al.*, **Reduction of hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) from poultry based biogas by aeration technique**. 1st International Conference on the Developments in Renewable Energy Technology (ICDRET), Dhaka, 2009.

BOTHI, Kimberly Lynn, **Characterization of Biogas From Anaerobically Digested Dairy Waste For Energy Use**. A Thesis Presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University in May 2007.

CHENG Jay, **Biomass to Renewable Energy Processes**. Ed CRC Pres, 2009.

CHUDNOVSKY B. H., SWINDLER D. L. e THOMPSON J. R., **Silver whiskers growth on power contacts in corrosive industrial atmospheres**, Record of Conference Papers. IEEE incorporated Industry Applications Society. Forty-Eighth Annual Conference. Petroleum and Chemical Industry Technical Conference (Cat. No.01CH37265), Toronto, 2001.

DIERKS S. e KROLL A., **Quantification of methane gas leakages using remote sensing and sensor data fusion**, *IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)*, Glassboro, NJ, USA, 2017.

Horikawa, M.S.; Rossi, M.L.; Gimenes, M.L.; Costa, C.M.M. & da Silva, M.G.C. **Chemical Absorption**

**of H<sub>2</sub>S for biogas purification, Brazilian Journal of Chemical Engineering**, Vol. 21, No. 3, 2004.

HUERTAS J.I., GIRALDO N. e IZQUIERDO S., **Removal of H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub> from Biogas by Amine Absorption**. Automotive Engineering Research Center-CIMA of Tecnológico de Monterrey, Mexico, 2003.

MAMUN M. Rashed Al e TORII Shuichi **Removal of Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S) from Biogas Using Zero-Valent Iron**. JO CET, 2015.

YADAV S. D., KUMAR B. e THIPSE S. S., **Biogas purification: Producing natural gas quality fuel from biomass for automotive applications**, International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability, Nagercoil, 2013.

## INCERTEZAS NA DEFINIÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA A OBTENÇÃO DA CHUVA DE PROJETO

### **Viviane Rodrigues Dorneles**

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos  
Pelotas – RS

### **Rita de Cássia Fraga Damé**

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias, Curso de Engenharia Agrícola  
Pelotas – RS

### **Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra**

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias, Curso de Engenharia Agrícola  
Pelotas – RS

### **Marcia Aparecida Simonete**

Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Curso de Engenharia Florestal  
Lages – SC

### **Letícia Burkert Mélio**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água  
Pelotas – RS

### **Patrick Moraes Veber**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água  
Pelotas – RS

### **Maria Clotilde Carré Chagas Neta**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade

de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água  
Pelotas – RS

**RESUMO:** No dimensionamento de obras hidráulicas é necessário conhecer a distribuição mais adequada à uma série de dados de precipitação e, após, a transformação dos valores em dados de vazão. No entanto, nem sempre se conhece qual a mais adequada, visto a variedade existente. Em vista disso, o objetivo do presente trabalho é comparar os valores de precipitação máxima diária, obtidos pela distribuição selecionada que melhor se ajusta à série histórica de precipitação máxima diária anual, para o município de Pelotas/RS e a distribuição log-Pearson III, considerando as marcas históricas. Para tanto foram utilizados dados de 1982 a 2015, ajustando-se os parâmetros das distribuições de Gumbel, Gama, Exponencial, Generalizada de Valores Extremos e log-Pearson III. Os parâmetros foram estimados empregando-se os métodos dos Momentos, Máxima Verossimilhança e Momentos L. As distribuições foram selecionadas pelos testes de aderência Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado. A partir da distribuição selecionada, bem como para a distribuição log-Pearson III, considerando-se

marcas históricas, foram obtidos os valores de precipitação máxima diária anual, para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos. A metodologia foi capaz de estimar os valores de precipitações máximas para as distribuições log-Pearson III e log-Pearson III, considerando marcas históricas, em cada período de retorno estimado. Porém os valores de precipitações máximas para a distribuição log-Pearson III, considerando marcas históricas, subestimou em 29, 31 e 34%, comparativamente aos valores obtidos pela distribuição log-Pearson III, para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hietograma, precipitação máxima diária, log-Pearson III, marcas históricas.

**ABSTRACT:** In the design of hydraulic works it is necessary to know the most adequate distribution to a series of precipitation data and, after, the transformation of the values into flow data. However, it is not always known which is the most appropriate, given the variety. The objective of the present work is to compare the maximum daily precipitation values obtained by the selected distribution that best fits the historical series of annual maximum daily precipitation for the municipality of Pelotas/RS and the log-Pearson III distribution, considering the historical marks. For that, we used data from 1982 to 2015, adjusting the parameters of the distributions of Gumbel, Range, Exponential, Generalized Extreme Values and log-Pearson III. The parameters were estimated using the Moment, Maximum Likelihood and Moment L. methods. The distributions were selected by the Kolmogorov-Smirnov and Chi-square adhesion tests. From the selected distribution, as well as for the log-Pearson III distribution, considering historical marks, annual maximum daily precipitation values were obtained for the 25, 50 and 100 year return periods. The methodology was able to estimate the maximum precipitation values for the log-Pearson III and log-Pearson III distributions, considering historical marks, in each estimated return period. However, the maximum precipitation values for the log-Pearson III distribution, considering historical marks, underestimated by 29, 31 and 34%, compared to the values obtained by the log-Pearson III distribution, for the return periods of 25, 50 and 100 years, respectively.

**KEYWORDS:** Hietogram, maximum daily precipitation, log-Pearson III, historical marks.

## 1 | INTRODUÇÃO

Devido a menor disponibilidade de dados de vazão em relação aos de precipitação em pequenas bacias, o estudo de chuvas intensas de uma dada região, associado aos modelos hidrológicos que fazem a transformação chuva-vazão, é possível conhecer a vazão máxima de projeto necessária em projetos de obras hidráulicas, retratando a segurança da obra, bem como, a adequada utilização dos recursos públicos (GARCIA et al., 2011).

Nesse contexto os estudos hidrológicos, que antecedem o dimensionamento



hidráulico, exigem o conhecimento das chuvas máximas observadas nas séries históricas e a previsão da frequência de ocorrência das chuvas em determinada localidade (ARAÚJO et al., 2008). Assim, com base em modelos matemáticos, é possível estimar eventos hidrológicos relacionados a diversas probabilidades de excedência e tempos de retorno.

Neste processo, segundo SANTOS et al. (2001), existem várias incertezas associadas, em que as principais são: (a) a variabilidade da distribuição temporal e espacial da precipitação máxima; (b) os parâmetros do modelo selecionado e; (c) a estrutura do modelo hidrológico, que simplifica os processos reais, introduzindo erros na representação do escoamento.

Em vista disso, o objetivo do presente trabalho é comparar os valores de precipitação máxima diária, obtidos pela distribuição selecionada que melhor se ajusta à série histórica de precipitação máxima diária anual, para o município de Pelotas/RS e a distribuição log-Pearson III, considerando as marcas históricas.

## 2 | METODOLOGIA

O conjunto de dados de precipitação máxima diária anual para a localidade de Pelotas/RS foi obtido na Estação Agroclimatológica, mantida pelo convênio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando o período de 1982 a 2015.

Para a série de dados foram ajustados os parâmetros das distribuições de Gumbel, Gama, Exponencial, Generalizada de Valores Extremos (GEV) e log-Pearson III, cujas funções de probabilidade são apresentadas por HAAN (1979). Os parâmetros foram estimados empregando-se os métodos dos Momentos (MM), Máxima Verossimilhança (MMV) e Momentos L (MML), utilizando-se o software ALEA (EHR-UFMG, 2012).

Do mesmo modo, a série foi ajustada à distribuição de probabilidade log-Pearson III considerando as marcas históricas, cuja metodologia é descrita por TUCCI (2001), com a finalidade de verificar a diferença existente nos valores de precipitação máxima estimados, comparativamente aos observados. As marcas históricas devem ser as maiores de um período, com o cuidado de selecionar corretamente os eventos históricos, sendo preferível desprezar alguns valores baixos, quando a informação não é muito consistente (TUCCI, 2001). Para tanto, considerou-se como marcas históricas, os anos de el niño (Climate Diagnostics Bulletin, 2016), que obtiveram valores acima de 100 mm de precipitação diária.

As distribuições foram selecionadas pelos testes de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS) e Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), avaliando a distância máxima entre os resultados históricos e os ajustados às distribuições teóricas. A hipótese de nulidade testada é de que os dados provêm da população da distribuição ajustada e é aceita quando a estatística KS e/ou  $\chi^2$  calculada for inferior à crítica, para um valor de  $\alpha = 5\%$  (MELLO; SILVA, 2013).



A partir da distribuição selecionada, bem como para a distribuição log-Pearson III, considerando marcas históricas, foram obtidos os valores de precipitação máxima diária anual, para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos. Desta forma foi realizada a comparação dos valores, aplicando a diferença percentual entre a distribuição que melhor se ajustou e a log-Pearson III, para marcas históricas.

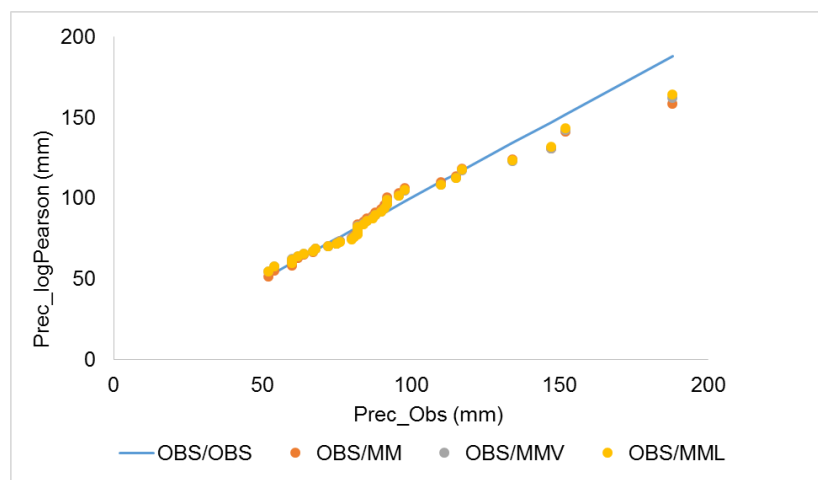
### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as distribuições de probabilidade aplicadas ajustaram-se adequadamente aos dados da série de precipitação máxima diária anual, pelos métodos dos Momentos (MM), Máxima Verossimilhança (MMV) e Momentos L (MML).

O teste Kolmogorov-Smirnov (KS) mostrou-se mais robusto comparado com o Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), sendo mais restritivo na avaliação das distribuições aplicadas à série, em vista disso, as distribuições foram avaliadas pelos seus resultados. Assim, foi considerado que a distribuição de probabilidade que melhor se ajustou à série foi a log-Pearson III, por apresentar os maiores valores de  $p$ , por KS, mais distantes de  $\alpha = 0,05$ .

A pesquisa de BACK (2001) objetivou selecionar uma distribuição de probabilidade para a estimativa da precipitação máxima anual de 100 postos pluviométricos do estado de Santa Catarina. Dentre as distribuições testadas, pelo teste KS, a log-Pearson III foi a que forneceu melhor ajuste na série aplicada, podendo, portanto, ser indicada na análise de séries de máximas anuais.

Simultaneamente, a seleção da distribuição a ser utilizada no estudo foi feita observando-se visualmente os gráficos das distribuições, comparando-se entre as distribuições, o comportamento dos dados observados e ajustados. Na Figura 1, observam-se os valores ajustados pela distribuição log-Pearson III.

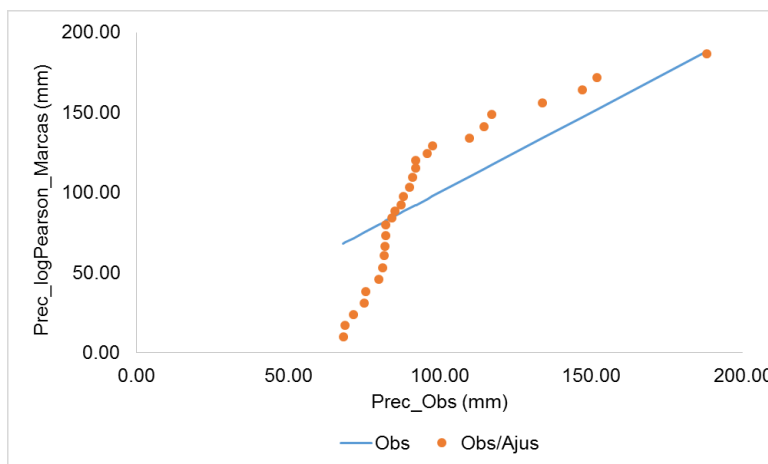


**Figura 1.** Série de precipitação máxima diária anual observada (OBS) ajustada à distribuição de probabilidade log-Pearson III, considerando os métodos dos momentos (MM), máxima verossimilhança (MMV) e momentos L (MML).

Verifica-se um adequado ajuste entre os diferentes métodos de obtenção dos parâmetros, mas uma pequena vantagem aos dados estimados pelo MML, para os

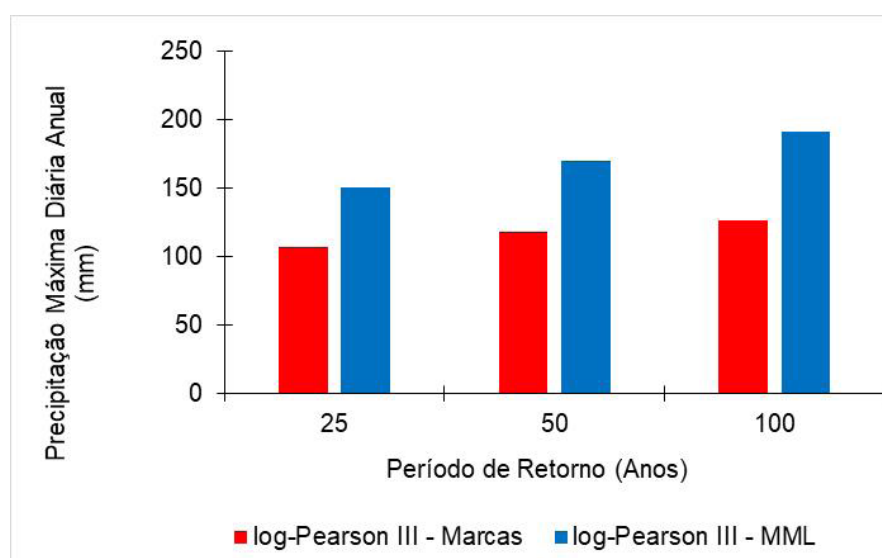
valores extremos.

Para a distribuição teórica de probabilidade log-Pearson III, considerando marcas históricas, foram consideradas sete marcas na série de dados, cuja análise dos testes de aderência mostrou que a distribuição não se adequa à série de dados, tanto para o teste KS, quanto para o  $\chi^2$ . A Figura 2 apresenta o comportamento dos dados, quando ajustados a essa distribuição.



**Figura 2.** Série de precipitação máxima diária anual ajustada à distribuição de probabilidade log-Pearson III, considerando marcas históricas.

Os valores de precipitação máxima diária anual, obtidos pelas distribuições, para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos foram comparados, com a finalidade de verificar o erro percentual dos valores estimados pela distribuição log-Pearson III, considerando marcas históricas e a considerada hipoteticamente verdadeira (log-Pearson III) (Figura 3).



**Figura 3.** Valores de precipitação máxima diária anual para as distribuições log-Pearson III e log-Pearson III, considerando marcas históricas, para os períodos de retornos de 25, 50 e 100 anos.

Os valores das precipitações máximas de projeto estimados pela distribuição

log-Pearson III, considerando marcas históricas, alcançaram percentuais de 71, 69 e 66%, para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, respectivamente, quando comparados com os valores ajustados pela distribuição log-Pearson III considerada adequada.

Como consequência da estimativa da precipitação máxima de projeto errônea em uma obra hidráulica, após transformação dos valores em dados de vazão, pode-se superdimensionar a construção, aplicando recursos financeiros, que poderiam ser disponibilizados para outros fins; ou pode-se, como nesse caso, ter obras subdimensionadas, que estarão suscetíveis a inundações decorrentes de chuvas, com tempos de retorno inferiores ao utilizado no dimensionamento, causando transtornos à população (ALLASIA, 2002).

#### 4 | CONCLUSÕES

A distribuição de probabilidade que melhor se ajustou a série de precipitação máxima diária anual para o município de Pelotas/RS, pelos testes de aderência Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado, foi a log-Pearson III, sendo conceituada como verdadeira para a série. Os testes também mostraram que a log-Pearson III, considerando marcas históricas, não se adequa à série de dados.

A metodologia foi capaz de estimar os valores de precipitações máximas para as distribuições log-Pearson III e log-Pearson III, considerando marcas históricas, em cada período de retorno estimado. Porém os valores de precipitações máximas para a distribuição log-Pearson III considerando marcas históricas subestimou em 29, 31 e 34%, comparativamente aos valores obtidos pela distribuição log-Pearson III, para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, respectivamente.

#### REFERÊNCIAS

ALLASIA, D. G. **Impacto das incertezas no custo de uma rede de macrodrenagem**. 2002. 152 p. Dissertação - Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre: UFRGS – 2002.

ARAÚJO, L. E.; SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. A. F. M.; SANTOS, A. S.; MADEIROS, P. C. **Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.2, p.162-169, 2008.

BACK, A. J. **Seleção de distribuição de probabilidade para chuvas diárias extremas do estado de Santa Catarina**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.16, p.211-222, 2001.

EHR/UFMG. Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais. **ALEA – Análise de Frequência de Eventos Anuais**. Versão 2012. Disponível em <http://www.ehr.ufmg.br/downloads/>.

GARCIA, S. S.; AMORIM, R. S. S.; COUTO, E. G.; STOPA, W. H. **Determinação da equação intensidade-duração-frequência para três estações meteorológicas do Estado de Mato Grosso**.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.575-581, 2011.

HAAN, C. T. **Statistical methods in hydrology**. Ames, The Iowa State University Press. 2ª ed. 1979. 377p.

MELLO, C. R. de; SILVA, A. M. **Hidrologia: Princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: UFLA, 2013. 455p.

SANTOS, R. S.; TUCCI, C.; SILVEIRA, A. L. L.; MENESES FILHO, A. S. **Estimativa do hidrograma de projeto com base na incerteza dos parâmetros do modelo**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.6, n.1, p.29-41, 2001.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. ABRH Porto Alegre - RS 2.ed, 2001. p.164.

U.S Department of Commerce. **Climate Diagnostics Bulletin**. Climate Prediction Center. National Oceanic and Atmospheric Administration. June 2016. Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/CDB/>.

## INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE

### **Aline Brum Argenta**

Universidade Federal do Paraná (UFPR),  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Alimentos, Curitiba, Paraná, Brasil.  
argenta\_aline@yahoo.com.br

### **Matheus Lavado dos Santos**

Universidade Federal do Paraná (UFPR),  
Departamento de Engenharia Química, Curitiba,  
Paraná, Brasil.

### **Alessandro Nogueira**

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG),  
Departamento de Engenharia de Alimentos, Ponta  
Grossa, Paraná, Brasil.

### **Agnes de Paula Scheer**

Universidade Federal do Paraná (UFPR),  
Departamento de Engenharia Química e  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Alimentos, Curitiba, Paraná, Brasil.

**RESUMO:** O soro de leite, resíduo das indústrias de laticínios, é gerado em grande volume, cerca de 9 L de soro para cada kg de queijo produzido e, destaca-se pelo seu potencial poluidor que pode ser superior ao esgoto doméstico, devido sua alta demanda química de oxigênio (DQO). Essa característica que provoca elevado impacto ambiental é atribuída à composição do soro rica em proteínas e lactose. Neste sentido, o presente trabalho visa avaliar diferentes pressões aplicadas no processo de ultrafiltração

(UF) do soro de leite para concentração das proteínas e separação da lactose. Para isso, realizaram-se ensaios em escala de laboratório com solução de soro em pó reconstituído, em sistema Pellicon® Ultrafiltration da marca Millipore com membrana de *cut-off* 10 kDa. Os ensaios foram conduzidos a 30 °C, durante 30 min, em diferentes pressões e, posteriormente, foram realizadas análises físico-químicas, como extrato seco total, teor de proteínas e lactose, turbidez, pH e DQO. O processo de UF empregando pressão de 30 kPa foi o que proporcionou simultaneamente maior retenção das proteínas e rejeição de lactose. Apesar de ainda serem necessários mais estudos para melhor purificação das proteínas, o processo empregado se mostrou promissor para o tratamento do soro de leite e diminuição do impacto ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impacto ambiental; Proteínas do soro; Ultrafiltração; DQO.

**ABSTRACT:** Whey, the residue of the dairy industry, is generated in large quantities, about 9 L of whey for each kg of cheese produced, and stands out for its potential polluter that may be higher than domestic sewage, due to its high demand oxygen chemistry (COD). This characteristic cause high environmental impact is attributed to the composition of whey rich in proteins and lactose. Thus, the present work

aims at evaluating different pressures applied in the process of ultrafiltration (UF) of whey for protein concentration and separation of lactose. For this, assays were performed on a laboratory scale with reconstituted whey solution in a Pellicon® Ultrafiltration System from Millipore with 10 kDa cut-off membrane. The tests were conducted at 30 ° C for 30 min at different pressures, and then physical-chemical analyzes were performed, such as total dry extract, protein and lactose content, turbidity, pH and COD. The UF process employing a pressure of 30 kPa provided higher protein retention, and lactose rejection. Although further studies are needed to better purify the proteins, the process used was promising for the whey treatment and reduced environmental impact.

**KEYWORDS:** Environmental impact; Whey protein; Ultrafiltration; COD.

## 1 | INTRODUÇÃO

O soro representa o líquido obtido da coagulação do leite durante a fabricação de queijos. Embora muitas vezes considerado como resíduo, possui uma rica composição nutricional, principalmente devido à lactose e aos aminoácidos essenciais que compõem as proteínas, além da presença de vitaminas e minerais.

Como o queijo é um dos produtos lácteos mais produzidos, o soro obtido a partir de sua produção é um fator preocupante do ponto de vista ambiental. A produção mundial de queijo, segundo Mikkelsen (2012), foi de 8,7 milhões de toneladas em 1980, atingiu 20,7 milhões de toneladas em 2012 e estima-se que atinja 25 milhões de toneladas no ano de 2020. Portanto, considerando a geração de cerca de 9 L de soro para cada kg de queijo produzido, há milhões de toneladas de soro de leite como resíduo industrial anualmente, o que requer tratamento adequado devido ao impacto ambiental que pode ser causado se for descartado incorretamente (Baldasso *et al.*, 2011).

A fim de minimizar esse impacto ambiental e evitar desperdícios nutricionais e financeiros na indústria de laticínios, diversas alternativas podem ser usadas, entre elas está o uso do soro em sua forma original para a produção de ricota e a elaboração de bebidas lácteas. No entanto, estas são opções que usam apenas uma pequena porção do enorme volume de soro de leite produzido. Quando o soro é concentrado, sua rica composição e importante valor funcional podem ser utilizados para obter diversos produtos de alto valor nutricional, como bebidas proteicas, carnes e produtos de padaria, sobremesas, alimentos infantis e laticínios em geral, como iogurtes, queijos e sorvetes (Miller *et al.*, 2002; USDEC, 2018).

Portanto, o desenvolvimento de processos para recuperação e concentração de componentes do soro evita o desperdício e agrega valor a este resíduo do leite. Nos últimos anos, diversos estudos têm buscado alternativas para a exploração de componentes de soro, principalmente aqueles com aplicação de processos de separação por membrana, como ultrafiltração (UF), microfiltração (MF), nanofiltração (NF), eletrodialise (ED), destilação por membrana (MD) e osmose reversa (RO)



(Baldasso *et al.*, 2011; Arunkumar *et al.*, 2016; Das *et al.*, 2016). No entanto, apenas cerca de 50% do soro gerado é processado, o que mostra que ainda há desafios para o tratamento completo do soro.

No que diz respeito aos processos de separação por membranas, o principal desafio ainda é identificar as condições de processo que minimizem os efeitos dos fenômenos restritivos ao fluxo, conhecidos como concentração por polarização e *fouling*. Dentre os principais parâmetros que afetam o fluxo de permeado se destacam a pressão, temperatura e concentração de alimentação. Neste sentido, o presente trabalho visa avaliar a influência da variável pressão no processo de ultrafiltração do soro de leite para obtenção da máxima concentração de proteínas e separação da lactose. Além disso, objetivou-se caracterizar as frações de permeado e retentado obtidas por meio de análises físico-químicas. Assim, espera-se contribuir para a recuperação dos componentes do soro de leite, evitando sua subutilização pelo descarte, bem como, minimizar o impacto ambiental causado por este resíduo lácteo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

No presente estudo foram utilizadas soluções de soro de leite reconstituído. Para isso, o soro de leite em pó foi dissolvido em água destilada à temperatura ambiente e homogeneizado manualmente. Para que seja possível simular o soro de leite *in natura*, a solução de soro reconstituído foi preparada com teor de sólidos solúveis de 6 % (m/v).

O soro em pó é mais estável, possui maior tempo de armazenamento e contém todos os constituintes nas mesmas proporções que o soro original (*in natura*). Além disso, sua utilização neste trabalho garante a homogeneidade inicial dos experimentos, o que permite que apenas os efeitos das variáveis de processo influenciarão os resultados.

O sistema de ultrafiltração utilizado possui a configuração placa-quadro, da empresa Millipore Indústria e Comércio Ltda (Pellicon® Ultrafiltration System - Figura 1), com área de filtração de 0,5 m<sup>2</sup>. A membrana empregada apresenta *cut-off* de 10 kDa, sendo constituída de material do filtro polietersulfona, material da pele polipropileno e material adesivo poliuretano.

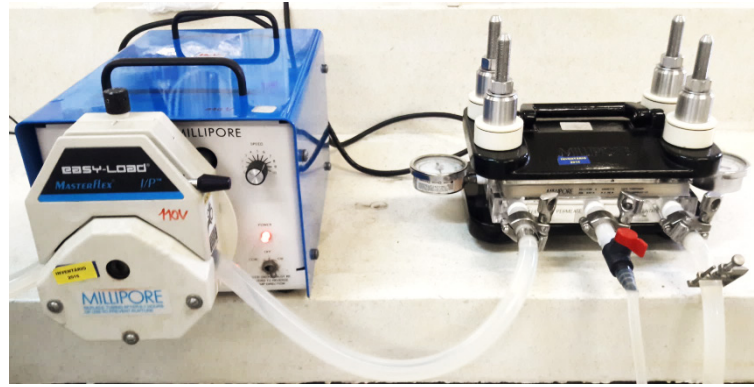


Figura 1 - Módulo de UF placa-quadro Millipore.

## 2.2 Procedimento experimental

O sistema de ultrafiltração foi operado em regime batelada, o qual consiste na remoção contínua do permeado, como ilustra a Figura 2.

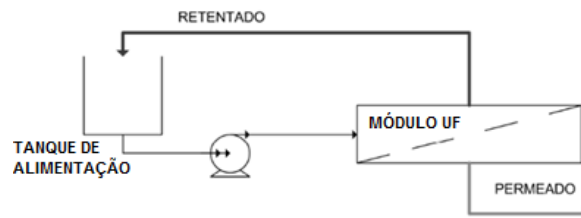


Figura 2 – Esquema do processo de UF utilizado.

Os experimentos foram conduzidos à temperatura e tempo constantes, em diferentes pressões para determinação da melhor condição experimental. Para avaliar a influência da pressão na ultrafiltração do soro de leite, foram realizados três diferentes ensaios, como apresentado na Tabela 1.

Ensaio	Variáveis de processo		
	Temperatura	Tempo	Pressão
	(°C)	(min)	(kPa)
1	30	30	20
2	30	30	30
3	30	30	40

Tabela 1 – Condições experimentais dos ensaios realizados.

## 2.3 Procedimentos analíticos

As análises realizadas antes e após o processo de UF do soro de leite seguiram as seguintes metodologias: Extrato seco total pelo método gravimétrico (Instituto Adolfo Lutz, 2008); teor de proteínas pelo método de Lowry *et al.* (1951); concentração de lactose pelo método DNS (Miller, 1959); análise de turbidez através do Turbidímetro Policontrol AP 2000, determinação de pH por meio de leitura direta em pHmetro digital

GEHAKA modelo PG 1800 e análise de DQO pelo método colorimétrico com refluxo fechado (APHA, 2005).

## 2.4 Análise estatística

Os dados experimentais foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de *Tukey* utilizando o *software Statistica 12.0* e nível de confiança de 95 % ( $p < 0,05$ ).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral foi observado que o processo de UF utilizando membrana polimérica de 10 kDa foi capaz de concentrar as proteínas presentes no soro de leite em todas as pressões empregadas. A capacidade de retenção da membrana se dá em função das principais proteínas do soro,  $\beta$ -Lg e  $\alpha$ -La, possuem massas de 18 e 14 kDa, respectivamente, ou seja, valores maiores que a massa molar de corte (MMC) da membrana empregada.

O processo de ultrafiltração também foi empregado por Chollangi & Hossain (2007) para separação das proteínas e da lactose presentes em solução sintética de soro. No trabalho destes autores foram testadas membranas de celulose de 3, 5 e 10 kDa, obtendo-se melhores resultados quando utilizada a membrana de 10 kDa.

No estudo realizado por Arunkumar *et al.* (2016) comparou-se o processo de ultrafiltração realizado em duas diferentes configurações de membrana, placa-quadro e em espiral, para concentração das proteínas do soro de leite. Obtiveram-se resultados satisfatórios para ambas as membranas, com retenção das proteínas do soro acima de 98 %.

Os resultados da literatura reportados acima evidenciam que a membrana empregada no presente trabalho pode ser considerada adequada para o objetivo proposto, tanto no sentido da configuração escolhida, que foi placa-quadro, quanto com relação a MMC utilizada, 10 kDa.

A caracterização físico-química do soro de leite utilizado como alimentação, bem como das frações de concentrado e permeado obtidas do processo de UF, está apresentada nas Tabelas 2 e 3.

Amostras	Parâmetros				
	pH	Turbidez (NTU)	EST* (g.L <sup>-1</sup> )	Proteína (g.L <sup>-1</sup> )	Lactose (g.L <sup>-1</sup> )
Soro de leite	6,50 ± 0,06 <sup>a</sup>	1625,33 ± 47,72 <sup>a</sup>	54,34 ± 0,37 <sup>a</sup>	8,32 ± 0,2 <sup>a</sup>	41,20 ± 0,18 <sup>a</sup>
Concentrado <sub>20</sub>	6,41 ± 0,05 <sup>a</sup>	11481,37 ± 85,74 <sup>b</sup>	71,92 ± 0,47 <sup>b</sup>	32,66 ± 0,55 <sup>b</sup>	44,49 ± 0,62 <sup>b</sup>
Concentrado <sub>30</sub>	6,46 ± 0,04 <sup>a</sup>	12433,50 ± 93,42 <sup>c</sup>	76,14 ± 0,11 <sup>c</sup>	34,37 ± 0,88 <sup>c</sup>	44,74 ± 0,35 <sup>b</sup>
Concentrado <sub>40</sub>	6,46 ± 0,05 <sup>a</sup>	12327,06 ± 108,39 <sup>c</sup>	76,05 ± 0,25 <sup>c</sup>	35,12 ± 1,21 <sup>c</sup>	46,54 ± 0,47 <sup>c</sup>

**Tabela 2** – Caracterização do soro de leite e do concentrado obtido no processo de UF.

\*EST = extrato seco total

valor médio±desvio-padrão

Como pode ser observado, os valores de pH do soro de leite e do concentrado permaneceram entre 6,41 e 6,50. Estes valores estão de acordo com o pH para soro doce encontrado na literatura, que é de 6,0 a 6,8. Ainda com relação aos valores de pH observados, nota-se que não houve diferença estatística entre os concentrados obtidos, assim como também não houve diferença entre estas frações e a alimentação, o que indica que a pressão não influencia neste parâmetro. Além disso, pode-se inferir que não aconteceu degradação ou qualquer alteração na amostra de soro durante o processo de UF.

Com relação aos dados obtidos para turbidez, notou-se que a UF proporcionou ao concentrado aumento de quase oito vezes neste parâmetro com relação ao valor da alimentação, evidenciando a concentração dos sólidos suspensos presentes na solução de soro. Esta concentração também é observada nos valores obtidos para extrato seco total, onde os concentrados apresentaram valores significativamente maiores que o soro alimentado. Além disso, verificou-se que dentre os ensaios de UF apenas o que foi conduzido a 20 kPa apresentou diferença estatística dos demais, sendo que os processos a 30 e 40 kPa foram considerados significativamente iguais quanto à turbidez e extrato seco total.

O mesmo comportamento foi observado para o teor de proteínas, onde os valores acompanharam o aumento da pressão, mas foram considerados significativamente iguais para as pressões de 30 e 40 kPa. Ainda com relação às proteínas do soro, identificou-se que a membrana foi adequada para sua retenção, visto que seu teor aumentou de 8,32 para acima de 32,66 g.L<sup>-1</sup> no concentrado, sendo que no permeado os valores foram inferiores a 1 g.L<sup>-1</sup> (Tabela 3). Os resultados obtidos foram bastante próximos dos reportados por Baldasso *et al.* (2011), onde a solução de soro de leite, que apresentava teor de proteínas inicial de 9 g.L<sup>-1</sup>, foi concentrada para 36 g.L<sup>-1</sup>.

Quanto à lactose, esta foi parcialmente retida pela membrana, o que é desejável quando o objetivo é concentrar o soro de leite integralmente, mas não quando se deseja sua separação da fração proteica. Neste caso, possivelmente seja necessário incluir o processo de diafiltração (DF), o qual consiste na adição de água à alimentação, de modo a suprir o volume de permeado removido ao longo do processo. Esta técnica é utilizada na purificação dos compostos concentrados, pois auxilia na passagem de substâncias de menor tamanho através da membrana (Cheryan, 1998). Alguns autores já vêm adotando esta técnica em suas pesquisas, como Arunkumar & Etzel (2014), Arunkumar *et al.* (2016), Baldasso *et al.* (2011), Cattaneo *et al.* (2013) e Tsakali *et al.* (2015). No entanto, é importante estar atento ao volume de água empregado na DF, visto que se este for muito elevado, acabará resultando em mais um problema ambiental.

No que diz respeito à influência da pressão sobre o teor de lactose, notou-se que

o processo realizado a 40 kPa proporcionou retenção significativamente maior deste carboidrato quando comparado aos demais ensaios. Os resultados obtidos indicam que a elevada pressão aplicada (40 kPa) pode ter causado maior turbulência ao processo, levando mais sólidos à superfície da membrana, o que pode ter contribuído para a camada de polarização e, conseqüentemente para maior retenção, tanto de proteínas quanto de lactose. Além disso, pressões maiores resultam em tendência de formação de *fouling* na membrana, outro fenômeno que leva à redução do fluxo e prejudica o processo e a vida útil da membrana.

Neste sentido, o ensaio experimental realizado à pressão intermediária (ensaio 2 = 30 kPa) se torna o mais indicado para o objetivo proposto, tendo em vista que resultou em teor de proteínas significativamente igual à máxima concentração obtida para o concentrado (ensaio 3 – Tabela 2) e apresentou teor de lactose significativamente igual ao máximo obtido para o permeado (ensaio 1 – Tabela 3). Pois o objetivo é separar as proteínas do soro na fração de concentrado e obter a lactose na fração que permeia a membrana.

Com relação à caracterização do permeado da UF do soro de leite (Tabela 3), destaca-se a remoção completa da turbidez, ou seja, foi possível a obtenção de líquido sem materiais suspensos. Este resultado é devido à retenção das proteínas pela membrana, pois estas são também responsáveis pela cor, opalescência e consistência do soro de leite. Quanto ao valor de DQO da solução de soro, 76,40 g.L<sup>-1</sup>, este se encontra dentro do valor encontrado na literatura, o qual varia de 60 a 80 g.L<sup>-1</sup> (Siso, 1996). Após UF, obteve-se redução no valor de DQO acima de 50 % para todos os permeados, sendo os processos realizados a 20 e 30 kPa considerados significativamente iguais para este parâmetro, o que também está de acordo com o observado para os teores de proteína e lactose.

Amostras	Parâmetros					
	pH	Turbidez (NTU)	EST* (g.L <sup>-1</sup> )	Proteína (g.L <sup>-1</sup> )	Lactose (g.L <sup>-1</sup> )	DQO (g.L <sup>-1</sup> )
Soro de leite	6,50 ± 0,06 <sup>a</sup>	1625,33 ± 47,72 <sup>a</sup>	54,34 ± 0,37 <sup>a</sup>	8,32 ± 0,21 <sup>a</sup>	41,20 ± 0,18 <sup>a</sup>	76,40 ± 1,37 <sup>a</sup>
Permeado <sub>20</sub>	6,47 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	34,66 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,85 ± 0,07 <sup>b</sup>	38,25 ± 0,54 <sup>b</sup>	35,22 ± 1,18 <sup>b</sup>
Permeado <sub>30</sub>	6,50 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	32,07 ± 0,14 <sup>c</sup>	0,79 ± 0,04 <sup>b</sup>	37,82 ± 0,22 <sup>b</sup>	34,54 ± 0,76 <sup>b</sup>
Permeado <sub>40</sub>	6,42 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	31,43 ± 0,88 <sup>c</sup>	0,63 ± 0,03 <sup>c</sup>	35,14 ± 0,31 <sup>c</sup>	30,25 ± 1,53 <sup>c</sup>

**Tabela 3** – Caracterização do soro de leite e do permeado obtido no processo de UF.

\*EST = extrato seco total

valor médio ± desvio-padrão

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de *Tukey*, com nível de confiança de 95 % (p < 0,05).

Após os ensaios com diferentes pressões, foi analisado o fluxo do permeado e o fator de concentração durante o processo de UF a 30 kPa. Para isso, as amostras de permeado foram medidas em períodos de tempo estabelecidos, sendo o fluxo e o fator de concentração, calculados conforme as Equação 1 e 2, respectivamente:

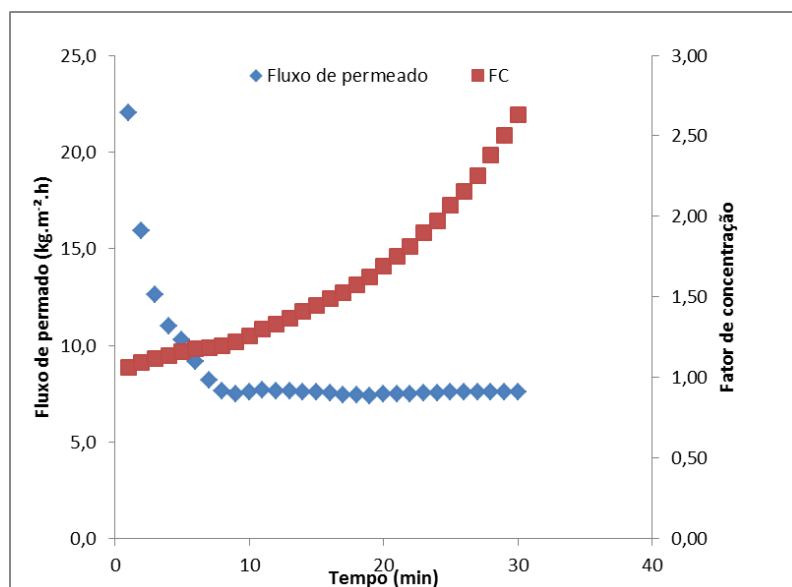
$$J_p = \frac{\Delta m}{S \times t} \quad (1)$$

Sendo:  $J_p$  é o fluxo de permeado ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ );  $\Delta m$  é a massa de permeado coletada (kg);  $S$  é a área superficial da membrana ( $\text{m}^2$ ) e  $t$  é o tempo em que foi coletado o permeado (h).

$$FC = \frac{m_s}{m_s \times m_p} \quad (2)$$

Sendo:  $m_s$  a massa de soro de leite alimentada (kg) e  $m_p$  a massa de permeado acumulada em determinado tempo (kg).

A partir dos valores obtidos para o fluxo de permeado e fator de concentração do soro de leite, construíram-se as curvas ilustradas pela Figura 3. Nota-se, que houve acentuada queda no fluxo de permeado, seguida por um declínio gradual e posterior estabilização logo após 10 min de UF, resultando em fluxo final reduzido em aproximadamente 65,0 % em relação ao inicial. No decorrer do processo, ocorre redução da massa de alimentação devido à remoção da corrente de permeado, portanto, o fator de concentração aumenta ao longo do tempo. Durante o período de avaliação do ensaio cinético, o fator de concentração máximo obtido foi de aproximadamente 2,6, correspondendo à remoção de cerca 62 % da massa inicial de alimentação do soro de leite. Observa-se ainda que, apesar do contínuo aumento do FC, este já não mais interfere no fluxo, o qual já pode ser considerado constante, ou seja, foi possível conduzir o processo em batelada com remoção do permeado e mesmo assim manter o fluxo regular ao longo do tempo.



**Figura 3** - Perfil do fluxo de permeado e fator de concentração ao longo do processo de UF do soro de leite, em temperatura 30 °C e pressão 30 kPa.



## 4 | CONCLUSÕES

O processo de UF demonstrou ser uma promissora alternativa para o tratamento do soro de leite, proporcionando a concentração dos seus componentes mais valiosos, as proteínas. Assim, este trabalho permite contribuir para a agregação de valor deste resíduo evitando sua subutilização pelo descarte, além de minimizar seu impacto ambiental, principalmente pela redução de parâmetros como turbidez e DQO.

O ensaio 2, realizado a 30 °C, durante 30 min e com pressão 30 kPa, se mostrou como o mais adequado para a UF do soro de leite quando o objetivo é máxima retenção de proteínas e rejeição de lactose. Além disso, a cinética da UF nestas condições identificou que é possível a obtenção de elevado FC do soro mantendo constante o fluxo de permeado.

Como o objetivo não é apenas concentrar, mas também promover a separação entre proteínas e lactose, ainda serão necessários mais estudos para que o teor do carboidrato na fração retida pela membrana seja inferior ao obtido no presente trabalho. Além disso, o permeado da ultrafiltração será utilizado em outra etapa deste estudo, promovendo assim o tratamento e recuperação total dos principais componentes do soro de leite.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro (Código de Financiamento 001) e à Alibra Ingredientes Ltda pela doação do soro de leite em pó.

## REFERÊNCIAS

APHA (2005). **Standard methods for the examination of water and waste water**, 21<sup>th</sup> Edition. *American Public Health Association*, Washington, DC.

Arunkumar, A., & Etzel, M. R. (2014). **Negatively charged tangential flow ultrafiltration membranes for whey protein concentration**. *Journal of Membrane Science*, 475, p. 340–348.

Arunkumar, A.; Molitor, M. S.; Etzel, M. R. (2016). **Comparison of flat-sheet and spiral-wound negatively-charged wide-pore ultrafiltration membranes for whey protein concentration**. *International Dairy Journal*, 56, 129-133.

Baldasso, C., Barros, T. C., Tessaro, I. C. (2011). **Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration**. *Desalination*, 278, 381-386.

Cattaneo, T. M. P., Marinoni, L., Iametti, S., & Monti, L. (2013). **Behavior of Aflatoxin M1 in dairy wastes subjected to different technological treatments: Ricotta cheese production, ultrafiltration and spray-drying**. *Food Control*, 32, p. 77–82.

Chollangi, A. & Hossain, Md. M. (2007) **Separation of proteins and lactose from dairy wastewater**. *Chemical Engineering and Processing*, 46, p. 398-404.

- Cheryan, M. (1998). **Ultrafiltration and Microfiltration Handbook**. Taylor&Francis Routledge.
- Das, B., Sarkar, S., Sarkar, A., Bhattacharjee, S., Bhattacharjee, C. (2016). **Recovery of whey proteins and lactose from dairy waste: A step towards green waste management**. *Process Safety and Environmental Protection*, 101, p. 27-33.
- Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed., 2008. 1020 p.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. (1951). **Protein measurement with the Folin-Phenol reagent**. *The Journal of Biological Chemistry*, 193, p 265-276.
- Mikkelsen, P. (2012). **World cheese production**. *PM Food & Dairy Consulting*.
- Miller, G., Jarvis, J., McBean, L. (2002). **Handbook of dairy foods and nutrition. Modern nutrition**, CRC Press LLC, Illinois, Second edition.
- Miller, G. L. (1959). **Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar**. *Analytical Chemistry*, 31, p. 426-428.
- Siso, M. I. G. (1996). **The biotechnological utilization of cheese whey: a review**. *Bioresource Technology*, 57, p. 1–11.
- Tsakali, E., Petrotos, K., D'Alessandro, A. G., Mantas, C., Tripolitsiotis, I., Goulas, P., Van Impe, J. F. (2015). **Exploring the Effect of Ultrafiltration/Diafiltration Processing Conditions on the Lactoferrin and Immunoglobulin G Content of Feta Whey Protein Concentrates**. *Journal of Food Process Engineering*, 38, p. 363–373.
- USDEC. (2018) **United States Dairy Export Council. Dairy Ingredients Application Library – WPC & WPI**. Disponível em: <http://www.usdec.org/Library/DIAL.cfm>. Acesso em: 10, abr. 2018.

## INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

### **Juliana Trindade Martins**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira- São Paulo

### **Orivaldo Arf**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia, Departamento de  
Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-  
Economia  
Ilha Solteira- São Paulo

### **Eduardo Henrique Marcandalli Boleta**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira- São Paulo

### **Flávia Constantino Meirelles**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
Jaboticabal- São Paulo

### **Anne Caroline da Rocha Silva**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira- São Paulo

### **Flávia Mendes dos Santos Lourenço**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira- São Paulo

destacando-se o nitrogenado, em alguns cultivares de arroz de terras altas tendem a obter um maior porte e com isso ficarem susceptíveis ao acamamento, dificultando a colheita e acarretando perdas na produtividade. Uma opção para diminuir a estatura das plantas de arroz, e com isso o acamamento, seria a utilização de reguladores vegetais. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de doses de etil-trinexapac (zero; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g ha<sup>-1</sup> do i.a) e épocas de aplicação (6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> folha completamente formada no colmo principal) durante o desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas irrigado por aspersão. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5x3, com quatro repetições. A pesquisa foi desenvolvida na área experimental da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira - SP, localizada no município de Selvíria – MS, durante o ano agrícola de 2016/17, utilizando o cultivar BRS Esmeralda. Foram avaliados a altura de plantas, produtividade dos grãos e número de panículas por metro quadrado. Por ocasião de chuva com ventos fortes, às vésperas da colheita, as parcelas em que não receberam o etil-trinexapac acamaram totalmente. Concluiu-se que o etil-trinexapac deve ser aplicado por ocasião da sexta folha na dose de 84 g do i.a. ha<sup>-1</sup> ou por ocasião da sétima folha na dose de 71 g do i.a. ha<sup>-1</sup>, considerando a redução da

**RESUMO:** O uso da irrigação por aspersão, associada à altas doses de fertilizantes,

altura de plantas, eliminação do acamamento e a produtividade de grãos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Oryza sativa* L. BRS esmeralda. Regulador vegetal. Acamamento de plantas. Irrigação por aspersão.

**ABSTRACT:** The use of sprinkler irrigation, coupled with high doses of fertilizers, such as nitrogen fertilizer, in some upland rice cultivars tend to be larger and thus susceptible to bedding, making it difficult to harvest and causing losses in productivity. An option to decrease the stature of rice plants, and with that the lodging, would be the use of plant regulators. The objective of this study was to evaluate the effect of doses of ethyl-trinexapac (zero, 37.5, 75.0, 112.5 and 150.0 g ha<sup>-1</sup> of i.a.) and times of application (6th leaf, 7th leaf and 8th leaf completely formed in the main stem) during the development of sprinkler irrigated upland rice crop. The experimental design was a randomized complete blocks, arranged in a 5x3 factorial scheme, with four repetitions. The research was developed in the experimental area of the Engineering University-UNESP at the Ilha Solteira, São Paulo State, Brazil – Campus, located in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil, during the season of 2016/17, using the cultivar BRS Esmeralda. Plant height, grain yield and number of panicles per square meter were evaluated. In the rainy season with strong winds, on the eve of the harvest, the plots where they did not receive the ethyl trinexapac completely lodging. It is concluded that ethyl-trinexapac should be applied on the occasion of the sixth leaf at the dose of 84 g of i.a. ha<sup>-1</sup> or at the seventh leaf at the dose of 71 g of i.a. ha<sup>-1</sup>, considering the reduction of plant height, lodging elimination and grain yield.

**KEYWORDS:** *Oryza sativa* L. BRS Esmeralda. Vegetable regulator. Bedding plants. Sprinkler irrigation.

## 1 | INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como o principal alimento de mais da metade da população mundial. Destaca-se por ser a terceira maior cultura cerealífera do mundo. A China é o maior produtor de arroz do mundo, com 209,5 milhões de toneladas de grãos, e o Brasil ocupa o nono lugar produzindo 10,6 milhões de toneladas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2016).

A safra 2018/19 apresenta estimativa nacional de área destinada à rizicultura na ordem de 1.817,2 mil hectares. Desse total, cerca de 75% (1.359,9 mil hectares) corresponde ao cultivo irrigado de arroz e os outros 25% (457,3 mil hectares) estão relacionados ao sistema de produção em condição de sequeiro (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2019).

Uma das alternativas para atender o consumo interno é o aumento da produtividade da cultura, o que pode ser alcançado no ecossistema de terras altas com a utilização da irrigação por aspersão. O cultivo do arroz de terras altas sob sistemas

de irrigação por aspersão favorece regiões onde ocorrem períodos de veranicos que coincidam com estádios vegetativos determinantes da qualidade e produtividade de grãos (CRUSCIOL et al., 2008).

O crescimento excessivo das plantas de arroz, cultivadas em sistema de terras altas, causados por fatores diversos como, a utilização de cultivares com porte alto não adaptadas a irrigação por aspersão, adubação nitrogenada em excesso, manejo inadequado da irrigação, adensamento excessivo de semeadura tem causado frequentemente acamamento das plantas, assim nessas condições torna-se viável a utilização de reguladores de crescimento com objetivo de reduzir a altura das plantas minimizando assim o acamamento (YAMASHITA, 2013).

O etil-trinexapac é um regulador com forte ação na inibição da alongação dos entrenós, o que reduz a altura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e perdas na produtividade associadas a esse fenômeno (RODRIGUES et al., 2003). O acamamento afeta a estrutura morfológica essencial (desenvolvimento dos colmos e tamanho das folhas) para o uso eficiente de carboidratos e sua translocação para os grãos e, quanto mais cedo ocorre, maior será a redução no rendimento e na qualidade dos grãos (ZANATTA; OERLECKE, 1991), além de dificuldades na colheita.

A capacidade de reduzir a altura e alterar a arquitetura das plantas pode aumentar a incidência solar nas folhas e a taxa fotossintética, como também melhorar o aproveitamento dos fotoassimilados para a produção de grãos, antes destinados ao desenvolvimento vegetativo (ARF et al., 2012).

A redução na altura das plantas de arroz é maior a partir de aplicações na diferenciação floral, uma vez que o tamanho das plantas de arroz é determinado pelo alongamento dos últimos quatro entrenós, e inicia-se com a iniciação do primórdio da panícula, sendo que o alongamento do último entrenó determina a emergência da panícula através da bainha da “folha bandeira” (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). A época de aplicação do produto interfere expressivamente na redução de crescimento da cultura.

Sendo assim, a pesquisa teve como objetivo avaliar o uso do etil-trinexapac no desenvolvimento e produtividade do arroz BRS Esmeralda associada a épocas de aplicação de acordo com o desenvolvimento da planta utilizando a escala de COUNCE et al. (2000).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi realizado no ano agrícola 2016/17 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22’ de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22’ de Latitude Sul, com altitude de 335 metros.

O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso,

A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA-EMBRAPA, 2006). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

Antes da instalação do experimento, foi coletada amostra composta, originada de 20 amostras simples do solo da área experimental, na camada de 0 a 20 cm. As características químicas da área, segundo método descrito por Raij e Quaggio (1983), apresentou os seguintes valores: M.O.= 18 g dm<sup>-3</sup>; P resina= 16 mg dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,8; K= 8,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca= 12 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 12 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 15 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e V = 68%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso disposto em esquema fatorial 5x3, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco doses de etil-trinexapac (zero; 37,5; 75,0; 112,5 e 150,0 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), aplicado em três estádios distintos de desenvolvimento das plantas. A avaliação dos estádios de desenvolvimento da cultura foi efetuada seguindo a escala de COUNCE et al. (2000), descrita na Tabela 1. As aplicações das doses de etil-trinexapac foram realizadas com o desenvolvimento da 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> folha do colo principal. A diferenciação da panícula (R1) ocorre no estágio de sete folhas expandidas, independente da cultivar e época de semeadura adotadas (FREITAS et al., 2006).

Estádios de desenvolvimento de plântula	
S0 -	Semente seca de arroz
S1 -	Emergência do coleótilo ou radícula
S2 -	Emergência do coleótilo e radícula
S3 -	Emergência do perfilo do coleótilo
Estádios de desenvolvimento vegetativo	
V1 -	Colar formado na 1 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V2 -	Colar formado na 2 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V3 -	Colar formado na 3 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V4 -	Colar formado na 4 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V5 -	Colar formado na 5 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V6 -	Colar formado na 6 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V7 -	Colar formado na 7 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V8 -	Colar formado na 8 <sup>a</sup> folha do colmo principal
V9 – (VF-4) -	Colar formado na 9 <sup>a</sup> folha do colmo principal, faltando 4 folhas para o surgimento da folha bandeira
V10 – (VF-3) -	Colar formado na 10 <sup>a</sup> folha do colmo principal, faltando 3 folhas para o surgimento da folha bandeira.
V11 – (VF-2) -	Colar formado na 11 <sup>a</sup> folha do colmo principal, faltando 2 folhas para o surgimento da folha bandeira.
V12 – (VF-1) -	Colar formado na 12 <sup>a</sup> folha do colmo principal, faltando 1 folha para o surgimento da folha bandeira.
V13 – (VF) -	Colar formado na folha bandeira.
Estádios de desenvolvimento reprodutivo	
R0 -	Iniciação da panícula
R1 -	Diferenciação da panícula



R2 -	Formação do colar na folha bandeira
R3 -	Exserção da panícula
R4 -	Antese
R5 -	Elongação do grão
R6 -	Expansão do grão
R7 -	Maturidade de um grão da panícula
R8 -	Maturidade completa da panícula

**Tabela 1.** Escala de Counce et al. (2000).

Counce et al. (2000), desenvolveram uma escala de idade fisiológica da cultura do arroz, dividida em: estádios de desenvolvimento de plântula, vegetativo e reprodutivo, dessa forma, há maior entendimento do desenvolvimento da planta e melhoria nas condições de manejo da cultura (SOSBAI, 2016).

O preparo do solo foi realizado com escarificador e gradagem para nivelamento. A semeadura foi realizada em 05/11/2016 utilizando quantidades de sementes necessárias para se obter 180 plantas  $m^{-2}$  da cultivar BRS Esmeralda. Junto com as sementes foi realizado o tratamento de sementes com piraclostrobina ( $25 g L^{-1}$ ) + tiofanato metílico ( $225 g L^{-1}$ ) + fipronil ( $250 g L^{-1}$ ) na dose de  $2 mL kg^{-1}$  de semente, visando controle de pragas de solo. As parcelas foram constituídas por cinco linhas com 4,5 m de comprimento espaçadas 0,35 m entre si.

A emergência das plântulas ocorreu em 11/11/2016. A cultivar BRS Esmeralda possui como principais características a alta produtividade, plantas vigorosas com boa arquitetura e senescência tardia (“stay green”). Seus grãos são longo-finos e apresentam ótima qualidade de cocção. É um cultivar de ampla adaptação e estabilidade de cultivo nas principais regiões produtoras do Brasil, apresentando tolerância a veranicos superior às demais cultivares do mercado (EMBRAPA, 2014).

A adubação mineral nos sulcos de semeadura bem como a cobertura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Cantarella e Furlani (1996), e foi constituído de  $250 kg ha^{-1}$  do formulado 8-28-16 e  $60 kg ha^{-1}$  de N (sulfato de amônio).

O fornecimento de água utilizado foi através de um sistema fixo de irrigação convencional por aspersão com precipitação média de 3,3 mm/hora nos aspersores.

O etil-trinexapac foi aplicado na forma de jato dirigido, com pulverizador costal manual, com volume de calda aproximado de  $200 L ha^{-1}$ , utilizando-se bico hidráulico tipo jato cônico vazio. As aplicações foram realizadas no período da tarde, das 17 às 18h, com ausência ou pouca incidência de vento.

O manejo de plantas daninhas foi realizado utilizando herbicidas em pré-emergência (pendimethalin,  $1.400 g ha^{-1}$  do i.a.) e em pós-emergência (metsulfuron-metil,  $2 g ha^{-1}$  do i.a.). As demais plantas daninhas não atingidas pelos herbicidas foram controladas manualmente com auxílio de enxada. Foi realizada uma aplicação de trifloxystrobina + tebuconazol ( $75+150 g ha^{-1}$  do i.a.) com o objetivo de prevenir

possível ocorrência de brusone; também foi aplicado thiamethoxam (25 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) para controle do percevejo do colmo. A colheita foi realizada manualmente no dia 20/02/2017 aos 102 dias após a emergência das plântulas (DAE).

A avaliação dos estádios de desenvolvimento da cultura do arroz foi realizada de acordo com Freitas et al. (2006), os quais avaliaram dez plantas identificadas na linha intermediária de cada tratamento e foram acompanhados o desenvolvimento dessas plantas durante todo o ciclo.

Quanto às avaliações da cultura, a altura das plantas foi realizada no estágio de grãos na forma pastosa, determinando cinco pontos por parcela. A medição foi realizada na área, avaliando a distância média compreendida da superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta. O número de panícula m<sup>-2</sup> foi determinado pela contagem do número de panículas em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente calculado por metro quadrado. A produtividade foi determinada pela pesagem dos grãos em casca, provenientes da área útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância, em seguida, por regressão polinomial para o estudo das doses do regulador de crescimento, ajustando-se modelos de equações lineares e quadráticas significativas pelo teste F. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR desenvolvido por Ferreira (2007).

### 3 | RESULTADOS E DICUSSÃO

Os valores de altura de plantas, panículas m<sup>-2</sup> e produtividade estão apresentados na Tabela 2. O desdobramento dessa interação significativa encontra-se na Tabela 3. Em relação à altura das plantas é possível verificar redução na altura das plantas em relação as épocas e doses. De modo geral, a redução da altura das plantas de arroz pode estar associada ao fato dos reguladores de crescimento atuar em nível de metabolismo da síntese de giberelinas, hormônios que entre outras ações promovem alongamento celular (DAVIES, 1995).

Tratamentos	Altura de plantas (m)	Panículas m <sup>-2</sup>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Épocas de aplicação			
6 folhas	0,98	290	6.314
7 folhas	0,89	283	6.013
8 folhas	0,79	263	4.396
Doses de etil-trinexapac (g do i.a.ha <sup>-1</sup> )			
0	1,02	284	5.788
37,5	0,96	295	6.415
75,0	0,86	290	5.771
112,5	0,84	262	5.023
150,0	0,76	264	4.876

	Valores de F		
Épocas (E)	54,51*	2,13 <sup>ns</sup>	63,00*
Doses (D)	41,07*	1,52 <sup>ns</sup>	14,04*
E*D	6,21*	2,01 <sup>ns</sup>	15,06*
C.V. (%)	6,43	15,14	10,43

**Tabela 2.** Valores médios de altura de plantas (m), panículas por metro quadrado e produtividade dos grãos em arroz de terras altas irrigado por aspersão influenciado por doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac, Selvíria(MS), Safra 2016/17.

n.s -não significativo e \* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de épocas de aplicação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Épocas	Altura de plantas (m)					Análise Regressão
	Doses de etil-trinexapac (g do i.a ha <sup>-1</sup> )					
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	1,04	1,02 a	0,97 a	0,97 a	0,89 a	RL*( <sup>1</sup> )
7 folhas	0,98	0,97 ab	0,91 a	0,86 b	0,75 b	RL* ( <sup>2</sup> )
8 folhas	1,04	0,90 b	0,69 b	0,68 c	0,62 c	RQ* ( <sup>3</sup> )

DMS = 0,098

**Tabela 3.** Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à altura de plantas. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. D.M.S. – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey; RL=Regressão linear e RQ=Regressão Quadrática. (<sup>1</sup>)  $y = -0,000847x + 1,0445$  (R<sup>2</sup> = 0,85); (<sup>2</sup>)  $y = -0,00156x + 1,0155$  (R<sup>2</sup> = 0,92) e (<sup>3</sup>)  $y = 0,000021x^2 - 0,0058x + 1,0564$  (R<sup>2</sup> = 0,97).

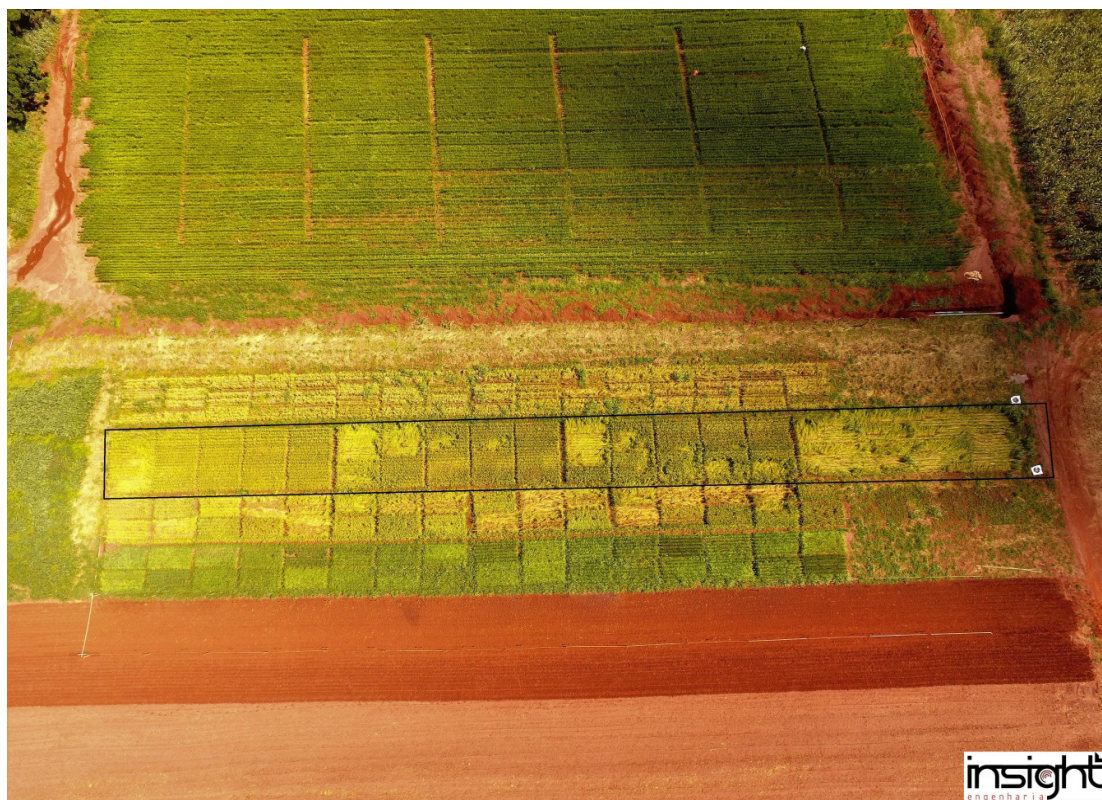
Para a altura de plantas e observando doses dentro de épocas de aplicação obtiveram-se equações lineares para a aplicação do regulador por ocasião da 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> folhas, e equação quadrática quando aplicado por ocasião da 8<sup>a</sup> folha. Foi possível observar que a altura de plantas diminui em ambos os casos com a aplicação do regulador de crescimento.

O ajuste da equação quadrática da altura foi com a dose de 138 g ha<sup>-1</sup> de etil-trinexapac aplicada por ocasião da 8<sup>a</sup> folha, apresentou redução na altura do cultivar BRS Esmeralda em 0,36 m em relação à testemunha, e propiciou o menor valor de estatura das plantas quando comparada as aplicações por ocasião da 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> folha.

Semelhante aos resultados observados por Zagonel e Fernandes (2007), ao avaliarem em oito cultivares de trigo o uso de épocas (entre o 1<sup>o</sup> e o 2<sup>o</sup> nó e entre o 2<sup>o</sup> e o 3<sup>o</sup> nó perceptível) e doses de aplicação do etil-trinexapac (0, 31,2, 62,5, 93,7, 125,0 e 156,2 g do i.a. ha<sup>-1</sup>), com doses de nitrogênio (50 e 240 kg ha<sup>-1</sup>), observaram que a altura de plantas foi menor, quanto mais tardia a época de aplicação do etil-trinexapac, o que pode reduzir muito o comprimento do último entrenó (pedúnculo), com isso parte ou toda a espiga fica retida na bainha da folha bandeira, interferindo na antese e na formação dos grãos.

A diminuição da altura de plantas evita o acamamento da cultura, fato este visualizado a campo, quando às vésperas da colheita ocorreu uma chuva de vento

muito forte e as parcelas em que não receberam o etil-trinexapac acamaram totalmente (Figura 1).



**Figura 1-** Imagem aérea realizada com drone, em destaque área experimental com parcelas acamadas. Selvíria, MS, Brasil, 2016/2017.

Fonte: Insight Engenharia

O etil-trinexapac é um regulador de crescimento vegetal que atua na síntese de giberelinas, a partir do GA12-aldeído, inibindo, a partir deste, a síntese de giberelinas de alta eficiência biológica, como GA1, GA4, GA9 e GA20. Dessa forma, em função de sua ação, as plantas têm dificuldade de formação dessas giberelinas ativas e passam a sintetizar e acumular giberelinas biologicamente menos eficientes, como GA8, GA17, GA19, o que leva, na prática, à drástica redução no alongamento celular (crescimento), sem causar deformação morfológica no caule (TAIZ e ZEIGER, 1998).

Além da redução na altura de plantas por meio do uso de reguladores de crescimento, visando minimizar ou proporcionar ausência de acamamento. Esse resultado é expressivo quando associado a diversos fatores, como épocas de aplicação, época de semeadura, doses, condições de ambiente, estado nutricional e fitossanitário da cultura (RODRIGUES et al., 2003).

Para os valores de panículas por metro quadrado não ocorreu interação significativa em relação às doses e as épocas. Fato este também observado por Arf et al. (2012) em algumas cultivares testadas aliadas a doses de etil-trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Neste caso específico o etil-trinexapac pode ter influenciado na formação de perfilhos de ordem mais elevada, como os terciários e quaternários (ALVAREZ, 2003).



No que se refere à produtividade de grãos observando doses dentro de épocas, obteve-se equações quadráticas na aplicação do regulador por ocasião da 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> folha, com ponto de máxima produtividade estimada com as doses de 84 e 71 g do i.a ha<sup>-1</sup>, respectivamente e linear na 8<sup>a</sup> folha (Tabela 4).

Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )						
Épocas	Doses de etil-trinexapac (g do i.a.ha <sup>-1</sup> )					Análise Regressão
	0	37,5	75,0	112,5	150,0	
6 folhas	5.573 a	6.390 a	6.959 a	6.567 a	6.083a	RQ <sup>*(1)</sup>
7 folhas	5.642 a	6.353 a	6.602 a	5.706 a	5.765 a	RQ* (2)
8 folhas	6.148 a	6.501 a	3.753 b	2.797 b	2.780 b	RL* (3)
DMS = 999,11						

**Tabela 4.** Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à produtividade de grãos. Selvíria (MS), Safra 2016/17.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. D.M.S. – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey.

RL= Regressão linear e RQ= Regressão Quadrática.

<sup>(1)</sup>  $y = -0,18 x^2 + 30,33 x + 5566,16$  ( $R^2 = 0,96$ ); <sup>(2)</sup>  $y = -0,124 x^2 + 17,58 x + 5743,61$  ( $R^2 = 0,59$ ) e <sup>(3)</sup>  $y = 27,84 x + 6484$  ( $R^2 = 0,83$ ).

Foi possível verificar que as doses de 75,0; 112,5; e 150,0 g do i.a. ha<sup>-1</sup> aliadas a aplicação do regulador na 8<sup>a</sup> folha reduz significativamente a produtividade em relação às aplicações na 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> folhas. Fato este que já poderia ser esperado, devido ao menor comprimento das plantas, retardando o desenvolvimento para enchimento de grãos podendo acarretar prejuízos na produtividade.

Alvarez et. al (2007) constataram que a aplicação de doses e épocas do regulador etil-trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão, reduziu a altura da planta e influenciou negativamente a produtividade dos grãos e nos componentes de produção, utilizando o cultivar Primavera e com aplicação do regulador por ocasião do perfilhamento das plantas. Porém Yamashita (2013) não verificou efeito significativo entre épocas de aplicação (diferenciação floral, ½ dose na diferenciação floral e ½ no emborrachamento e no emborrachamento) e doses (zero, 50, 75, 100, 125 e 150 g do i.a. ha<sup>-1</sup>) de etil-trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão.

O momento e os modos de aplicação do regulador de crescimento têm sido alvo de pesquisa, pois seus efeitos sobre a produção demonstram-se inconsistentes, verificando-se aumento de produtividade em alguns casos e, em outros, diminuição (BUZETTI et al., 2006).

#### 4 | CONCLUSÃO

O etil-trinexapac deve ser aplicado por ocasião da sexta folha na dose de 84 g do i.a. ha<sup>-1</sup> ou por ocasião da sétima folha na dose de 71 g do i.a. ha<sup>-1</sup>, considerando a redução da altura de plantas, eliminação do acamamento e a produtividade de grãos.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R.C.A. **Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (15N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais**. 2003. 87 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; RODRIGUES, J.D.; ALVAREZ, A.C.C. **Aplicação de reguladores vegetais na cultura de arroz de terras altas**. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.29, p.241-249, 2007.
- ARF, O. et al. **Uso de etil-trinexapac em cultivares de arroz de terras altas**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 150-158, abr./jun. 2012.
- BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n.12, p. 1731-1737, 2006.
- CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Coords.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2018/19**: quarto levantamento, janeiro 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.
- CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P.; MATEUS, G.P. Grain quality of upland rice cultivars in response to cropping systems in the Brazilian tropical savanna. **Scientia Agricola**, v.65, n.5, p.468-473, 2008.
- DAVIES. P. J. **Plant hormones physiology biochemistry and molecular biology**. 2.ed. Netherlands: Klumer Academic Publishes, 1995. 823 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA– EMBRAPA. **BRS Esmeralda**: cultivar de arroz de terras altas com elevada produtividade e maior tolerância à seca. Santo Antônio de Goiás: Embrapa/Arroz e Feijão, 2014. 4p. (Comunicado Técnico, 215).
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2007. (SISVAR 5. 1.).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Production**: crop. Rome: FAO, 2016. Disponível em: <[http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity)>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 2006. 589 p.
- FREITAS, T. F. S.; SILVA, P. R. F; STRIEDER, M. L.; SILVA, A. A. Validação de escala de desenvolvimento para cultivares brasileiras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p.404-410, 2006.



RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. (Boletim técnico, 81).

RODRIGUES O.; DIDONET A.D.; TEIXEIRA M. C. C.; ROMAN E. S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. (Circular técnica, 14).

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO- SOSBAI. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

YAMASHITA, A. S. T. **Doses e épocas de aplicação de etil-trinexapac em arroz de terras altas irrigado por aspersão**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2013.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

ZANATTA, A. C. A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agronômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) Thell. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 1001-1016. 1991.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alan Mario Zuffo** - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-286-9

