

● REVISTA

ISSN 2447-4924 (Impressa)  
ISSN 2447-598X (Digital)

# INOVA

## Ciência & Tecnologia

Volume 5 • N. 1 • Jan./Jun., 2019



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Triângulo Mineiro

● REVISTA

# INOVA

## Ciência & Tecnologia

V. 5 • N. 1 • Jan./Jun., 2019

# EXPEDIENTE



## REITOR

Dr. Roberto Gil Rodrigues Almeida

## PRÓ-REITOR DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

Dr. Humberto Marcondes Estevam – IFTM

## DIRETOR DE PESQUISA E INOVAÇÃO

Dr. Carlos Antônio Alvarenga Gonçalves – IFTM

## EDITOR CHEFE

Dr. Adelar José Fabian – IFTM

## EDITORES ADJUNTOS

Dr. Márcio José de Santana – IFTM

Dr. Valdeci Orioli Júnior – IFTM

Dr. Victor Peçanha de Miranda Coelho – IFTM

## EDITORES ASSOCIADOS

Dr. Adelar José Fabian – IFTM

Dr. Antenor Roberto Pedroso da Silva – IFTM

Dr. Arcangelo Loss - UFSC

Dra. Fernanda Barbosa Borges Jardim – IFTM

Dr. Henrique Gualberto Vilela Penha – IFTM

Dra. Katiuchia Takeuchi - UFMT

Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino – IFTM

Dr. Rodrigo Campiolo - UTFPR

Dr. Welisson Marques - IFTM

## REVISÃO DA LÍNGUA INGLESA E PORTUGUESA

Esp. Joyce Gracielle de Sousa Braga – IFTM

Dra. Maria Amélia da Silva Campos Souza – IFTM

Me. Marcelo Sedassari Galvão – IFTM

## REVISORES LÍNGUA INGLESA

Lic. Carolina Pereira Campos – IFTM

Drª Valeska Virgínia Soares Souza - IFTM

## REVISORA LÍNGUA PORTUGUESA

Ma. Mariângela Castejon – IFTM

## NORMALIZAÇÃO

Esp. Elis Ane de Oliveira Vieira – IFTM

Esp. Fabiane Neli de Carvalho - IFTM

Esp. Fernanda Imaculada Faria – IFTM

Esp. Fernanda Faustino Nogueira Nunes – IFTM

Esp. Sandra Mara Trindade – IFTM

## SECRETARIA EXECUTIVA

Esp. Elia Cristina Alves dos Santos – IFTM

## SUORTE TI

Esp. Eduardo de Oliveira Araújo – IFTM

Esp. Wendell Albino Silva – IFTM

## EDITORES DE LAYOUT

Esp. Danilo Silva de Almeida – IFTM

Bel. Marcos Roberto Capuci Lima - IFTM

Revista Inova Ciência & Tecnologia / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro. V. 5, n. 1, (jan./jun., 2019) – Uberaba, MG: Editora IFTM, 2019.

Semestral  
ISSN 2447-4924 (Impressa)  
ISSN 2447-598X (Digital)

1. Pesquisa. Pesquisa científica. Periódicos. I. Instituto Federal do Triângulo Mineiro

CDD-001.4

## ● SUMÁRIO

### AGRONOMIA

QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE CULTIVARES DE  
FEIJÃO-COMUM EM RESPOSTA A REPOSIÇÕES HÍDRICAS NO SOLO ..... 5

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE  
FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS..... 12

EFEITO DO EXTRATO DE TIRIRICA NO ENRAIZAMENTO  
E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA AMOREIRA-PRETA..... 18

DIFERENTES FUNGICIDAS NO CONTROLE DA  
FERRUGEM DO CAFEIEIRO ..... 25

### CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

SENSORY PROFILE OF SOYBEAN EXTRACTS MADE WITH  
GENOTYPES SPECIAL FOR HUMAN CONSUMPTION ..... 30

APLICAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE CUSTOS,  
BASEADO NO MÉTODO ABC, EM UMA PRODUÇÃO DE MINIPIZZA ..... 36

### CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS

A RELAÇÃO DO ÍNDICE DE EMPREGO E RENDA DOS  
MUNICÍPIOS MINEIROS COM A ARRECADAÇÃO PARA O INSS..... 44

### ZOOTECNIA

REGIONAL STUDY OF ACTION *IN VITRO* OF COMMERCIAL  
ACARICIDES ON THE CATTLE TICK..... 51

### CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ELEIÇÕES PRESIDENCIAIS 2014 NO BRASIL: ANÁLISE DOS  
RESULTADOS DO SEGUNDO TURNO POR MEIO DA LEI DE  
NEWCOMB-BENFORD PARA O SEGUNDO DÍGITO..... 56

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL (CDI) NO ENSINO DA  
FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM ESTUDO ..... 64

A PLATFORM FOR DETECTION AND RESOLUTION OF  
CONFLICTS AMONG MULTIPLE NORMS IN MULTI-AGENT SYSTEMS ..... 74

### EDUCAÇÃO

O TRABALHO DOCENTE NO ENSINO SUPERIOR E AS  
POLÍTICAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO CONTEXTO  
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL..... 84



## ● AGRONOMIA

# QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM EM RESPOSTA A REPOSIÇÕES HÍDRICAS NO SOLO

Stefany Silva de Souza\*<sup>1</sup>, Márcio José de Santana<sup>2</sup>, Leandro Borges Lemos<sup>3</sup>,  
Taynara Tuany Borges Valeriano<sup>1</sup>, Tatiana Pagan Loeiro da Cunha<sup>4</sup>.

**ABSTRACT:** A cultivar empregada e a quantidade de água fornecida à cultura são fatores capazes de influenciar na qualidade tecnológica de grãos, sobretudo para o feijoeiro de inverno, cujo suprimento hídrico é por meio de irrigação. O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Triângulo mineiro (IFTM), Campus Uberaba, sob irrigação por aspersão convencional. O objetivo com este trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica dos grãos de cultivares de feijoeiro, submetidas a reposições de água no solo, na safra de inverno. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições, disposto em um esquema fatorial 4x4. Os tratamentos consistiram de quatro cultivares (BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, IAC Alvorada e Pérola) e quatro reposições de água no solo (70%, 100%, 130% e 160% da evapotranspiração da cultura). Foram determinadas as características de qualidade tecnológica dos grãos: hidratação, tempo de cocção e proteína bruta. A cultivar BRSMG Majestoso foi a que menos hidratou e a IAC Alvorada apresentou máxima capacidade de hidratação em um menor tempo. A cultivar Pérola foi a que necessitou de maior tempo para cocção e, juntamente com a IAC Alvorada, apresentou maior quantidade de proteína bruta. Verificou-se que não houve efeito das lâminas de irrigação nas características avaliadas.

**Keywords:** Lâmina de irrigação. *Phaseolus vulgaris*. Tempo de cocção. Proteína bruta. Pós-colheita.

## GRAIN TECHNOLOGICAL QUALITY OF COMMON BEANS CULTIVARS IN RESPONSE HYDRIC REPLACEMENTS IN THE SOIL

**RESUMO:** The cultivar employed and the amount of water supplied to the crop is factored capable of influencing the technological quality of grains, especially for the winter bean, whose water supply is through irrigation. The experiment was conducted at the Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), campus Uberaba, under conventional aspersion irrigation. The objective with this work was to evaluate the technological quality of bean cultivars, submitted to soil water replenishment, in the winter season. The experimental design was a randomized block design with three replicates, arranged in a 4x4 factorial scheme. The treatments consisted of four cultivars (BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, IAC Alvorada and Pérola) and four replenishments of soil water (70%, 100%, 130% and 160% of crop evapotranspiration). The technological quality characteristics of the grains were determined: hydration, cooking time and crude protein. The cultivar BRSMG Majestoso was the one that less hydrated and the IAC Alvorada presented maximum hydration capacity in a shorter time. Perola cultivar record the longest cooking time and, together with IAC Alvorada, presented the highest amount of crude protein. It was verified that there was no effect of the irrigation slides on the characteristics evaluated.

**Palavras-chave:** Irrigation water depth. *Phaseolus vulgaris*. Cooking time. Crude protein. Post-harvest.

\*Autor correspondente: [stefany\\_souzakz@hotmail.com](mailto:stefany_souzakz@hotmail.com)

1 Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus Jaboticabal - SP. Jaboticabal, SP, Brasil. [stefany\\_souzakz@hotmail.com](mailto:stefany_souzakz@hotmail.com) ; [taynarabvaleriano@gmail.com](mailto:taynarabvaleriano@gmail.com)

2 Doutor em Engenharia Agrícola. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM). Uberaba, MG. Brasil. [marciosantana@iftm.edu.br](mailto:marciosantana@iftm.edu.br)

3 Doutor em Agronomia. Professor Assistente na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus Jaboticabal. Jaboticabal, SP. Brasil. [leandrobl@fca.unesp.br](mailto:leandrobl@fca.unesp.br)

4 Doutora em Agronomia. Professora na Faculdade Campo Real. Guarapuava, PR. Brasil. [tatiana.pagan@hotmail.com](mailto:tatiana.pagan@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais importantes componentes da dieta alimentar do brasileiro, por ser reconhecidamente uma excelente fonte proteica, além de possuir bom conteúdo de carboidratos, vitaminas, minerais e fibras (BRIGIDE; CANNIATTI-BRAZACA, 2011). Essa é uma cultura de destaque nos cenários agrícola e econômico do país (CONAB, 2018), podendo ainda ser produzida em diversas localidades com até três safras por ano.

A safra de terceira época do feijão ou feijoeiro de inverno é, geralmente, conduzida com maior nível tecnológico e por meio de irrigação. Assim, considerando-se a grande sensibilidade da cultura ao excesso ou déficit hídrico (SANTANA et al., 2008; SILVA et al., 2017), torna-se essencial o fornecimento da lâmina de água correta para o feijoeiro, além de que esta lâmina pode ser variável quanto à cultivar utilizada. Dessa forma, o suprimento hídrico ideal reflete em adequado desenvolvimento da cultura e produtividade de grãos de elevada qualidade tecnológica.

O termo qualidade tecnológica refere-se às características de aspectos culinários e nutricionais dos grãos de feijão. Assim, por constituírem aspectos que condicionam a agradabilidade do consumidor e, conseqüentemente, acarretam no comércio ou não dos grãos, devem ser consideradas nas pesquisas com a cultura do feijoeiro. Algumas das principais características físicas e químicas relacionadas à avaliação da qualidade tecnológica dos grãos são capacidade de hidratação, tempo de cocção e teor de proteína (SILVA et al., 2011).

Visando, então, agradar ao paladar e adaptar à realidade da população, aumentando a comercialização

do produto, buscam-se cultivares e práticas de manejo que proporcionem alto teor de proteína, redução do tempo de cocção, rápida capacidade de hidratação e alta expansão volumétrica de grãos. Embora existam trabalhos sobre a influência de cultivares (BLAIR et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012) e de práticas de manejo (AMARAL et al., 2016; FLÔRES et al., 2017) na qualidade tecnológica de grãos de feijão, o estudo destas características em virtude de lâminas de irrigação aplicadas em cultivares são escassos, mas de extrema necessidade, principalmente quando se trata de feijoeiro de inverno, cuja irrigação é fundamental.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade tecnológica de cultivares de feijoeiro de inverno, submetidas a reposições de água no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, *Campus* Uberaba - MG, entre as coordenadas geográficas 19° 39' 19" S de latitude e 47° 57' 27" W de longitude, e 800 m de altitude. O clima do local, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido, com inverno frio e seco (Aw), com precipitação e temperatura média anual de 1500 mm e 21°C, respectivamente.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras, à profundidade de 0,0 - 0,2 m, para a realização da análise química do solo (Tabela 1) e da textura. O solo da área experimental é de topografia plana e foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura Franco-Arenosa com 77% de areia, 11% de silte e 12% de argila.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	M.O.
(H <sub>2</sub> O)	mg dm <sup>-3</sup>	-----				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				%	dag kg <sup>-1</sup>
6,5	10,5	56	2,8	0,9	0,0	1,5	3,8	3,8	5,3	71,9	1,4

As equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, segundo modelo de Genuchten (1980), foram obtidas de acordo com Dourado Neto et al. (1995) e encontram-se na (Tabela 1). Com o auxílio do software SWRC versão 3.0 (Soil Water Retention Curve), foram obtidos os parâmetros de ajuste das equações. A obtenção da curva de água no solo foi realizada no mês de janeiro de 2014 em amostras indeformadas no Laboratório de Relação Solo-Planta, do IFTM *Campus* Uberaba, MG. Para as tensões de 2 kPa, 4 kPa, 6 kPa, 8 kPa e 10 kPa, foi utilizado o método do funil de placa porosa (Funil de Haines) e, para as tensões de 33 kPa, 100 kPa, 500 kPa e 1500 kPa, a câmara de pressão de Richards.

As equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo para as camadas de 0-20

e 20-40 cm de profundidade encontram-se na Tabela 2. A obtenção da curva de água no solo foi realizada com amostras indeformadas no Laboratório de Relação Solo-Planta do IFTM *Campus* Uberaba, MG. A densidade média do solo para as camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, obtida pelo método do cilindro de Uhland, forneceu valores de 1,18 e 1,22 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente. A umidade correspondente a capacidade de campo é de 0,23 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. A tensão média de água na camada de 0-20 cm do solo é 11 kPa, cujo valor foi obtido na umidade da capacidade de campo através de hastes tensiométricas, conforme proposto em Bernardo et al. (2006).

Por meio de uma estação meteorológica, próximo à área experimental (600 m), foram coletados os seguintes dados climáticos: velocidade do vento, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperatura e

radiação solar. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo empregado um esquema fatorial 4 x 4, constituído por quatro níveis de reposição de água no solo (70%, 100%, 130% e 160% da evapotranspiração da cultura) e quatro cultivares de feijoeiro (BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, IAC Alvorada e Pérola). Cada parcela experimental foi constituída de cinco linhas de plantio com cinco metros de comprimento. As plantas localizadas ao centro da parcela, em uma área equivalente a 2 m<sup>2</sup>, foram utilizadas para coleta de dados.

**Tabela 2.** Equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo.

Camada (cm)	Equação	R <sup>2</sup>
0 - 20	$\theta = \frac{0,42}{\left[1 + (1,32 * \psi_m)^{4,6}\right]^{0,11}} + 0,115$	0,911
20 - 40	$\theta = \frac{0,38}{\left[1 + (0,899 * \psi_m)^{6,83}\right]^{0,13}} + 0,225$	0,936

$\theta$ =umidade volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);  $\psi_m$ =potencial matricial (kPa)

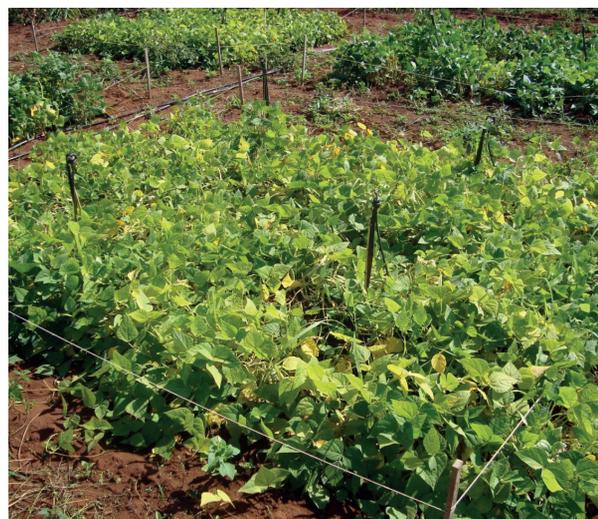
Foi realizada uma subsolagem, uma aração e uma gradagem no solo da área experimental. A semeadura foi realizada em 20 de maio de 2011 na profundidade de 3 cm acima do fertilizante de semeadura, com 15 sementes por metro, permitindo-se 12 plantas por metro após emergência.

As doses totais de nutrientes NPK seguiram recomendação de Chagas et al. (1999) para o nível tecnológico NT4, sendo as coberturas com nitrogênio (30 kg ha<sup>-1</sup>) e potássio (10 kg ha<sup>-1</sup>) realizadas aos 25 e 40 dias após semeadura (DAS). O zinco (2 kg ha<sup>-1</sup>) e o boro (1 kg ha<sup>-1</sup>) foram aplicados no plantio juntamente com fósforo, nitrogênio e potássio.

Foi realizado, antes da semeadura, o tratamento das sementes com fungicida à base de fludioxonil (2 mL kg<sup>-1</sup>) e inseticida à base de tiametoxam (2,5 mL kg<sup>-1</sup>). O controle fitossanitário ocorreu preventivamente, aos 25 e 45 DAS, buscando o controle das principais doenças e pragas: antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*), mosca branca (*Bemisia tabaci*) e vaquinha (*Diabrotica speciosa*). Os produtos utilizados foram o fungicida azoxystrobin (80 g ha<sup>-1</sup>) e o inseticida imidacloprido (15 g ha<sup>-1</sup>).

A irrigação foi por meio de quatro microaspersores autocompensantes, elevando-os para simular aspersão convencional (Figura 1), com sobreposição de 40% e vazão de 26 L h<sup>-1</sup>, por unidade experimental. Baterias de tensiômetros foram instaladas a profundidades de 0,1 e 0,3 m, em todos os tratamentos para controle do armazenamento de água no solo. Foram utilizados turnos de rega de dois dias para reposição de água no solo. No momento da implantação do experimento, foram realizados testes para a determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação. A uniformidade média obtida no sistema foi de 89%.

**Figura 1.** Irrigação na parcela experimental do feijoeiro por meio de microaspersores autocompensantes, simulando aspersão convencional. Uberaba, MG, 2011.



Fonte: Souza et al. (2018)

As lâminas de irrigação foram determinadas por meio das equações 1, 2 e 3, sendo considerado como 100% de reposição. As demais lâminas de reposição foram em relação à aplicada em 100%.

$$LB = \frac{ETc}{Ea} \quad (1)$$

em que,

Ea - eficiência de aplicação do sistema de irrigação (0,9);

ETc - evapotranspiração da cultura (acumulado de dois dias, mm).

$$ETc = ET_o \cdot Kc \cdot Ks \quad (2)$$

em que,

ETo - evapotranspiração de referência (acumulado de dois dias, mm);

Kc - coeficientes da cultura (SANTANA et al., 2008), encontra-se na Tabela 2.

Ks - coeficiente de umidade do solo.

$$ET_o = Kt \cdot EV \quad (3)$$

em que,

Kt - coeficiente do tanque classe A;

EV - evaporação do tanque classe A (mm).

**Tabela 3.** Coeficiente de cultura (Kc) para diferentes estágios de desenvolvimento do feijoeiro.

Estágios	Kc
Inicial	0,50
I	0,53
II	0,81
III	1,07
IV	0,78

Inicial – semeadura a germinação; I – germinação até 10% da cobertura do solo; II – 10% da cobertura do solo até 80% da cobertura do solo; III – 80% da cobertura do solo até o início do amadurecimento; IV – início do amadurecimento até colheita.

Após a colheita (19 de agosto de 2011), os grãos foram pesados e tiveram seu grau de umidade medido para correção do peso de 13% em base úmida. A determinação da umidade foi realizada em medidor padrão no Laboratório de Relação Solo-Planta do IFTM *Campus* Uberaba, MG. Os grãos foram armazenados por cinco meses em câmara seca à temperatura de 25°C e com umidade relativa variando entre 35% a 40%. As análises referentes à qualidade tecnológica, como capacidade de hidratação, tempo de cocção e teor de proteína bruta, foram realizadas no Laboratório de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), *Campus* Jaboticabal. As amostras de grãos foram previamente homogeneizadas e classificadas em peneira de furos oblongos 12/64 x 3/4” (4,76 x 19,05 mm).

A capacidade de hidratação foi determinada conforme Farinelli e Lemos (2010), em amostras de 50 g de grãos de feijão, colocadas em 200 mL de água destilada durante 12 horas. Nas primeiras quatro horas, o volume de água não absorvido foi determinado com auxílio de proveta graduada a cada 30 minutos e, nas 8 horas restantes, a cada hora. Ao final do tempo previsto para a hidratação, a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. Durante o teste, a temperatura média da água foi de 25°C. Obteve-se a quantidade de água absorvida pela diferença entre a massa final e a inicial. A relação de hidratação foi obtida pela razão entre a massa final e a inicial da amostra. Foi realizado também, o estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL) para determinar o tempo necessário para a máxima hidratação dos grãos de feijão.

O tempo de cocção foi obtido com o auxílio do Cozedor de Mattson, quando 50% + 1 (13) dos 25 estiletes se deslocavam, penetrando os grãos de feijão. O conjunto cozedor mais grãos de feijão ficaram dentro de água fervente (96°C), mantida em temperatura e nível de água constantes. Previamente, os grãos permaneceram em hidratação em água destilada durante um período de 12 horas. A proteína bruta (PB) foi determinada pela equação 4

$$PB = N \text{ total} \times 6,25 \quad (4)$$

em que,

N total - teor de N nos grãos, obtido pelo método de Kjeldahl (GALVANI; GAERTNER, 2006).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade e de variância por meio da aplicação dos testes Shapiro-wilk e F, respectivamente. Com ocorrência de diferenças de ordem significativa, os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os efeitos significativos de lâminas de irrigação e da interação cultivares x lâminas de irrigação foram avaliados por meio de análise de regressão polinomial. Utilizou-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas aplicadas durante a condução do experimento em cada reposição de água, foram: 316,95 mm (70%); 433,50 mm (100%); 550,05 mm (130%) e 666,60 mm (160%). Houve uma precipitação pluvial de 36,80 mm durante a fase experimental. As tensões médias de retenção da água no solo verificadas para as cultivares IAC Alvorada, Pérola, BRSMG Majestoso e BRSMG Madrepérola foram, respectivamente de 25,9; 25,15; 18,69 e 23,70 kPa.

Inicialmente, verificou-se que o conjunto de dados analisados seguiu distribuição normal (Shapiro-Wilk = 0,98; P = 0,47). Quanto às variáveis analisadas, houve efeito significativo apenas dentre as cultivares, visto que as lâminas de água e a interação destas lâminas com as cultivares, não provocaram diferença nas características de capacidade de hidratação, tempo de cocção e teor de proteína bruta.

Sobre a capacidade de hidratação, verificou-se que a cultivar BRSMG Majestoso foi a que menos respondeu à absorção de água, pois apresentou menor valor de relação de hidratação (Tabela 3). Para o feijoeiro, busca-se que a massa de água absorvida seja semelhante à massa inicial dos grãos colocados em embebição. Sendo assim, a maior resposta para a capacidade de hidratação corresponde à proximidade de relação de hidratação ao valor 2,0, já que este valor reflete 100% de absorção de massa de água igual ao da massa inicial dos grãos (CARMEIS FILHO et al., 2014).

**Tabela 3.** Relação de hidratação (RH) média de grãos de feijão em função das cultivares.

Cultivares	RH
BRSMG Madrepérola	1,99 a
BRSMG Majestoso	1,96 b <sup>1</sup>
IAC Alvorada	1,98 a
Pérola	1,98 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo o Teste Scott- Knott.

Além disso, ainda em relação à capacidade de hidratação, apenas a cultivar IAC Alvorada atingiu a máxima hidratação em embebição na água, dentro do período de 12 h (Tabela 4). Este processo pelo qual os grãos de feijão ficam imersos em água por determinado período tem como principal benefício a redução de substâncias antinutricionais (YASMIN et al., 2008), como o tanino (OLIVEIRA et al., 2001). Para isto, o hábito

dos consumidores é colocar os grãos de feijão imersos em água na noite anterior ao preparo das refeições, o que faz com que o tempo preconizado como ideal para máxima hidratação de uma cultivar seja em torno de 12 h (FARINELLI ; LEMOS, 2010).

**Tabela 4.** Tempo para máxima hidratação (TMH em hora:minuto) e relação de hidratação dos grãos de feijão, em função de cultivares e reposição hídrica.

Cultivares	Reposição de Água (%)	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	TMH (h:m)
BRSMG Madrepérola	70	$y = -0,000043x^2 + 0,107x - 2,445$	0,98	20:48
	100	$y = -0,000041x^2 + 0,105x - 1,796$	0,98	21:15
	130	$y = -0,000029x^2 + 0,095x - 1,764$	0,98	27:19
	160	$y = -0,000056x^2 + 0,114x - 2,041$	0,98	16:54
BRSMG Majestoso	70	$y = -0,000065x^2 + 0,114x + 0,262$	0,99	14:38
	100	$y = -0,000051x^2 + 0,107x - 1,270$	0,99	17:49
	130	$y = -0,000067x^2 + 0,118x - 1,114$	0,99	14:41
	160	$y = -0,000074x^2 + 0,121x - 0,506$	0,99	13:39
IAC Alvorada	70	$y = -0,000121x^2 + 0,137x + 8,873$	0,91	11:25
	100	$y = -0,000131x^2 + 0,141x + 10,705$	0,88	11:46
	130	$y = -0,000134x^2 + 0,147x + 8,570$	0,92	09:09
	160	$y = -0,000125x^2 + 0,140x + 8,383$	0,92	09:21
Pérola	70	$y = -0,000045x^2 + 0,103x - 0,552$	0,99	19:07
	100	$y = -0,000057x^2 + 0,107x + 1,573$	0,99	15:36
	130	$y = -0,000051x^2 + 0,104x - 0,483$	0,99	16:57
	160	$y = -0,000058x^2 + 0,107x + 1,361$	0,99	15:19

x = tempo para hidratação (minutos) e y = quantidade de água absorvida (mL). R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

A existência de diferenças na composição centesimal de grãos entre as cultivares pode ser fator influenciador na capacidade de hidratação. Isto porque, devido a ação de polifenóis, ao ocorrer polimerização do tegumento e lignificação de cotilédones, possibilita, respectivamente, interferência na penetração de água e limitação do potencial do grão se hidratar (MOURA, 1998). Amaral et al. (2016) verificaram tempo para máxima hidratação dos grãos de feijão da cultivar pérola entre 13 e 15 h. Enquanto Mingotte et al. (2013) constataram que aproximadamente 9 h em embebição foi suficiente para máxima hidratação de grãos de 17 cultivares de feijoeiro, incluindo neste estudo a cultivar pérola. Este fato demonstra que o tempo para máxima hidratação pode variar tanto quanto à cultivar de feijoeiro utilizada como também em relação às práticas de manejo e ambiente que a cultivar for submetida.

Quanto ao tempo de cocção, a cultivar Pérola foi a que apresentou maior valor (Tabela 5). Esta cultivar também se mostrou com maior tempo de cocção ao ser comparada com IAC Alvorada e IAC Diplomata (CARBONELL et al., 2008) e com BRSMG Majestoso (ABREU et al., 2006). Entretanto, de acordo com a classificação de Proctor e Watts (1987) que caracteriza a resistência dos grãos de feijão à cocção, em uma escala que varia entre menor que 16 minutos (muito suscetível) a maior que 36 (muito resistente), o tempo médio das cultivares em estudo enquadrou-se no intervalo de 16 a 20 minutos, o que corresponde a uma sus-

tabilidade média. Assim, os tratamentos pertencem a uma categoria abaixo do nível de resistência normal à cocção (21 a 28 minutos), indicando que estas cultivares são consideradas de rápida cocção, atributo que favorece à aceitabilidade comercial (DELFINO et al., 2010).

**Tabela 5.** Tempo de Cocção (TC) médio de grãos de feijão em função das cultivares.

Cultivares	TC médio (minutos)
BRSMG Madrepérola	16,75 a <sup>1</sup>
BRSMG Majestoso	17,80 a
IAC Alvorada	17,63 a
Pérola	19,56 b

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo o Teste Scott-Knott.

Um aspecto importante é que a facilidade de cocção é atribuída, normalmente, aos grãos que absorvem mais água (DELFINO et al., 2010). Esta afirmação se opõe ao verificado neste estudo com a cultivar pérola, mas concorda para as cultivares BRSMG Madrepérola e IAC Alvorada, que se destacaram em relação à relação de hidratação dos grãos (Tabela 3) e necessitaram de menores tempos para a cocção (Tabela 4). Alguns fatores que influenciam o tempo de cocção são: capacidade de absorção de água e características do tegumento do grão (SCHOLZ ; FONSECA JÚNIOR, 1991).

Para a proteína bruta, as cultivares que apresentaram maior teor foram Pérola e IAC Alvorada (Tabela 6). Mingotte et al. (2013) constataram maior valor de teor de proteína bruta para a cultivar Pérola, ao estudarem 17 cultivares na safra de inverno na cidade de Jaboticabal, do estado de São Paulo. Carneiro et al. (2012), entretanto, verificaram que a cultivar Pérola apresentou teor de proteína (21,8%) inferior à BRSMG Madrepérola (24,2%) e BRSMG Talismã (23,7%) em estudos conduzidos em várias regiões de Minas Gerais. Assim, constata-se que o teor de proteína bruta dos grãos de feijão é um fator que varia com práticas de manejo, como a adubação nitrogenada (FLÔRES et al., 2017), local de cultivo, condições climáticas e cultivares utilizadas (FARINELLI ; LEMOS, 2010), cuja influência se dá pelo genótipo (BLAIR et al., 2010).

**Tabela 6.** Proteína Bruta (PB) média de grãos de feijão em função das cultivares.

Cultivares	PB média (g kg <sup>-1</sup> )
BRSMG Madrepérola	174,27 b <sup>1</sup>
BRSMG Majestoso	180,47 b
Pérola	199,79 a
IAC Alvorada	208,91 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo o Teste Scott-Knott.

Visto que não houve diferença estatística entre as lâminas de água e interação das lâminas com as cultivares utilizadas, observa-se que o intervalo para relação de hidratação, tempo de cozimento e proteína bruta foi, respectivamente, 1,957 a 2,00, 16,06 a 20,68 minutos e 164,79 a 230,42 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 8).

Atribui-se a suficiência hídrica alcançada nos quatro níveis de reposição de água no solo como justificativa para a não diferença entre estes tratamentos, o que permitiu que a cultura sobrevivesse e produzisse grãos de alta qualidade tecnológica. Silva et al. (2017) demonstraram que níveis de irrigação abaixo de 100 % da ETc afeta processos fisiológicos de sobrevivência do feijoeiro. Assim, visto que, como as lâminas irrigadas foram a partir de 316,95 mm e com a adição da precipitação pluvial, os valores se enquadram dentro do intervalo, 250 a 350 mm, considerado ideal para a cultura do feijoeiro por Stone e Moreira (2001).

**Tabela 8.** Relação de Hidratação (RH), Tempo de Cocção (TC) em minutos e Proteína Bruta (PB) em g kg<sup>-1</sup> do feijoeiro para cada reposição de água em função das cultivares.

Variável	Cultivares	Reposição de água (%)			
		70	100	130	160
RH	Pérola	1,993	1,987	1,973	1,980
	IAC Alvorada	1,983	1,977	1,977	1,977
	BRSMG Majestoso	1,963	1,957	1,963	1,963
	BRSMG Madrepérola	2,000	1,990	1,990	1,990
TC	Pérola	18,49	19,50	19,55	20,68
	IAC Alvorada	18,25	17,20	17,94	17,11
	BRSMG Majestoso	19,02	18,73	17,64	15,79
	BRSMG Madrepérola	17,45	16,24	17,25	16,06
PB	Pérola	230,42	180,83	179,38	208,54
	IAC Alvorada	195,42	212,92	208,54	218,75
	BRSMG Majestoso	158,96	227,50	170,63	164,79
	BRSMG Madrepérola	166,25	177,92	175,00	177,92

## CONCLUSÕES

1 - Para as características de qualidade tecnológica constatou-se que não houve interferência das reposições de água no solo.

2 - As cultivares Pérola, IAC Alvorada e BRSMG Madrepérola foram as que mais hidrataram, com destaque da IAC Alvorada que teve a máxima capacidade de hidratação em um período menor que 12 horas.

3 - Quanto ao tempo de cocção, a cultivar Pérola foi a que manifestou um maior valor.

4 - As cultivares Pérola e IAC Alvorada foram as que apresentaram maior quantidade de proteína bruta.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P; SANTOS, J.B. dos et al. **BRSMG Majestoso**: mais uma opção de cultivar de grão carioca para o Estado de Minas Gerais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, 2p. (Comunicado Técnico, nº 134)

AMARAL, C.B.; PINTO, C.C.; FLÔRES, J. de A.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p. 1602-1609, 2016.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BLAIR, M.W.; GONZÁLEZ, L.F.; KIMANI, P.M.; BUTARE, L. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 121, n.02, p.237-248, 2010.

BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Avaliação dos efeitos da cocção e irradiação na composição do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n.1, p. 97-102, 2011.

CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F.; ITO, A.F. et al. IAC-Alvorada and IAC-Diplomata: new common bean cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.8, p. 163-166, 2008.

CARMEIS FILHO, A.C. de A; CUNHA, T.P.L. da; MINGOTTE, F.L.C.; AMARAL, C.B. do A.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p. 66-75, 2014.

CARNEIRO, J.E. de S. BRSMG Madrepérola: common bean cultivar with late-darkening Carioca grain. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.12, n.4, p. 163-166, 2008.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J.M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L.T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B.; LANA, R.M.Q.; RIBEIRO, A.C. Recomendação adubação para o feijão. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-308.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 5, n. 9, junho. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em 15 jun. 2018.

DELFINO, R.A. de; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade proteica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 308-312, 2010.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPANS, J. W.; PARLANGE, M. B. **Programa SWRC** (Version 1.00): Soil-Water Retention Curve (Software). Piracicaba: ESALQ; Davis: University of Califórnia, 1995. 2 disquetes.

- FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Qualidade nutricional e tecnológica de genótipos de feijão cultivados em diferentes safras agrícolas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 759-764, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p.1039-1042, 2011.
- FLORES, J. de A.; AMARAL, C.B. do; PINTO, C.C.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B. Agronomic and qualitative traits of common bean as a function of the straw and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.47, n.2, p. 195-201, 2017.
- GALVANI, F.; GAERTNER, E. **Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta**. Embrapa Pantanal, Corumbá, n. 63, 2006. (Circular Técnica).
- MINGOTTE, F.L.C.; GUARNIERI, C.C. de O.; FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Desempenho produtivo e qualidade pós-colheita de genótipos de feijão do grupo comercial carioca cultivados na época de inverno-primavera. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.5, p. 1101-1110, 2013.
- Moura, A.C.C. **Análises físico-químicas e enzimáticas antes e após armazenamento em grãos de feijão (Phaseolus vulgaris L.) submetidos a diferentes tempos e tipos de secagem**. 1998. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- OLIVEIRA, A.C. de; QUEIROZ, K. da S.; HELBIG, E.; REIS, S.M.P.M.; CARRARO, F. O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência, rafinose, estaquiase e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrition**, Caracas, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.
- OLIVEIRA, P. O.; VIEIRA, N.M.B.; SOUZA, H.C.; MORAIS, A.R.; ANDRADE, M.J.B. Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1831-1838, 2012.
- PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson Bean Cooker procedure base don sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Toronto, v.20, n.1, p.9-14, 1987.
- SANTANA, M.J. de; CARVALHO, J. de A.; MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE, M.J.B. de; BRAGA, J.C.; GERVÁSIO, G.G. Coeficiente de cultura e análise do rendimento do feijoeiro sob regime de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.1, p.92-112, 2008.
- SCHOLZ, M. B. S.; FONSECA JUNIOR, N. S. Influência ambiental, genotípica e sua interação na qualidade tecnológica do feijão do grupo preto no Paraná.. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999b. p. 389-392. (v. 1)
- SILVA, D.M.R.; SANTOS, J.C.C. dos; COSTA, R.N.; ROCHA, A.O.; LIMA, A.N. da S.; SANTOS, S.A.; SANTOS SILVA, L.K. dos S. Resposta do feijoeiro a lâminas de água aplicada em relação à evapotranspiração da cultura. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v.38, n.2, p.71-77, 2017.
- SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade e características tecnológicas de cultivares de feijão em resposta à calagem superficial em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 196 – 205, 2011.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p. 473-481, 2001.
- YASMIN, A.; KHALIL, A.W.; PARACHA, G.M.; KHATTAK, A.B. Effect of Processing on Anti-nutritional Factors of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris*) Grains. **Food and Bioprocess Technology**, v.1, n.4, p.415-419, 2008.

## ● AGRONOMIA

# DESEMPENHO AGRÔNOMICO DE CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS

\*Taynara Tuany Borges Valeriano<sup>1</sup>, Rodrigo de Moraes Borges<sup>2</sup>, Fernando da Silva Almeida<sup>3</sup>,  
Onésio Francisco da Silva Neto<sup>2</sup>, Márcio José de Santana<sup>4</sup>, Kárita Almeida Silva<sup>2</sup>.

**RESUMO:** O feijão-caupi, popularmente conhecido como fradinho ou feijão-de-corda, é amplamente cultivado na região norte e nordeste do país, no entanto, possui baixos níveis de produtividade, devido aos poucos investimentos em tecnologia. A escolha do cultivar, bem como a densidade de plantas adotada é de suma importância para atingir produtividades elevadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de quatro cultivares de feijão-caupi em diferentes espaçamentos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, num esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro cultivares de feijão-caupi (BRS Itaim, BRS Novaera, BRS Tumucumaque e BRS Guariba) e quatro densidades de semeadura (60.000, 100.000, 140.000 e 180.000 plantas ha<sup>-1</sup>). As variáveis avaliadas foram: altura de inserção da primeira vagem, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade. As cultivares que apresentaram melhor desempenho agrônomico foram, BRS Guariba, BRS Tumucumaque e BRS Itaim. As diferentes densidades populacionais testadas não interferiram nas variáveis agrônomicas avaliadas.

**Palavras-chave:** Densidade populacional. Feijoeiro. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

## AGRONOMIC PERFORMANCE OF COWPEA CULTIVARS IN THE FUNCTION OF PLANT POPULATION

**ABSTRACT:** Cowpea, popularly known as fradinho or string bean, is widely cultivated in the north and northeast of the Brazil, however, it has low levels of yield due to the few investments in technology. The choice of cultivar as well as the density of plants adopted is of paramount importance in order to achieve high yields. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of four cultivars of cowpea at different plant densities. The experimental design was a randomized complete block design, in a 4x4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of four cultivars of cowpea (BRS Itaim, BRS Novaera, BRS Tumucumaque and BRS Guariba) and four plant densities (60,000, 100,000, 140,000 and 180,000 plants ha<sup>-1</sup>). The evaluated variables were: height of insertion of the first pod, length of pod, number of grains per pod, mass of 100 grains and yield. The cultivars that presented the best agronomic performance were BRS Guariba, BRS Tumucumaque and BRS Itaim. The different plant densities tested did not interfere in the agronomic variables evaluated.

**Keywords:** Beans. Population density. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

\* Autor correspondente: taynarabvaleriano@gmail.com

1 Doutoranda em Produção Vegetal. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP, Brasil. taynarabvaleriano@gmail.com;

2 Engenheira Agrônomo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil.

rodrigodemb@gmail.com ; onesioneto@gmail.com ; karitaalmeidasilva@gmail.com

3 Doutorando em Produção Vegetal. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil. fernandosilva@iftm.edu.br

4 Professor, Dr. em Irrigação e Drenagem. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil. marciosantana@iftm.edu.br;

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, geradora de emprego e renda para milhares de pessoas (ALMEIDA, 2014). A área total plantada no mundo é de aproximadamente 10,4 milhões de hectares, sendo que o maior produtor é a Nigéria (FAO, 2016). No Brasil, a área plantada na safra de 2016/2017 foi de 458 mil ha, com um rendimento médio de 416 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018).

Apesar da baixa produtividade, a cultura vem sendo utilizada como uma alternativa durante a entressafra, numa diversidade de sistemas de produção e níveis tecnológicos, obtendo-se produtividades superiores a 2500 kg ha<sup>-1</sup> (FREIRE FILHO et al., 2011). Rico em proteínas de elevada qualidade biológica e em aminoácidos essenciais como tiamina e fibras dietéticas, o feijão-caupi é um dos principais componentes da dieta alimentar dos brasileiros, principalmente nas regiões norte e nordeste (SANTOS et al., 2017).

O Nordeste do Brasil é a principal região produtora de feijão-caupi, no entanto, sua produção expandiu-se para o Sudeste brasileiro. O Estado de Minas Gerais, tem expressivo mercado consumidor e produção de feijão-caupi. Contudo, esta produção é limitada por vários fatores, especialmente pelo baixo nível tecnológico utilizado nas lavouras e ausência de cultivares recomendadas para as condições edafoclimáticas do Triângulo Mineiro (SOUZA et al., 2018).

Considerado como cultura de subsistência familiar o feijão-caupi ainda carece de informações técnicas e de pesquisas sobre o melhor manejo da cultura, tais como: cultivares recomendadas, população de plantas, controle de plantas daninhas, insetos e doenças (GECCON; MATOSO, 2011), afim de incrementar a produtividade do feijão-caupi.

Um dos principais fatores determinantes na produção é a escolha do cultivar. A escolha correta do cultivar para um determinado ambiente e sistema de produção são de grande importância para obtenção de bons rendimentos (SILVA JUNIOR et al., 2015). Outro fator de grande

importância é a densidade de semeadura, a mesma influencia os componentes de produção e a produtividade final da cultura (PEDROZO et al., 2013).

De acordo com Cardoso et al. (2005), o porte da planta apresenta influência sobre a resposta do feijão-caupi ao adensamento populacional, visto que a densidade e o arranjo de plantas determinam o grau de competição e o estágio em que ela será mais intensa entre as plantas (BEZERRA et al., 2009). De acordo com Cardoso et al. (2013), o gerenciamento da densidade de plantas tem como principal objetivo aumentar a eficiência do dossel na interceptação da radiação incidente, os autores ainda constataram que o rendimento de grãos e o número de vagens por área responderam quadraticamente ao aumento da densidade de plantas, enquanto resposta linear decrescente foi observada para o número de vagens por planta.

Diante do exposto o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho agronômico de cultivares de feijão-caupi em função da densidade de plantas, na região de Uberaba - MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, localizado no município de Uberaba - MG, situada à 19° 39' 19" S e 47° 57' 27" W e de 795 m acima do nível do mar. O solo é de topografia plana, do tipo Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013). Foi realizada a classificação do clima conforme a Thornthwaite (1948), sendo um clima do tipo B<sub>1r</sub>B<sub>4a</sub>', úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica, megatérmico e com evapotranspiração relativa inferior a 48 mm. Com precipitação anual de 1476 mm e temperatura média de 21,9 °C.

O solo da área foi amostrado e enviado ao laboratório de fertilidade do solo LABFERT em Uberaba-MG para posterior análise dos níveis de fertilidade. As adubações de semeadura e de cobertura foram de acordo com a análise química do solo (Tabela 1) e segundo as recomendações de Melo, Cardoso e Salviano (2005).

**Tabela 1** Atributos químicos do solo, camada arável (0-0,2m), antes da instalação do experimento.

Prof (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	M.O <sup>(1)</sup> (dag kg <sup>-1</sup> )	P (resina) -----(mg dm <sup>-3</sup> )-----	K	H <sup>+</sup> Al -----(cmolc dm <sup>-3</sup> )-----	Ca	Mg	CTC	v (%)
0-20	6,0	1,10	22,7	90,0	2,6	2,13	1,6	6,56	60,38

**Fonte:** LABFERT/Uberaba - MG (2015). (1) matéria orgânica.

O preparo do solo consistiu de aração a 30 cm de profundidade, seguida por duas gradagens. A abertura dos sulcos e a adubação de semeadura foram realizadas com o auxílio de uma semeadora de levante hidráulico. A semeadura ocorreu no dia 29 de outubro de 2015 e a colheita no dia 22 de janeiro de 2016. O controle de plantas espontâneas foi feito por meio de capina manual dentro das parcelas e utilização de roçadeira mecânica entre parcelas.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições,

em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro cultivares de feijão-caupi, de porte ereto/semiereto (BRS Guariba, BRS Tumucumaque, BRS Novaera e BRS Itaim) semeadas em quatro densidade de plantas (60.000, 100.000, 140.000 e 180.000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Cada parcela foi constituída por quatro fileiras com 5 m de comprimento espaçadas em 0,50 m entre si. A área útil para coleta de dados foi constituída pelas duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m de cada uma das extremidades da fileira de semeadura, perfazendo-se uma área útil de 4,0 m<sup>2</sup>.

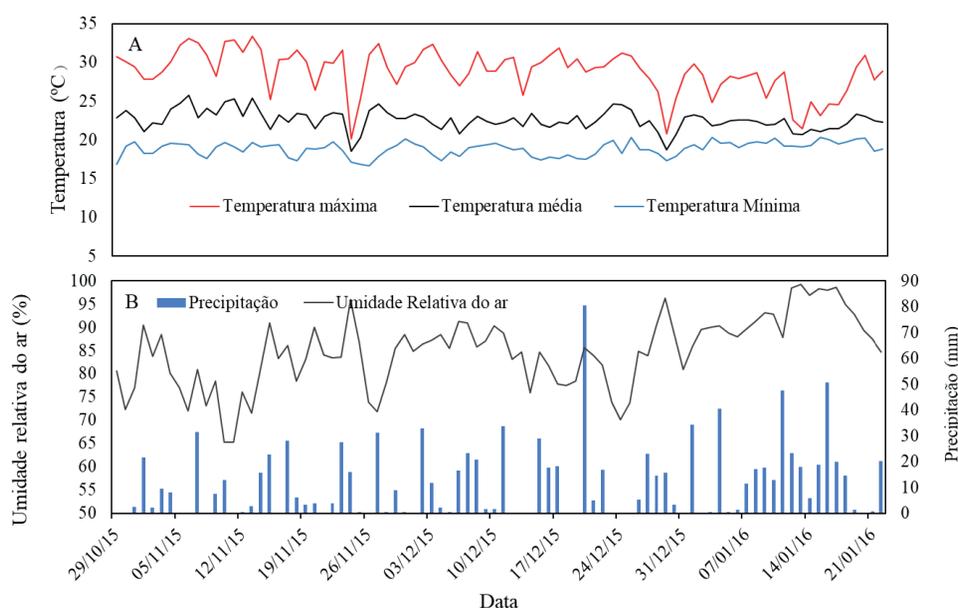
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliadas as seguintes características do feijão-caupi: altura de inserção da primeira vagem (cm) (AL 1ª), determinada no final do ciclo de cada cultivar; comprimento das vagens (CV); número de grãos por vagem (NGV); massa de 100 grãos (MCG) e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) (PG).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio da aplicação do teste F e na ocorrência de diferenças de ordem significativa os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR para Windows versão 5.6.

Os valores médios de temperatura máxima e mínima foram 29,3°C e 19,05°C, respectivamente, mostrando que o cultivo ocorreu dentro dos padrões de temperatura, pois o bom desenvolvimento da cultura ocorre na faixa de temperatura de 18 a 34 °C (Figura 1). Temperaturas abaixo de 18°C podem causar o retardamento do florescimento, enquanto que temperaturas acima de 34°C podem provocar o abortamento de flores. A precipitação pluvial total foi de 998,8 mm, ou seja, superior aos 300 mm necessários para uma produção satisfatória. (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2002).

**Figura 1** Temperatura máxima, média e mínima



(A); umidade relativa do ar e precipitação B), durante a condução do experimento em Uberaba – MG.

**Fonte:** Valeriano et al. (2019).

De acordo com a análise estatística, houve diferença significativa para todas as variáveis em função das cultivares empregadas, ao nível de significância de 1%. Entretanto, não houve interação entre os fatores, cultivares e densidade de semeadura (Tabela 2).

**Tabela 2** Resumo da análise de variância dos dados relativos à altura de inserção da primeira vagem (AL 1ª), comprimento de vagem (CV), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG). Uberaba, MG, 2015/2016.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		AL 1ª (cm)	CV (cm)	NGV	MCG (g)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
Cultivares (C)	3	207,6*	43,82*	34,92*	38,81*	8600136,37*
Densidades (D)	3	21,31 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	1,49 <sup>NS</sup>	3,59 <sup>NS</sup>	217990,16 <sup>NS</sup>
Interação C x D	9	24,82 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	1,66 <sup>NS</sup>	5,08 <sup>NS</sup>	199128,15 <sup>NS</sup>
CV (%)		8,77	4,81	11,29	11,65	26,85
Média geral		73,04	18,91	11,83	20,21	1.170,62

\*significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F, <sup>NS</sup> não significativo, pelo teste F; GL = grau de liberdade.

A densidade de plantas não influenciou na altura de inserção da primeira vagem. Entretanto, houve diferenças entre as cultivares, na qual BRS Itaim e BRS Novaera obtiveram as maiores médias. Fator este, que é importante para que o potencial de colheita mecanizada seja maximizado. Plantas com maior altura de inserção apresentam menores riscos de apodrecimento de vagem pelo contato com o solo (SILVA et al. 2014) (Tabela 3).

Silva et al., (2013) constataram que as cultivares BRS Guariba e BRS Novaera, quando cultivadas na microrregião de Chapadinha-MA, apresentaram valores inferiores de altura de inserção da primeira vagem, sendo de 14,24 cm e 16,67 cm, respectivamente. Matoso (2014), também encontrou valores abaixo dos observados neste estudo para ambas cultivares, quando semeadas em Botucatu-SP, sendo 24,1 cm e 20,5 cm, respectivamente. As condições edafoclimáticas podem ser a causa dessa diferença entre os resultados obtidos nesse estudo e os dos autores acima.

Para o comprimento de vagens, a cultivar BRS Guariba obteve a maior média, 21,12 cm. Essa mesma cultivar obteve ainda o maior número de grãos por vagem, 13,42, seguida do cultivar BRS Tumucumaque, com 12,56. Já para a massa de 100 grãos os maiores valores foram obtidos pelas cultivares BRS Itaim e BRS Novaera, com 21,28 g e 21,76g, respectivamente.

Além das diferenças genotípicas que podem ter causado essas diferenças entre as cultivares, outro fator associado é as condições climáticas, de acordo com Didonet & Silva (2004), temperaturas altas, que geralmente estão associadas à alta radiação, diminuem o número de dias para o florescimento e reduzem o ciclo de vida do feijoeiro. Segundo Lopes et al. (2011), a variável número de grãos por vagem (NGV) é afetada pelo déficit hídrico, de forma mais agravante quando o mesmo ocorre durante a fase de enchimento de grãos, ocasionando o aborto dos últimos grãos, fornecendo uma maior quantidade de carboidrato aos grãos mais velhos e excluindo-se os grãos mais novos, obtendo-se assim valores de NGV menores. Estes mesmos autores afirmam ainda que tal variável, mesmo sofrendo influência das condições climáticas, está mais relacionada com as características intrínsecas de cada cultivar, ou seja, as características genotípicas.

Os resultados destas variáveis que estão relacionadas estritamente com a produtividade final, se assemelham aos encontrados por Silva et al., (2013), em que o comprimento de vagem e número de grãos por vagem, das cultivares BRS Guariba e BRS Novaera foram próximos aos encontrados neste trabalho, sendo de 21,23 cm e 16,38 cm para comprimento de vagem e 14,06 e 10,54 grãos por vagem. Cardoso, Ribeiro e Melo (2013) verificaram em experimento no cerrado do leste maranhense, avaliando a performance da densidade de plantas em cultivares comerciais de feijão-caupi, valores de comprimento de vagem (19 cm), número de grãos por vagem (12) e massa de 100 grãos (21,8 g) para a cultivar BRS Itaim. Neste mesmo trabalho avaliando também a cultivar BRS Tumucumaque, encontraram, em média, 20 cm de comprimento de vagem, 12,5 grãos por vagem e 20,8 g de massa de 100 grãos.

Santos et al. (2013) avaliando o desempenho produtivo de cultivares de feijão-caupi no agreste paraibano, encontraram, em média, 16,78 cm de comprimento de vagem, 11,37 grãos por vagem e massa de 100 grão de 21,52 g para a cultivar BRS Guariba. Já Junior Públio (2014) em experimento com objetivo de avaliar a qualidade de sementes e características agrônomicas de genótipos de feijão-caupi cultivados em Vitória da Conquista-BA, dentre os genótipos avaliados, constavam as BRS Itaim, BRS Novaera, BRS Tumucumaque e BRS Guariba, encontrou valores inferiores aos verificados neste trabalho, exceto para massa de 100 grãos, sendo que cultivar BRS Guariba e BRS Novaera, apresentaram valores próximos de comprimento de vagem, sendo 16,26 cm e 15,41 cm, e mesma quantidade média de grãos por vagem, sendo 8 vagens. Porém o peso de 100 grãos da BRS Novaera foi maior (31,58 g), o que vai de encontro com os valores do presente trabalho, levando em conta suas devidas proporções.

Locatelli et al. (2014), afirmam que a massa de 100 grãos (MCG) apresenta maior resistência às alterações induzidas pelas condições ambientais e que tal fator de produção pode refletir uma relação fonte dreno, evidenciada no momento em que há a redução da MCG, justificada pela limitação da produção na fonte. Esta limitação na fonte pode ocorrer em função, principalmente, do aumento do número de vagens, da interferência da irrigação na taxa fotossintética da planta e da translocação de fotoassimilados.

**Tabela 3** Médias observadas das variáveis avaliadas no desempenho agrônomico de quatro cultivares de feijão-caupi em Uberaba - MG. Legenda: altura de inserção da primeira vagem (AL1<sup>a</sup>), comprimento de vagem (CV), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG). Uberaba, MG, 2015/2016.

Cultivares	Variáveis				
	AL1 <sup>a</sup> (cm)	CV (cm)	NGV	MCG (g)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
BRS Itaim	76,25 a*	17,73 b*	11,32 b*	21,28 a*	1.478,50 a*
BRS Novaera	76,06 a	17,69 b	10,03 c	21,76 a	254,75 b
BRS Tumucumaque	70,28 b	19,18 b	12,56 a	19,33 b	1.665,75 a
BRS Guariba	69,60 b	21,15 a	13,42 a	18,48 b	1.569,00 a
CV (%)	8,77	4,83	11,29	11,27	26,85

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade.

As cultivares que obtiveram as maiores médias de produtividade, quando semeadas nas condições edafoclimáticas de Uberaba – MG, foram a BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BRS Itaim (Tabela 3). Resultados superiores foram encontrados por Teixeira et al., (2010) e Silva (2011), os autores obtiveram valores de produtividade acima de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar BRS Guariba. Enquanto que, Cardoso et al. (2013) encontraram médias de produtividades próximas as do atual estudo, principalmente para a cultivar BRS Itaim, onde o valor da produção média foi de 1.763 kg ha<sup>-1</sup>. Almeida (2014), também obteve valores maiores de produtividade para a cultivar BRS Tumucumaque, demonstrando o potencial produtivo da mesma nas condições de cultivo no cerrado.

A cultivar que apresentou o menor valor de produtividade quando semeada na região de Uberaba-MG foi a BRS Novaera, com uma média de 254,75 kg ha<sup>-1</sup>. Valor este inferior aos obtidos por Miranda Neto et al., (2013). Esta cultivar apresentou maior sensibilidade ao efeito da chuva na fase de colheita, as consequências foram, queda de vagens acentuada, além de brotações dos grãos nas vagens, o que afetou no valor final da produção.

No que diz respeito às condições climáticas, de acordo com Locatelli et al. (2014), a disponibilidade de água é fator relevante a ser considerado quando se pretendem ganhos na produtividade de grãos do feijão-caupi o que pode ser obtido com um manejo adequado que proporcione a maximização da eficiência do uso da água.

## CONCLUSÃO

A densidade de plantas não influenciou no desempenho das cultivares, sendo que a cultivar que obteve o melhor desempenho, nas condições edafoclimáticas do Triângulo Mineiro foi a BRS Guariba, pois a mesma se destacou quanto o comprimento de vagens, 21,12 cm, no número de grãos por vagem, 13,42 e na produtividade com 1.569,00 kg ha<sup>-1</sup>. Em seguida, os melhores desempenhos foram das cultivares, BRS Tumucumaque e BRS Itaim. A cultivar BRS Novaera não expressou todo o seu potencial produtivo, em função de problemas climáticos no momento da colheita.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.S. **Desempenho agrônomo e qualidade tecnológica de cultivares de feijão-caupi em função da época de semeadura em Uberaba-MG**. Jaboticabal, 2014. 33 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- BEZERRA, A. A. C. et al. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Df., v. 44, n. 10, 2009.
- CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; LIMA, M. G. de. Ecofisiologia e manejo de plantio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2005. p. 212-228.
- CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; MELO, F. B. Performance da densidade de plantas em cultivares comerciais de feijão-caupi nos cerrados do leste Maranhense. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira grãos - 2018. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_01\\_11\\_14\\_17\\_49\\_graos\\_4o\\_levantamento.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_11_14_17_49_graos_4o_levantamento.pdf)>. Acesso em: 22. jan. 2018.
- CULTIVO do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina: Embrapa Meio Norte. 2002.
- DIDONET, A. D.; SILVA, S. C. Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 13-15, 2004.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- FOOD and agriculture organization - fao faostat. **Crops**. Cow peas, dry . [S. l.: s.n., 2016]. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.
- GECCON, G.; MATOSO, A. O. Feijão caupi é pesquisado no centro oeste. **Jornal agrosoft Brasil**, [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/216241.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2016.
- JUNIOR PÚBLIO, E. **Qualidade de sementes e características agronômicas de genótipos de feijão-caupi cultivados em Vitória da Conquista – BA**. Vitória da Conquista, 2014. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
- LOCATELLI, V. E. R. et al. Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 6, p. 574–580, 2014.
- LOPES, A. S. et al. Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema de plantio direto. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 42, p. 51-56, 2011.
- MATOSO, A.; de; O. **Épocas de semeadura e população de plantas para cultivares de feijão-caupi no outono-inverno em Botucatu – SP**. Botucatu, 2014. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; ARAUJO, J. A.; RIBEIRO, V.Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MIRANDA NETO, V. N. et al. A. Resposta de quatro cultivares de feijão-caupi a diferentes densidades populacionais. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: IPA, 2013

PEDROZO, C. A. et al. Densidade de plantio em cultivares de feijão-caupi de porte semiprostrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], 22 a 14 de abril de 2013.

SANTOS, J.; F.; CARDOSO, M.; J.; BASTOS, E.; A. Desempenho produtivo de cultivares de feijão-caupi no agreste paraibano. . In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], 2013

SANTOS, L. A. C. et al. Crescimento de cultivares de feijão-caupi em solo de terra firme e várzea. **Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 13, n. 1, p. 261-270, 2017. DOI:10.5935/ambiencia.2017.01.17nt.

SILVA JUNIOR, J. F.; LOPES, M. C.; CARDOSO, S. S. Características biométricas em cultivares de feijão-caupi. **Holos Environment**, Rio Claro, SP, v. 15, n. 1, 2015.

SILVA, A. C. et al. Estimativa de parâmetros genéticos em *Vigna unguiculata*. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 4, p. 399-407, 2014.

SILVA, A.; C. **Características agronômicas e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, Bahia**. Vitória da Conquista, 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

SILVA, J. P.R. et al. Seleção de genótipos de feijão-caupi sob três sistemas de cultivo na microrregião de Chapadinha – MA. . In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], 2013

SOUZA, V. B. et al. Agronomic performance of cowpea elite lines in the States of Minas Gerais and Mato Grosso, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 90-98, jan.-mar., 2018.

TEIXEIRA, I. R. et al. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 300-307, abr-jun. 2010.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

## ● AGRONOMIA

### EFEITO DO EXTRATO DE TIRIRICA NO ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA AMOREIRA-PRETA

Josef Gastl Filho<sup>1</sup>, Vinícius de Carvalho, Arthur Silva Rezende,  
Antonio Maximiano Mascarenhas de Almeida, Vania Alves Nascimento<sup>2</sup>, Leila Leal da Silva Bonetti<sup>3</sup>

**RESUMO:** A produção de mudas de amoreira-preta (*Morus* spp.) via sementes é inviável, pois elas apresentam baixo índice de germinação e um curto período de viabilidade. O cultivo dessa espécie frutífera, por meio de propagação vegetativa, utilizando reguladores vegetais ou de bioextratos naturais para promoção do enraizamento de estacas tem sido objeto de interesse, principalmente, da agricultura familiar. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento de enraizamento e do desenvolvimento de estacas amoreira-preta submetidas a diferentes concentrações de bioextrato de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). Foram confeccionadas estacas lenhosas de 14 cm de comprimento, com diâmetro de 0,5 a 1,0 cm, as quais foram cortadas retas 0,5 cm abaixo da primeira gema e cortadas em bisel no ápice. As estacas foram imersas 0,7 cm da parte basal, por 10 minutos, em bioextrato de *C. rotundus*, obtido a partir de tubérculos frescos, nas seguintes concentrações: 0; 20; 40; 60; 80 e 100%. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Procedeu-se à avaliação, aos 40 dias, do número de folhas, comprimento do maior ramo, nível de enraizamento, massa fresca e seca da parte aérea e de raiz e porcentagem de mudas viáveis. O aumento das concentrações do bioextrato de *C. rotundus* influi positivamente no enraizamento e desenvolvimento inicial de *Morus* spp., sendo as concentrações de 80 e 100% as que apresentaram melhores resultados na maioria dos parâmetros avaliados. Vale ressaltar que os níveis de auxinas endógenas das estacas são suficientes para estímulo do enraizamento, não sendo exigência a complementação destas com reguladores vegetais.

**Palavras-chave:** Estaquia. Propagação vegetativa. Fitormônios. *Morus* spp. *Cyperus rotundus* L.

### NUT GRASS EXTRACT EFFECTS IN ROOTING AND EARLY DEVELOPMENT OF MULBERRY STEM CUTTINGS

**ABSTRACT:** The propagation of mulberry (*Morus* spp.) through seeds is nonviable because they feature low germination rate and a short period of viability. The cultivation of these species, by means of vegetative propagation, employing plant regulators or bioextracts promoting rooting and development of stem cuttings has been the object of interest, mainly for family farming. Thus, the present work aimed to evaluate the response of rooting and development of mulberry stem cuttings when subjected to different concentrations of nut grass (*Cyperus rotundus* L.) bioextract. It has been prepared woody cuttings of about 14 cm length, whose diameter has been selected between 0.5 cm and 1.0 cm below the first shoot and bevel-hewn at the apex. The cuttings were submerged by 0.7 cm from the bottom end during 10 minutes in nut grass bioextract of concentrations varying: 0, 20, 40, 60, 80 and 100% from the prepared stock. The experiment has been conducted inside a controlled greenhouse and then evaluated, after 40 days from the exposure, for leaves accounting, length of the longest offshoot, level of rooting (intensity), green and dried matter of the aerial part and of the root system and percentage of viable cuttings. The increase in concentration of *C. rotundus* bioextract has a positive impact on rooting rate and early development of *Morus* spp., being noticed that the concentrations of 80% and 100% have shown the best results for the evaluated parameters. It's worth to emphasize that the levels of endogenous auxins in the cuttings are enough to stimulate the rooting process, dismissing the need of complementation from plant growth regulators.

**Keywords:** Cutting, Vegetative Propagation, Plant hormones, *Morus* spp., *Cyperus rotundus* L.

\*Autor correspondente: josef.gastl@hotmail.com

1 Graduando em Agronomia. Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Ituiutaba, MG, Brasil. josef.gastl@hotmail.com; viniciuscarvalho098@gmail.com; arthur\_aquario@hotmail.com; maximianoaeronautica@gmail.com

2 Profa. Dra. em Ciências Biológicas. Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Ituiutaba, MG, Brasil. nascimento.va@gmail.com

3 Mestre em Ciências Ambientais. Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Ituiutaba, MG, Brasil. lealbonetti@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A “tiririca” (*Cyperus rotundus* L.) pertence à família Cyperaceae e apresenta intensa disseminação nos mais diversos ambientes, em todo o mundo, constituindo-se em uma das principais plantas infestantes, principalmente em solos destinados ao cultivo de espécies agrícolas. É conhecida popularmente no Brasil por diversos nomes, principalmente o de tiririca (REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013).

A *C. rotundus* possui um sistema radicular fibroso, bastante ramificado, constituído por estruturas, raízes, bulbos basais e tubérculos, interligadas por rizomas e por uma pequena parte aérea (FANTI, 2008). Por apresentar grande capacidade de competição e dificuldade de controle e erradicação, ocasiona grandes prejuízos em áreas de produção, o que a destaca como a planta invasora mais disseminada e agressiva de todo o mundo (SOUZA et al., 2012; DIAS et al., 2012; REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013).

A *C. rotundus* é uma cultura perene que se caracteriza pela produção de pequenos tubérculos, ricos em fitormônios, que lhe conferem uma alta capacidade de regeneração e promoção ao enraizamento.

A capacidade de promoção do enraizamento de estacas pelo extrato de *C. rotundus* deve-se à presença de ácido indol-3-butírico (IBA) em suas folhas e tubérculos (RODRIGUES et al., 2010; KOEFENDER et al., 2017). Alguns experimentos vêm sendo realizados para verificar a influência do extrato de *C. rotundus* para a produção de mudas de outras espécies pelo método da estaquia, utilizado para a propagação vegetativa de espécies vegetais, pelo enraizamento de estacas de caules, ramos ou folhas (REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013).

O alto nível do fitormônio IBA favorece a formação de raízes nas plantas e sua aplicação vem sendo bem aproveitada para estimular o enraizamento de estacas em diversas espécies com importância econômica (DIAS et al., 2012).

Entre essas espécies, destaca-se a amoreira-preta (*Morus* spp.), pertencente à família Moraceae, originária da Ásia. Com plena aclimação no Brasil, esta planta é muito valorizada por ter frutos comestíveis de sabor agridoce, muito sumosos e refrescantes, que podem ser consumidos *in natura* ou processados, como sucos, sorvetes, doces em massa, geleias e licores, dentre outros na indústria alimentícia (OKAMOTO et al., 2012).

Além de sua aplicação na indústria, a amoreira é fonte de alimento para o bicho da seda. Portanto, o conhecimento e cultivo adequado dessa cultura merecem atenção e cuidados. Meneguim et al. (2007) revelam que a disponibilidade de cultivares de amoreira com as características botânicas e agrônomicas economicamente desejáveis, que maximizem o desenvolvimento das lagartas e assegurem a qualidade do fio de seda produzido são relevantes para a expansão da sericultura.

Por essas razões e devido à sua rusticidade, menor investimento por área e limitação em relação à mecanização, o que demanda o uso intensivo de

mão de obra, a cultura da amoreira mostra-se como uma excelente alternativa para a agricultura familiar (CAMPAGNOLO; PIO, 2012; YAMAMOTO et al., 2013; VIGNOLO et al., 2014).

Diante da inviabilidade econômica para a produção de mudas por sementes (VIGNOLO et al., 2014) e escassez de estudos para avaliar o enraizamento de *Morus* spp., especialmente pelo tratamento das estacas com bioextrato de *C. rotundus*, o qual proporciona melhores resultados no enraizamento de diversas espécies florestais, este trabalho avaliou o comportamento de enraizamento e do desenvolvimento inicial de estacas de *Morus* spp. submetidas à diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no município de Ituiutaba/MG-Brasil. O clima na região é classificado em Aw de acordo com Köppen e Geiger, a temperatura média é de 23.9°C e a precipitação média anual é de 1.352 mm. Sua realização deu-se no período de maio a dezembro de 2017. As análises e montagens experimentais foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).

Delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos, variando apenas a concentração do bioextrato de tiririca (extrato bruto – 0%; 20%; 40%; 60; 80 e 100% de bioextrato de tiririca). Fez-se quatro repetições com 10 estacas cada. Os tratamentos foram constituídos da embebição da parte basal das estacas em soluções de bioextrato de tiririca.

Tubérculos frescos foram selecionados para o preparo do extrato de tiririca. Os tubérculos foram lavados em água corrente e sabão neutro e, posteriormente, foram colocados para secar em folhas de papel toalha durante 12 horas no escuro. Posteriormente, os tubérculos foram pesados e triturados em liquidificador com água destilada para o preparo de extrato bruto. O extrato foi preparado usando a proporção de 100 g de tubérculo para cada 1L de água destilada (BOLZAN, 2003). O extrato bruto foi peneirado, filtrado em flanela de algodão acondicionado em geladeira para conservação até o momento do uso.

Os ramos caulinares da espécie *Morus* spp. foram coletados de planta matriz localizada nas coordenadas 18o58'41" S 49o26'46" W, no município de Ituiutaba (MG) no mês de agosto de 2017. A planta matriz se encontra em bom estado nutricional. As estacas foram cortadas em 14 cm de comprimento e tiveram diâmetro variando de 1,0 a 0,5 cm. Todas as folhas remanescentes nas estacas foram retiradas. A base das estacas foi cortada sempre reta 0,5 cm abaixo da primeira gema e o ápice foi cortado em bisel, com o auxílio de tesoura de poda. No mínimo quatro gemas axilares foram mantidas, na porção superior de cada estaca (TADEU et al., 2012), de modo a permitir a brotação de folhas e ramos, essenciais para a sobrevivência da estaca, uma vez que são responsáveis pelos processos de fotossíntese, transpiração e respiração da planta.

Após a padronização, as estacas foram submetidas ao tratamento fitossanitário por 15 minutos em solução de água clorada (2 mL L<sup>-1</sup>) com hipoclorito de cloro comercial (2 a 2,5% de Cloro ativo), posteriormente, as estacas foram enxaguadas com água destilada. Em seguida, foram embebidas nas soluções de bioextrato de tiririca, preparadas previamente pelo período de 10 minutos.

As unidades experimentais foram plantadas em copos plásticos de 50 mL perfurados para drenar o excesso de água, o substrato comercial utilizado foi o Bioplant®. O experimento foi irrigado duas vezes ao dia com regador manual até a capacidade de campo. Após a implantação do experimento foi realizado o controle preventivo de doenças fúngicas quinzenalmente nas estacas, desta forma, foi utilizado o fungicida sistêmico Manzate® WG na dosagem de 150 g p.c. 100 L<sup>-1</sup> de água.

Quarenta dias após o plantio, as estacas foram avaliadas quanto: comprimento do maior ramo (CMR) em cm, nível de enraizamento (NVE) de 1 a 5, número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e mudas viáveis (%).

Os parâmetros MFPA, MSPA, MFR e MSR são variáveis relacionados ao teor de água na biomassa, sendo afetados diretamente pelas características edafoclimáticas, fenotípicas e genotípicas, além do mais, dão ideia do efeito no crescimento por adição de carbono pela aplicação exógena de bioextrato de tiririca.

O NVE foi realizado de forma qualitativa, isto é, visualmente utilizando-se de uma escala de cinco pontos (1= sem enraizamento; 2= baixo; 3= médio; 4= bom; 5= muito bom), na qual um único avaliador atribuiu nota de acordo com o padrão, previamente estabelecido (Figura 1).

**Figura 1.** Padrão de referência adotado para avaliação dos níveis de enraizamento das estacas de *Morus* spp. (1= sem enraizamento; 2= baixo; 3= médio; 4= bom; 5= muito bom)



Foto: Autor.

O NF foi realizado com a contagem manual do número total de folhas nos ramos, iniciando na base do ramo até o seu ápice. O comprimento do maior ramo foi realizado com auxílio de régua graduada em centímetros (30 cm), considerando-se a distância da base do ramo na estaca até a ponta da gema apical.

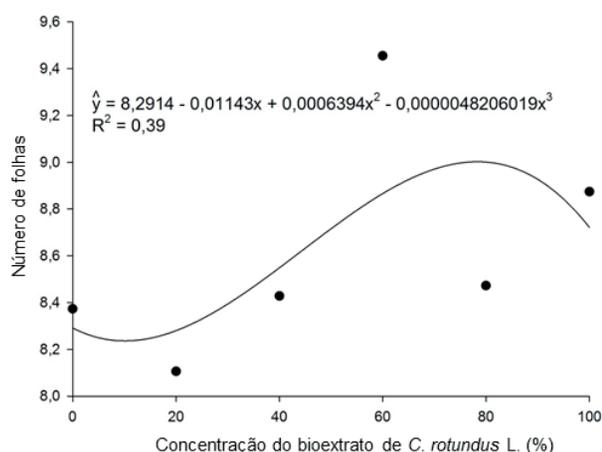
Para avaliação de MFPA, foi realizada a separação manual de toda parte aérea produzida nas estacas (brotações) seguida da sua pesagem. Em MFR, fez-se a separação de todo o sistema radicial produzido nas estacas, sendo, posteriormente, realizada a pesagem. Adotou-se a metodologia empregada por Vignolo *et al.* (2014) para avaliar MSPA e MSR submetendo as biomassas frescas à secagem em estufa de secagem à temperatura de 65° C, até massa constante do material vegetal. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão usando *SigmaPlot* versão 14.0, da *Systat Software, Inc.*, San Jose California, EUA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 2, em NF, foi observada linha de crescimento linear positiva da testemunha (0%) a 60%, a partir desta, a linha de crescimento linear tornou-se negativa, ou seja, a concentração de 60% influenciou positivamente no número de folhas, enquanto que as demais afetaram negativamente este parâmetro.

De acordo com Silva *et al.* (2016), ao avaliarem os efeitos do extrato de *C. rotundus* no enraizamento de amoreira-preta (*Rubus* spp.), não observaram diferenças significativas entre os tratamentos empregados, ou seja, as estacas apresentaram teores endógenos de auxinas adequados para estimular a divisão das células cambiais e promover o surgimento de raízes adventícias nas estacas caulinares.

**Figura 2.** Número de folhas de estacas de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.



Do mesmo modo, Silva *et al.* (2011) observaram que o extrato de *C. rotundus* não afetou significativamente no número de folhas de cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre ex Floehner) quando comparado com a testemunha, sendo observado efeito inibidor do enraizamento na maior dose 1200 g L<sup>-1</sup>, ou seja, a ocorrência de alelopatia negativa em maiores concentrações.

Hartmann *et al.* (2002) afirmam que a presença de folhas nas estacas é um indicio da capacidade de enraizamento, fato que contribui para o desenvolvimento de raízes adventícias, pois nas folhas novas e nas gemas encontram-se as maiores concentrações do hormônio auxina, que desempenha papel impor-

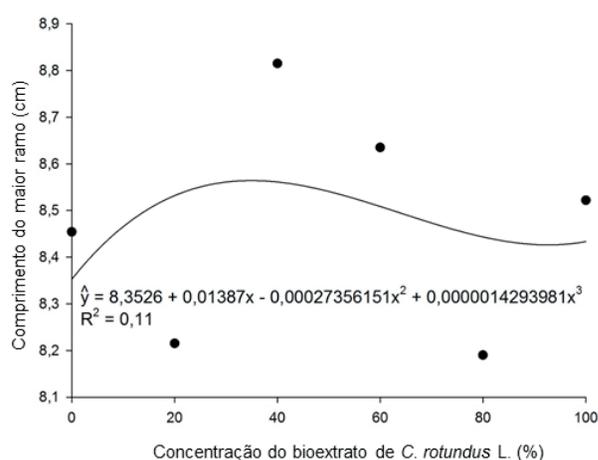
tante no processo de enraizamento, pois move-se naturalmente para a parte inferior da planta e acumula-se na base do corte, junto com açúcares e outras substâncias nutritivas.

A demanda de hormônios endógenos para a ocorrência do enraizamento pode ser suprida pela aplicação exógena de reguladores vegetais ou, até mesmo, de extrato natural de plantas. No entanto, conforme resultados obtidos, a testemunha apresentou comportamento próximo aos dos tratamentos com bioextrato, isto é um indicativo que a amoreira-preta apresenta teor endógeno de auxinas e outros grupos de hormônios suficiente para a promoção do enraizamento, brotação e mesmo floração como a observada no presente estudo.

Conforme a Figura 3, as concentrações que influenciaram positivamente no maior desenvolvimento dos ramos de amoreira-preta foram as de 40 e 60% de bioextrato de *C. rotundus*, as demais influenciaram negativamente, isto é, exerceram alelopatia negativa.

As auxinas e as citocininas, presentes no extrato, compõem o grupo de fitormônios relacionados com a expansão e o alongamento celular. Além dessas funções, as auxinas atuam no alongamento de caules, divisão celular, diferenciação do floema e do xilema e promovem a formação das raízes adventícias, decorrente do desenvolvimento dos primórdios foliares (FERREIRA; TROJAN, 2015).

**Figura 3.** Comprimento de maior ramo de estacas de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.

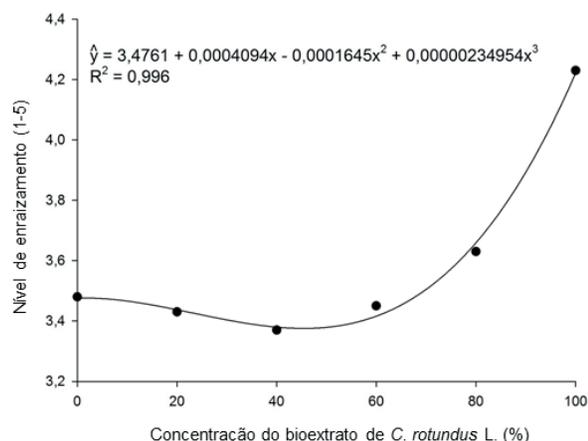


As concentrações, a partir de 60% de bioextrato de *C. rotundus* influenciaram positivamente no NVE de amoreira-preta, as demais equivaleram-se à testemunha. Os valores médios obtidos para o enraizamento das estacas tratadas com o bioextrato de *C. rotundus* nas concentrações de 0, 20, 40, 60 e 80% situaram-se entre 3 e 4, o que corresponde aos termos médio e bom enraizamento. Já o valor médio da concentração de 100% de bioextrato situaram-se entre 4 e 5, que correspondem aos termos bom e muito bom enraizamento, o que demonstra que a concentração de 100% de bioextrato de *C. rotundus* foi a melhor utilizada para este parâmetro (Figura 4).

De acordo com Paulus *et al.* (2014), o aumento linear na concentração de auxina exógena aplicada em estacas pode estimular o enraizamento adventício até um determinado valor ótimo, acima do qual o regulador vegetal terá um efeito inibitório, isto é, alelopatia negativa.

Scariot *et al.* (2017) observaram que o extrato aquoso da parte aérea e do sistema radicular de *C. rotundus* não promove o enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. 'Chimarrita' no período de 90 dias.

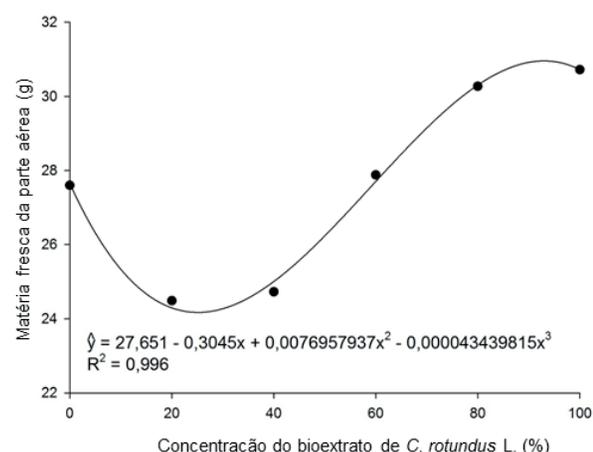
**Figura 4.** Nível de enraizamento de estacas de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.



A qualidade do sistema radicular é essencial para garantir o vigor da estaca (LAJÚS *et al.*, 2007), isto é, as estacas que emitirem um maior número de raízes primárias, apresentam maior índice de sobrevivência, percentual de enraizamento e, conseqüentemente, em maior aproveitamento do material vegetativo futuramente.

O comportamento da curva de crescimento linear do gráfico da Figura 5 demonstra que MFPA foi afetada negativamente nas concentrações de 20 e 40% de bioextrato de *C. rotundus* quando comparado a testemunha, a partir destas o comportamento passou a ser positivo, ou seja, as concentrações de bioextrato que foram mais benéficas ou similares à testemunha foram a de 60, 80 e 100% de bioextrato de *C. rotundus*.

**Figura 5.** Matéria fresca da parte aérea de estacas de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.

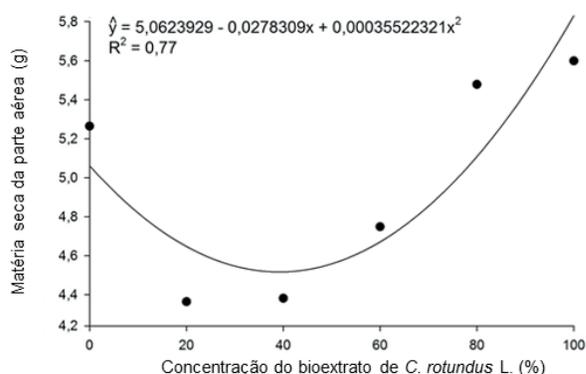


Batista, Botrel e Figueiredo (2015) constataram que o aumento da concentração de bioextrato de *C. rotundus* foi proporcional ao aumento da MFPA de estacas herbáceas de *H. marrubioides*. Lajús *et al.* (2007), ao estudarem o IBA no enraizamento de Figueira (*Ficus carica* L.), observaram que as diferentes concentrações empregadas deste regulador vegetal não exerceram efeito significativo, sendo obtidos valores de 0,566 a 0,733 g para MFPA.

A produção de biomassa vegetal em MSPA foi afetada positivamente a partir da concentração de 80% de bioextrato de *C. rotundus*, sendo que todas as demais foram afetadas negativamente neste parâmetro (Figura 6).

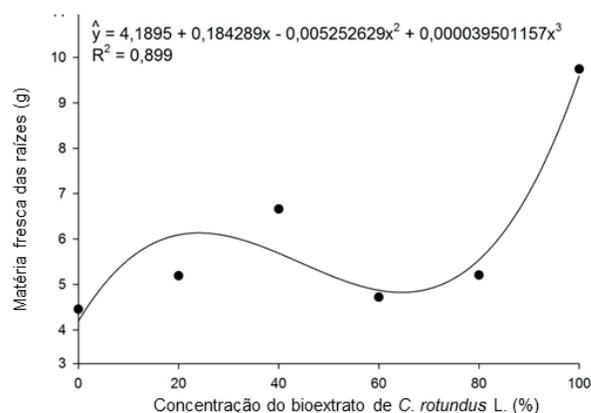
Lajús *et al.* (2007) constataram que o IBA não exerceu efeito significativo sobre o incremento da MSPA de Figueira (*Ficus carica* L.). Dias *et al.* (2012) relataram que a massa seca da parte aérea de mudas de cafeeiro é afetada tanto pela concentração quanto pelo tempo de imersão no bioextrato de *C. rotundus*, e que o menor tempo de imersão das estacas proporcionou melhores resultados. Entretanto, concentrações crescentes no tempo de imersão de 120 segundos influenciaram negativamente.

**Figura 6.** Matéria seca da parte aérea de estacas de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.



As concentrações de 20, 40, 60 e 80 de bioextrato de *C. rotundus* apresentaram comportamento similar à testemunha, já a concentração de 100% influenciou positivamente na produção de massa radicular (Figura 7 e 8).

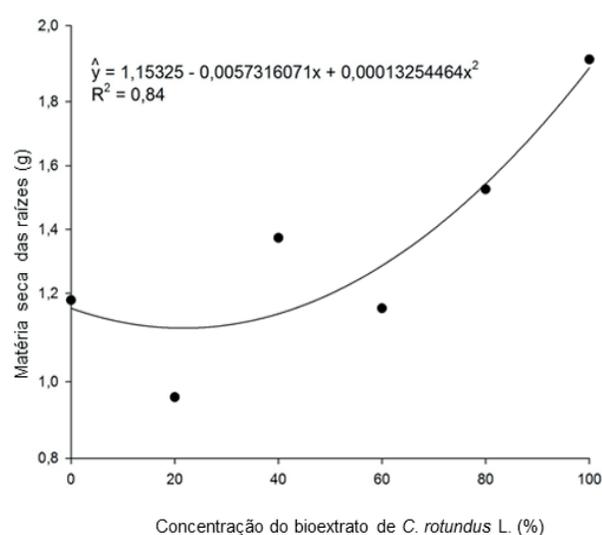
**Figura 7.** Matéria fresca de raízes de estacas de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.



As concentrações de bioextrato de *C. rotundus* afetaram positivamente na produção de biomassa radicular em estacas de amoreira-preta, sendo mais exponenciais as concentrações de 80 e 100% de bioextrato de *C. rotundus*.

O incremento na MFPR e MSR está diretamente dependente da época de coleta, do genótipo, do estado nutricional e fitossanitário da planta matriz, bem como a presença ou ausência de folhas nas estacas. Fato constatado por Faria *et al.* (2007) que observaram nas estacas com presença de folhas a apresentação maior de MFPR e MSR do que nas sem folhas.

**Figura 8.** Matéria seca de raízes de estacas de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.

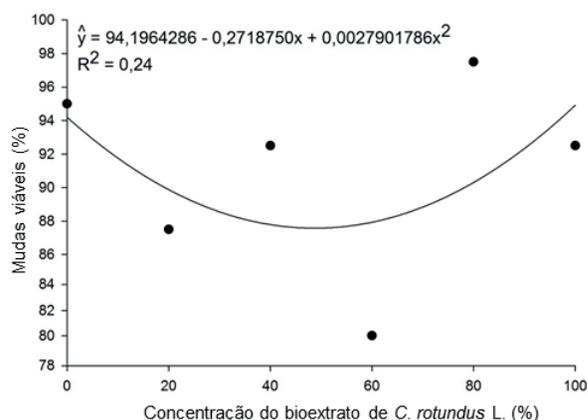


Em relação à matéria fresca, Souza *et al.* (2012) relataram que nenhuma proporção do extrato aquoso de *C. rotundus* aplicado em folhas de *Solanum lycopersicum*, visando o enraizamento destas, apresentou efeito semelhante ao IBA, sendo que o extrato de 50% aplicado apresentou resultados superiores aos demais, não diferindo dos demais. Resultado diferente foi observado pelos mesmos autores para massa da matéria seca da raiz, com o tratamento aquoso extrato 50% que se apresentou inferior ao IBA, porém superior aos outros tratamentos.

Batista, Botrel e Figueiredo (2015) não observaram efeitos significativos dos tratamentos de bioextrato de *C. rotundus* para biomassa seca de raiz e nem para o comprimento de raiz de estacas herbáceas de *H. marrubioides*.

As concentrações 20, 40 e 60% de bioextrato de *C. rotundus* afetaram negativamente o percentual de mudas viáveis de amoreira-preta em relação à testemunha, sendo que, a partir da concentração de 60%, a curva torna a crescer positivamente (Figura 9).

**Figura 9.** Mudanças viáveis de amoreira-preta tratadas com diferentes concentrações de bioextrato de *C. rotundus*.



Resultado similar foi o encontrado por Yamamoto *et al.* (2013) ao verificarem o efeito de duas concentrações de IBA no enraizamento de amoreira-preta Xavante (*Rubus* sp.), os quais constataram que a aplicação deste regulador vegetal proporcionou reduções na viabilidade das estacas. Marangon e Biasi (2013) verificaram em seu estudo que a percentagem de estacas vivas de mirtilo (*Vaccinium* spp.) com o uso de regulador vegetal (IBA) foi aumentado em relação às estacas mortas, no entanto, quando comparado o percentual de estacas viáveis de *Morus* spp. do presente estudo com a do mirtilo observa-se que este apresenta grande dificuldade de enraizamento, diferentemente de *Morus* spp.

É possível que o comportamento crescente obtido para as diferentes variáveis avaliadas para amoreira-preta esteja relacionado às substâncias promotoras de enraizamento presentes em extratos *C. rotundus*, tais como o IBA.

A aplicação de auxina exógena em estacas de amoreira-preta resulta em um bom estímulo ao crescimento do material propagativo quando comparado à testemunha. No entanto, quando se observa a testemunha, isto é, a parcela que não foi tratada com o bioextrato de *C. rotundus*, nota-se que mesmo sem o tratamento, os parâmetros avaliados apresentaram bons resultados para o enraizamento e desenvolvimento inicial, o que significa que, provavelmente, o nível de auxina endógena presente na região de alongamento de *Morus* spp. se encontra próximo ao ponto ótimo para o crescimento, podendo inferir-se que, mesmo sem a aplicação do estimulante natural, a taxa de sobrevivência das estacas é elevada.

O aumento das concentrações do bioextrato de *C. rotundus* influi positivamente no enraizamento e desenvolvimento inicial de *Morus* spp., sendo as concentrações de 80 e 100% as que apresentaram melhores resultados na maioria dos parâmetros avaliados.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação exógena de determinadas concentrações de bioextrato de *C. rotundus* afetam positivamente o enraizamento e o desenvolvimento inicial de *Morus* spp. Contudo, vale ressaltar que os níveis de auxinas endógenas são suficientes para estímulo do enraizamento, não sendo exigência a complementação destas com reguladores vegetais. Sugere-se, para um futuro trabalho a realização da análise do enraizamento de *Morus* spp. em nível bioquímico, em função das variações observadas.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Minas Gerais pela concessão de bolsa para o trabalho através do Programa Institucional de Apoio à Pesquisa do PAPq/UEMG edital 03/2017.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, J. A.; BOTREL, P. P.; FIGUEIREDO, F. C. Efeito do Extrato de Tiririca e Bioestimulante no Enraizamento de Estacas de *Hyptis marruboides* EPL.. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 2, p. 91-99, jun. 2015.
- BOLZAN, F. H. C. **Estudo do efeito alelopático e de identificação de compostos presentes na tiririca (*Cyperus rotundus* L.)**. Relatório Técnico de Pesquisa. Lavras: UFLA/FAPEMIG, 2003.
- CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R.. Rooting of stems and root cutting of blackberry cultivars collected in different times, cold storage and treatment with IBA. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p.232-237, fev. 2012.
- DIAS, J. R. M.; SILVA, E. D'. da; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. F. da; SOUZA, E. F. M. de; FERREIRA, E.; STACHIW, R.. Enraizamento de estacas de cafeeiro imersas em extrato aquoso de tiririca. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p.259-266, 2012.
- FANTI, F. P. **Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de *Duranta repens* L. (Verbenaceae)**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Botânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- FARIA, A. P.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V. da; SACHS, P. J. D.; CAMOLESI, M. R.; UNEMOTO, L. K.. Enraizamento de estacas semilhosas do porta-enxerto de videira 'IAC572-Jales' tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p.393-398, 2007.

- FERREIRA, B.Z.; TROJAN, D. G.. Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. **Revista TechnoEng**, Ponta Grossa, v.1, p.1-48, 2015.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880p.
- KOEFENDER, J.; SCHOFFEL, A.; CAMERA, J. N.; BORTOLOTTI, R. P.; PEREIRA, A. P.; GOLLE, D. P.; HORN, R. C.. Concentração de extrato de tiririca e tempo de imersão no enraizamento de estacas de fisális. **Holos**, Natal, v. 5, n. 33, p.17-26, 2017.
- LAJÚS, C.R.; SOBRAL, L. S.; BELOTTI, A. S. L.; SANTOS, S. R. F. dos; KUNST, T.. Ácido Indolbutírico no Enraizamento de Estacas Lenhosas de Figueira (*Ficus carica* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p.1107-1109, 2007.
- MARANGON, M. A.; BIASI, L. A. Estaquia de mirtilo nas estações do ano com ácido indolbutírico e aquecimento do substrato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 1, p.25-32, jan. 2013.
- MENEGUIM, A. M.; LOVATO, L.; SILVA, R.Z. da; YAMAOKA, R. S.; NAGACHIMA, G. T.; PASINI, A. Influência de cultivares de amoreira *Morus* spp. sobre a produção e qualidade de casulos de bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 5, Sept./Oct. 2007.
- OKAMOTO, F.. PALHARINI, M. C. de A.; VIDAL, A. de A.; FUNA, C. H.; FURLANETO, F. de P. B.; MARTINS, A. N.; JERÔNIMO, E. M.. Physical and chemical characterization of fruits of mulberry cultivars from genus *Morus*. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 69, n. 2, p.123-128, 2012.
- PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E; PAULUS, E.. Propagação vegetativa de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton em função da concentração de AIB e do comprimento das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 16, n. 1, p.25-31, 2014.
- REZENDE, F. P. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.. Aplicação de extratos de folhas e tubérculos de *Cyperus rotundus* L. e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de *Duranta repens* L.. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 4, p.639-645, 2013.
- RODRIGUES, A. K. C. BORSATO, A. V. JORGE, M. H. A. BISPO, W. DURAN, F. DA S. ARRUDA, K. C. R.. Enraizamento de estacas de *Cordia verbenacea* DC. tratadas com *Cyperus rotundus* L.. 2010. In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 3.; ENCONTRO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DE MS, 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010.
- SCARIOT, E.; BONOME, L. T. da S.; BITTENCOURT, H. V. H.; LIMA, C. S. M. Extrato aquoso de *Cyperus rotundus* no enraizamento de estacas lenhosas de *Prunus persica* cv. 'Chimarrita'. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 2, p.195-200, 2017.
- SILVA, A. B. da; MELLO, M. R. F. de; SENA, A. R. de; Efeito do extrato de *Cyperus rotundus* L. no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Revista CIENTEC**, Recife, v. 8, n. 1, p.1-9, 2016.
- SILVA, E. D. da; DUBBRSTEIN, D.; MIRANDA, I. A. A. M. de; DIAS, J. R. M.; SILVA, J. F. da. Crescimento de mudas de cafeeiro imersas em extrato de tiririca. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá, MG. **Anais...** Brasília: Embrapa - Café, 2011. p. 1 - 5.
- SOUZA, M. F. de; PEREIRA, E. de O.; MARTINS, M. Q.; COELHO, R. I.; PEREIRA JUNIOR, O. dos S.. Efeito do extrato de *Cyperus rotundus* na rizogênese. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, p.157-162, 2012.
- TADEU, M. H.; PIO, R.; TIBERTI, A. S.. FIGUEIREDO, M. A.; SOUZA, F. B. M. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de *Rubus fruticosus* tratadas com AIB. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, p.881-884, 2012.
- VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, p. 467-472, 2014.
- YAMAMOTO, L. Y.; KOYAMA, R.; BORGES, W. F. S.; ANTUNES, L. E. C.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R.. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de amoreira-preta Xavante. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 15-20, 2013.

## ● AGRONOMIA

# DIFERENTES FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO

*\*Igor Souza Pereira<sup>1</sup>; Rodrigo Cassiano Rosalino<sup>1</sup>, Flávia de Oliveira Borges Costa Neves<sup>1</sup>;  
Márcia Toyota Pereira<sup>2</sup>; Joyce Gracielle de Sousa Braga<sup>1</sup>*

**RESUMO:** A ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é a doença de maior importância para a cultura do café no país, acarretando perdas de até 50% da produtividade, sendo manejada com o uso de fungicidas de diferentes ingredientes ativos, aplicados preventivamente ou curativamente sob baixa severidade nas folhas. Diante do surgimento de novos ingredientes ativos e posicionamentos dos produtos comercializados é que se propôs com esse trabalho a avaliação da eficiência de diferentes fungicidas na severidade da ferrugem em condições de campo. O experimento foi conduzido em lavoura de café arábica, cv Catuaí Vermelho, com 6 anos de implantação, no período de dezembro de 2013 a julho de 2014. Os tratamentos foram compostos por: epoxiconazol+piraclostrobina, azoxistrobina+ciproconazol, tebuconazole com duas aplicações, tebuconazole com aplicação única, oxicleto de cobre, além de testemunha sem aplicação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e oito plantas úteis por parcela. Os fungicidas foram aplicados de acordo com a orientação dos fabricantes, descritos nas bulas. A severidade da doença foi avaliada quinzenalmente e foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os fungicidas epoxiconazol+piraclostrobina, azoxistrobina+ciproconazol, tebuconazole com duas aplicações proporcionaram menores AACPD, e consequentemente maior controle da doença, com 79%, 74% e 67% de controle respectivamente, apresentando maior eficiência em relação ao oxicleto de cobre e tebuconazole em aplicação única.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica* L. *Hemileia vastatrix*. Doença. Controle químico.

## FUNGICIDES EFFICACY IN COFFEE RUST CONTROL

**ABSTRACT:** The coffee rust (*Hemileia vastatrix*) is the most important disease for the coffee crop in the country, causing losses of up to 50% of the productivity, being managed with the use of fungicides of different active ingredients, applied preventively or curatively under low severity in the leaves. In view of the appearance of new active ingredients and marketed product positioning, it was proposed to evaluate the efficiency of different fungicides in the severity of rust under field conditions. The experiment was conducted in a arabica coffee experimental area, cv. Catuaí Vermelho, with 6 year, in period from December 2013 to July 2014. The treatments were: epoxiconazole + pyraclostrobin, azoxystrobin + cyproconazole, tebuconazole with two applications, tebuconazole with single application, copper oxychloride, as well as control without application. The experimental design was a randomized block design, with four replications and eight useful plants per plot. The fungicides were applied according to the manufacturers' instructions described in the package inserts. The severity of the disease was evaluated biweekly and the area under the disease progress curve (AACPD) was calculated. The fungicides epoxiconazole + pyraclostrobin, azoxystrobin + cyproconazole, tebuconazole with two applications provided lower AACPD, and consequently greater disease control, with 79%, 74% and 67% of control respectively, showing higher efficiency in relation to copper oxychloride and tebuconazole in application.

**Keywords:** *Coffea arabica* L. *Hemileia vastatrix*. Disease. Chemical control.

\* Autor correspondente: igor@iftm.edu.br;

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberlândia, MG, Brasil. igor@iftm.edu.br; rccosalino@hotmail.com; joycebraga@iftm.edu.br

2 Doutora em fitopatologia, Prof<sup>a</sup>. Faculdade Presidente Antônio Carlos, campus Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil. mtoyotap@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro (*Coffea* spp.) é uma das atividades agrícolas socioeconomicamente mais importantes para o país. Considerado o maior produtor e exportador mundial de grãos verdes, a produção brasileira na safra de 2017/2018 foi de 44,970 milhões sacas, cultivados em uma área plantada de 1,863 milhões de hectares. Dentre os estados produtores, destaca-se o Estado de Minas Gerais, considerado o maior produtor nacional com 24,445 milhões de sacas cultivados em uma área de aproximadamente 980 mil hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018).

Com uma produtividade média de 24,14 sacas por hectare (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018), a cafeicultura tem como um dos maiores condicionadores dessa produtividade, a ocorrência de doenças em que se destaca a ferrugem do cafeeiro. Causada pelo fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* Berkeley and Broome (Basidiomycota, Pucciniales) e de ocorrência em todas as regiões produtoras de café no mundo (SILVA et al., 2006).

A ferrugem tem como sintomas iniciais lesões cloróticas nas folhas que levam à redução da atividade fotossintética. Posteriormente, há o surgimento dos sinais do patógeno na face abaxial das folhas, representados por pequenas pústulas que se expandem e coalescem, passando a lesões necróticas. Nesse estágio, observa-se a queda precoce das folhas, o menor vingamento da florada e dos frutos na fase de chumbinho, uma indução à desfolha por ocasião da colheita e a seca dos ramos, acarretando uma redução de mais de 50% da produção quando a doença não é controlada (ROZO et al., 2012; ZAMBOLIM et al., 1992). A seca constante dos ramos reduz a longevidade dos cafeeiros, tornando a cultura antieconômica. Estima-se que as perdas causadas pela ferrugem do cafeeiro encontram-se entre 1 e 2 bilhões de dólares anualmente, sendo um dos limitantes à produção mundial de *Coffea arabica* (TALHINHAS et al., 2017).

No Brasil, vários métodos de controle são utilizados para reduzir as perdas econômicas decorrentes dessa doença, em que se destaca o uso de variedades resistentes associados ou não à aplicação de fungicidas registrados para a cultura do cafeeiro (VAN DER VOSSSEN et al., 2015).

Quanto ao uso de fungicidas destacam-se os cúpricos, triazóis e estrubilurinas, associados ou não, aplicados via foliar ou no solo, com diferentes periodicidades de aplicação. Aplicações preventivas são conduzidas com os fungicidas cúpricos (ex. oxicleto de cobre), com início das aplicações no período chuvoso e as aplicações curativas são realizadas com uso de fungicidas sistêmicos, especialmente triazóis (ex. epoxiconazole, ciproconazole, tebuconazole, etc.) e estrubilurinas (ex. azoxistrobina, piraclostrobina, etc.).

A associação de triazóis e estrubilurinas é aplicada curativamente e possuem efeito benéfico além do controle do patógeno (p.ex. efeito verde) relacionado ao incremento concentração da clorofila e na fotossíntese (HONORATO JÚNIOR et al., 2015). Muito

embora, há sérios riscos de se selecionar populações do patógeno resistentes além da elevação do custo de produção. A aplicação de fungicidas é responsável por quase 50% do custo de produção dessa cultura em algumas condições favoráveis à doença (KILAMBO et al., 2013; CARVALHO et al., 2012).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes fungicidas na severidade da ferrugem em condições de campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em área experimental do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – Campus Uberlândia, no município de Uberlândia – MG, em lavoura de café (*C. arabica* L.) cultivar Catuaí Vermelho, com sete anos de idade, implantada no espaçamento de 3,0 m x 0,8 m, em sistema convencional de produção.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, com oito plantas úteis por parcela.

O início do experimento ocorreu em dezembro de 2014, onde todos os tratamentos foram aplicados conforme a recomendação específica do fabricante. Os tratamentos foram fungicidas do grupo das estrobirulinas e triazóis, com suas respectivas doses de produto comercial e de ingrediente ativo para cada 100L de água:

- 1) Epoxiconazole + Piraclostrobina (300 mL de p.c. e 15 g + 39,9 g de p.a., respectivamente), em aplicação única;
- 2) Uma aplicação de Tebuconazole (250 mL de p.c. e 50 g de p.a.);
- 3) Azoxistrobina + Ciproconazole (120 mL de p.c. e 24 g + 9,6 g de p.a., respectivamente), 3 aplicações a cada 60 dias;
- 4) Oxicleto de Cobre (840 g de p.c. e 420 g de p.a.), três aplicações, a segunda aos 60 dias após a primeira aplicação e a terceira 26 dias após a segunda aplicação;
- 5) Duas aplicações de Tebuconazole (250 mL de p.c. e 50 g de p.a.), sendo a segunda 60 dias após a primeira aplicação;
- 6) Testemunha, sem aplicação.

A aplicação dos fungicidas foi realizada por meio de pulverizador costal motorizado (STIHL SR 420®) e a vazão do equipamento foi regulada para 1,57 litros/minuto, com motor acelerado à rotação máxima aplicando-se um volume de calda próximo ao ponto de escorrimento em cada planta.

A severidade da doença foi avaliada por meio de 10 amostragens de 32 folhas/parcela realizadas aos 0, 15, 30, 44, 65, 85, 105, 132, 176 e 185 dias após a primeira aplicação dos fungicidas. A severidade foi estimada de acordo com escala diagramática proposta por Cunha et al. (2001). Índices médios da severidade observados foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD),

determinada pela equação proposta por Shaner e Finney (1977), segundo a fórmula:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Em que: AACPD = área abaixo da curva de progresso da doença (severidade); n: número total de avaliações;  $y_i$ : proporção da doença em porcentagem de severidade na  $i$ -ésima observação e  $t_i$  = tempo em dias na  $i$ -ésima observação.

Para efeito de avaliação, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software estatístico SISVAR®, e para a comparação entre médias foi utilizado o teste de *Scott-Knott* a 5% de significância (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A severidade da ferrugem do cafeeiro aumentou a partir da terceira amostragem, realizada aos 44 dias após aplicação dos fungicidas, com incremento até a avaliação aos 176 dias (Tabela 1). A severidade da ferrugem do cafeeiro não diferiu entre os tratamentos até os 15 dias após a aplicação, sendo que a partir a 3ª avaliação aos 30 até os 85 dias após a primeira aplicação foi constatado diferença apenas entre a testemunha e os fungicidas aplicados.

**Tabela 1.** Efeito de diferentes tratamentos com fungicidas na severidade da ferrugem do cafeeiro. Uberlândia, MG.

Tratamentos <sup>1</sup>	Dias após a primeira avaliação				
	0	15	30	44	65
TESTEMUNHA	0,37 a*	0,58 a	0,84 b	1,47 b	3,1 b
OX	0,38 a	0,43 a	0,43 a	0,45 a	0,71 a
TE 1	0,35 a	0,42 a	0,47 a	0,47 a	0,66 a
TE 2	0,43 a	0,43 a	0,44 a	0,46 a	0,55 a
AZ+CI	0,24 a	0,24 a	0,27 a	0,32 a	0,47 a
EP+PI	0,37 a	0,43 a	0,47 a	0,52 a	0,89 a
	85	105	132	176	185
TESTEMUNHA	6,71 b	6,72 c	6,75 b	7,75 b	8,75 c
OX	1,30 a	2,67 b	5,52 b	5,95 b	6,98 b
TE 1	0,78 a	0,98 a	4,55 b	5,27 b	5,99 b
TE 2	0,93 a	1,96 b	2,72 a	2,72 a	3,58 a
AZ+CI	0,63 a	0,99 a	1,99 a	2,25 a	3,39 a
EP+PI	0,89 a	0,96 a	1,43 a	1,45 a	2,44 a

<sup>1</sup>TESTEMUNHA; OX - Oxidloreto de cobre; TE 1 - Tebuconazole (uma aplicação); EP+PI - Epoxiconazole + Piraclostrobina; AZ+CI - Azoxistrobina + Ciproconazole e TE 2 - Tebuconazole (duas aplicações).

\*As mesmas letras minúsculas, na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Fonte: do autor.

Aos 105 dias após a primeira avaliação os tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 1 foram os mais eficientes, seguidos pelos tratamentos OX e TE 2. A testemunha apresentou os maiores valores de severidade. Aos 132 e 176 dias após a primeira avaliação, os tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 2 apresentaram os menores valo-

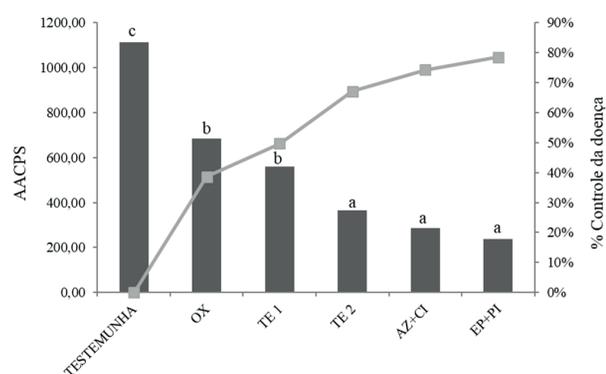
res para porcentagem de severidade. Os maiores valores de severidade foram verificados para a TE1, OX e TESTEMUNHA que formaram outro grupo, não diferindo estatisticamente.

Na última avaliação, aos 185 dias após a primeira avaliação, as menores severidades foram observadas nos tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 1 que diferiram estatisticamente dos tratamentos TE 1 e OX, que se agruparam intermediariamente e por final, a TESTEMUNHA com maiores valores de severidade.

Quando foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença, (AACPD), foram verificados valores menores para os tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 1, que proporcionaram maior controle da doença, com respectivamente 79%, 74% e 67% de controle comparando-se à TESTEMUNHA sem aplicação de fungicidas, não diferindo estatisticamente (Figura 1).

A AACPD intermediária foi constatada para os tratamentos TE 1 e OX, com 50% e 39% de controle respectivamente.

**Figura 1.** Efeito de fungicidas no controle e na área abaixo da curva do progresso da severidade (AACPD) da ferrugem em cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho. Uberlândia, MG.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* ( $p \leq 0,05$ ). Tratamentos: TESTEMUNHA; EP+PI - Epoxiconazole + Piraclostrobina; AZ+CI - Azoxistrobina + Ciproconazole; TE 2 - Tebuconazole (duas aplicações); TE 1 - Tebuconazole (uma aplicação); OX - Oxidloreto de cobre.

Fonte: do autor.

Neste estudo, o oxidloreto de cobre e o tebuconazole em aplicação única foram menos eficientes entre os fungicidas avaliados. Os fungicidas cúpricos possuem um poder residual curto, de 3 a 4 semanas (BOCK, 1962), devendo ser posicionado previamente à deposição de uredinióporos sem atuação quando o fungo já infectou o mesofilo.

Assim, sugere-se que em algum pico da doença o fungicida estava ausente nessa proteção e, portanto, observou-se elevada severidade com a aplicação desse tratamento, sendo o mesmo constatado para a aplicação do TE1 (tebuconazole em aplicação única). Chalfoun e Carvalho (1999) já haviam constatado a ineficiência do oxidloreto de cobre em determinadas condições, especialmente quando há picos tardios da ferrugem do cafeeiro. A utilização dos fungicidas cúpricos deve ser feita sob correto posicionamento em que se recomendam de 4 a 6 aplicações anuais.

Ademais, a eficiência do oxiclóreto de cobre está correlacionada à concentração mínima de 1 kg/ha (KUSHALAPPA; ESKES, 1989), superior ao utilizado nesse trabalho. Altas concentrações de oxiclóreto de cobre são requeridas em condições de elevada carga pendente e altas severidades da ferrugem (KUSHALAPPA; ESKES, 1989).

A baixa eficiência também apresentada pelo uso do TE1 deve-se ao efeito residual curto desse fungicida. O posicionamento desse ingrediente ativo são duas aplicações com intervalo máximo de 45 dias (BRASIL, 2003).

A eficiência dos fungicidas sistêmicos, corretamente posicionados, foi verificada nesse trabalho, fato já comprovado em outros trabalhos (KUSHALAPPA; ESKES, 1989; CHALFOUN; CARVALHO, 1999; CUNHA et al., 2001). Destaca-se a associação entre ingredientes ativos que apresentam maior poder residual e efeito curativo. O ideal na utilização de fungicidas sistêmicos seria a aplicação associada destes aos cúpricos buscando-se o aumento do poder residual, preservação do enfolhamento e incremento na produtividade (KUSHALAPPA; ESKES, 1989; CHALFOUN; CARVALHO, 1999; CUNHA et al., 2004). Sendo essa proposição controversa, conforme trabalho realizado por Cunha et al. (2004) em que a aplicação de epoxiconazole associado ao oxiclóreto de cobre não conferiu o resultado esperado no controle da ferrugem.

Os ingredientes ativos associados comercialmente testados nesse trabalho (piraclostrobina+ciproconazole e azoxistrobina+epoxiconazole) foram reportados como eficientes no controle da ferrugem do cafeeiro em outros trabalhos (SANTINATO et al., 2007; ROSSI et al., 2011).

De modo geral, a eficiência de fungicidas no controle da ferrugem depende do ingrediente ativo, dosagem, frequência, timing de aplicação e distribuição na planta entre outros (KUSHALAPPA; ESKES, 1989).

Neste estudo, observou-se que os fungicidas que possuem estrobilurinas e triazóis em associação reduziram significativamente a severidade da ferrugem-alaranjada do cafeeiro.

## CONCLUSÕES

1. Aplicações de fungicidas curativos foram eficientes na redução da área abaixo da curva de progresso da ferrugem do cafeeiro (AACPD).
2. Ingredientes ativos em mistura e o tebuconazole em duas aplicações resultaram em menores valores de AACPD nas condições estudadas.
3. O oxiclóreto de cobre nas condições desse trabalho e uma única aplicação de tebuconazole resultaram na redução dos valores da AACPD de forma intermediária comparando-se aos demais ingredientes ativos e número de aplicações.

## REFERÊNCIAS

- BOCK, K.R. Control of coffee leaf rust in Kenya Colony. **Transactions of the British Mycological Society**, New York, v. 45, n. 3, p. 301-313, set. 1962.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**: consulta aberta. c2003. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 27 fev. 2017.
- CARVALHO, V. L. de; CUNHA, R. L. da; SILVA, N. R. N. Alternativas de controle de doenças do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 42-49, jan./abr. 2012.
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L. de Controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro através de diferentes esquemas de aplicação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p.363-367, mar. 1999.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: café: safra 2018: quarto levantamento. Brasília: Conab, v.5, n.4, 2018. ISSN 2318-7913. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/24571\\_eec1a3f8fdc30883717a497a09f7d159](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/24571_eec1a3f8fdc30883717a497a09f7d159). Acesso em: 25 fev. 2019.
- CUNHA, R. L.; CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L.; MENDES, A. N. G. Efeito de tratamentos químicos no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) e na preservação do enfolhamento do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais [...]**. Brasília: Embrapa Café, 2001.
- CUNHA, R. L. da; MENDES, A. N. G.; CHALFOUN, S. M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 990-996, set./out. 2004.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v.6, n. 2, p.36-41, jul./dez. 2008.
- HONORATO JÚNIOR, J.; ZAMBOLIM, L.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A. Photosynthetic and antioxidative alterations in coffee leaves caused by epoxiconazole and pyraclostrobin sprays and *Hemileia vastatrix* infection. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, [S. l.], v. 123, p.31-39, set. 2015.
- KILAMBO, D. L., REUBEN, S. O. W. M.; MAMIRO, D. P. Responses of compact coffee clones against coffee berry and coffee leaf rust diseases in Tanzania. **Journal of Plant Studies**, Toronto, v. 2, n. 2, p. 81-94, maio 2013.

KUSHALAPPA, A. C.; ESKES, A. B. Advances in coffee rust research. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 27, p. 503-531, 1989.

ROSSI, C. V. S.; MORAES G. C. P. de; BENETTI, E.; SINGER, P. H. C. Rotação de ativos na aplicação de solo e foliar para o manejo da ferrugem do cafeeiro, *Hemileia vastatrix*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 37., 2011, Poços de Caldas. **Anais** [...]. Varginha: Fundação Procafé, 2011.

ROZO, Y.; ESCOBAR, C.; GAITÁN, A.; CRISTANCHO, M. Aggressiveness and genetic diversity of *Hemileia vastatrix* during an epidemic in Colombia. **Journal of Phytopathology**, Medford, v. 160, p. 732-740, set. 2012.

SANTINATO, R.; MOREIRA, W. V.; SILVA, V. A.; D'ANTÔNIO, G. A. C.; ABREL, F. C. Efeito de fungicidas sistêmicos associados a estribirulinas no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro na região oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 33., 2007, Lavras. **Anais** [...]. Varginha: Fundação Procafé, 2007.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, p. 1051- 1056, fev. 1977.

SILVA, M. do C.; VÁRZEA, V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; AZINHEIRA, H. G.; FERNANDEZ, D.; PETITOT, A. S.; BERTRAND, B.; LASHERMES, P.; NICOLE, M. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p.119-147, jan./mar. 2006.

TALHINHAS, P.; BATISTA, D.; DINIZ, I.; VIEIRA, A.; SILVA, D. N.; LOUREIRO, A.; TAVARES, S.; PEREIRA, A. P.; AZINHEIRA, H. G. GUERRA-GUIMARÃES, L.; VARZEA, V.; SILVA, M. do C. The coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix*: one and a half centuries around the tropics. **Molecular Plant Pathology**, Medford, v. 18. n. 8, p.1039-1051, 2017.

VAN DER VOSSEN, H.; BERTRAND, B.; CHARRIER, A. Next generation variety development for sustainable production of arabica coffee (*Coffea arabica* L.): a review. **Euphytica**, Wageningen, v. 204, n. 2, p. 243-256, fev. 2015.

ZAMBOLIM, L.; ACUÑA, R. S.; VALE, F. X. R. do; CHAVES, G. M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 32-35, jan. 1992.

## ● CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

### SENSORY PROFILE OF SOYBEAN EXTRACTS MADE WITH GENOTYPES SPECIAL FOR HUMAN CONSUMPTION

*\*Sueli Ciabotti<sup>1</sup>; Ana Cristina Pinto Juhâz<sup>2</sup>; Talita Morais Alves Teixeira<sup>3</sup>; Cintia Cristina de Oliveira<sup>4</sup>; Mariana Borges de Lima Dutra<sup>5</sup>.*

**ABSTRACT:** Soybeans contain primary and secondary metabolites responsible for specific flavors and odors which may interfere with the sensory quality, once the soybean extract can improve these undesirable characteristics. It is worth noting the importance of this study in evaluating the acceptability of soybean extracts made with special genotypes with different tegument colors for human consumption, using the Internal Preference Mapping, that can identify the extracts of greater acceptability in relation to the attributes appearance, color, aroma, flavor and overall impression. The soybean extracts produced with the black tegument genotypes showed the lowest acceptability for all attributes. The extracts produced with brown and black soybeans were the least accepted concerning the appearance and color, thus these genotypes should not be used for the production of soybean extracts. The extract produced with the cultivar BRS 213 which is lipoxygenase-free stood out for the aroma, while the extracts from the cultivar BRSMG 790A and the free lipoxygenase lineage were the most accepted for the attribute flavor. In the overall impression, the two extracts made with the lipoxygenase-free lineage had better acceptability. Therefore, the soybeans with yellow tegument, preferably the genotypes free of the lipoxygenase isoenzymes, have proven to be more suitable to produce the soybean extract since it provided a soft flavor and aroma and greater consumer acceptability.

**Palavras-chave:** Genetic improvement, black tegument, brown tegument, flavor, color.

### CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DE EXTRATOS DE SOJA PRODUZIDOS COM GENÓTIPOS ESPECIAIS PARA A ALIMENTAÇÃO HUMANA

**RESUMO:** A soja contém na sua constituição química metabólitos primários e secundários os quais caracterizam os sabores e odores específicos desta leguminosa, que podem interferir na qualidade sensorial, sendo que o extrato de soja é o que mais realça os sabores e odores indesejáveis. Vale salientar a importância deste estudo em avaliar a aceitabilidade de extratos de soja obtidos com genótipos especiais para alimentação humana com diferentes colorações de tegumento, utilizando o mapa de preferência interno que identificou os extratos de maior aceitabilidade em relação aos atributos de aparência, cor, aroma, sabor e impressão global. Os extratos de soja obtidos dos genótipos de tegumento preto foram os de menor aceitabilidade em todos os atributos. Nas características de aparência e cor os produzidos com a soja marrom e preta foram os menos aceitos, concluindo que estes genótipos não devem ser utilizados para a produção de extratos. O extrato de soja processado com a cultivar BRS 213, livre de lipoxigenase, se destacou na característica do aroma. Os melhores sabores aceitos pelos consumidores foram dos extratos obtidos da cultivar BRSMG 790A e da linhagem livre de lipoxigenase. No aspecto global, os dois extratos obtidos com a soja livre de lipoxigenase foram os de melhor aceitabilidade. Para a produção de extrato de soja deve-se utilizar soja de tegumento amarelo e de preferência as livres das isoenzimas de lipoxigenase pois apresentam sabor e aroma mais suaves e de maior aceitabilidade.

**Keywords:** Melhoramento genético, soja de tegumento preto, soja de tegumento marrom, sabor, cor.

\* Autor correspondente - [sueliciabotti@iftm.edu.br](mailto:sueliciabotti@iftm.edu.br)

1 Doutora em Ciência dos Alimentos, Bolsista Pesquisadora Visitante, Fapemig, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Epamig Oeste, Uberaba, MG, Brasil. [sueliciabotti@iftm.edu.br](mailto:sueliciabotti@iftm.edu.br)

2 Doutor em Melhoramento Genético e Vegetal, Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Epamig Oeste, Uberaba, MG, Brasil. [ana.juhasz@epamig.br](mailto:ana.juhasz@epamig.br)

3 Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberaba; Uberaba, MG, Brasil. [talita.mat@hotmail.com](mailto:talita.mat@hotmail.com)

4 Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba; Uberaba, MG, Brasil. [cintia@iftm.edu.br](mailto:cintia@iftm.edu.br)

5 Doutora em Alimentos e Nutrição, Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Inconfidentes; [mariana.dutra@ifsuldeminas.edu.br](mailto:mariana.dutra@ifsuldeminas.edu.br)

## INTRODUCTION

The genetic improvement of soybeans for human consumption aims to develop lineages with nutritional and sensory characteristics superior to those destined to the industry, which is limiting factors for human consumption of soybeans and soy-derived products in the West. Soybeans contain primary and secondary metabolites in its chemical constitution responsible for the specific flavors and odors of this leguminous plant that may interfere with the sensory quality depending on several conditions, including genetic factors, cultivar, growing conditions, storage and processing technology.

The undesirable flavor and odor of the soybean extract stand out among the soy-derived products. Lipid oxidation is responsible for the propagation of volatile compounds through the formation of hydroperoxides from the polyunsaturated fatty acids by the action of lipoxygenase isoenzymes (AXEROLD et al., 1981). The instability of the hydroperoxides can lead to the formation of aldehydes, ketones, furans, alcohols, polymers among other compounds (CUNHA et al. 2015). The Maillard and Strecker reactions contribute to the formation of volatile compounds by the reaction between saccharides and amino acids during the thermal processing of the soybean extract. Approximately 63 chemical compounds have been identified in soybean extracts, including aldehydes, ketones, alcohols, furans, esters, acids and hydrocarbon compounds. Different studies have demonstrated hexanal as a major indicator for lipid oxidation which is responsible for the off flavor in soybean grains and soy-derived products and can be decisive in the sensory quality reducing the product's acceptance. Other authors have reported the following sensory attributes in soybean extract: beany, grassy, oxidized, astringency mouthfeel, thickness and darkness. Astringency mouthfeel is generally known as derived from non-volatile compounds such as phenolic acids and isoflavones commonly found in soybean products (POLISELI-SCOPEL; FERRAGUT 2016). Thus, acceptance tests are required in the selection of soybean lineages of the genetic improvement program for human consumption in view of the sensory characteristics of the soybean extract.

The acceptance tests can reflect the degree of preference for a particular product. However, when acceptance data are analyzed by univariate analysis, it is assumed that the consumer acceptance criterion is homogeneous, which may not reflect the true scores. Thus, the individual variability of the data must also be considered and data structure analyzed. The Internal Preference Mapping together with the Analysis of Variance and mean tests can complement the acceptance test of a product, explaining consumer preferences, providing thus valuable information for a given product (CARDELLO; FARIA, 2000)

The Internal Preference Mapping provides a multi-dimensional representation of consumer and products through the decomposition of a singular value (i.e. principal component analysis, PCA) of a data matrix that has products as rows and consumers as columns. For

a specific consumer, the data are the hedonic scores assigned to a set of products. The internal map is a graphical representation of products and consumers on which the direction of the increasing preferences for each individual consumer is observed, providing the graphical representation of products (PCA score), the sensory data (PCA load) and consumers (regression coefficients of the adjusted model) (PINHEIRO et al., 2013).

In view of the above, this study aimed to evaluate the acceptability of soybean extracts made with special soybean genotypes with different tegument colors for human consumption, using the internal preference mapping.

## MATERIAL AND METHODS

Suitable for human consumption soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) with tegument of different colors were used to produce the extracts. They came from a partnership breeding program of Embrapa/Epamig/Triângulo Foundation in Uberaba-MG (Table 1) and four cultivars and six lineages.

**Table 1.** Soybean cultivars and lineages from the genetic breeding program of the partnership Embrapa / Epamig / Fundação Triângulo, Uberaba-MG.

	Genotypes	Characteristics
Cultivars	Conquista	Yellow tegument and black hilum. Used in the food industry.
	BRS 213	Special for human consumption, Yellow tegument.
	BRSMG 790A	Special for human consumption, Brown tegument and hilum.
	BRSMG 800A	Special for human consumption, Brown tegument and hilum.
Lineages	MGBR10-16601	Special for human consumption, Yellow tegument and hilum
	MGBR10-16301	Special for human consumption, Yellow tegument and hilum
	MGBR10-16201	Special for human consumption, brown tegument
	MGBR07-7043	Special for human consumption, brown tegument
	MGBR09-9161	Special for human consumption, black tegument and large grain
	BRN07-50543	Special for human consumption, black tegument and small grain

For the experiment, 100 g of grains were hydrated in 500 mL for 10 hours. The water was discarded and the 100 grams of the hydrated grains were homogenized with 1 liter of cold water ( $6 \pm 2$  °C), (ratio 1:10) in a blender for 3 minutes and filtered through fine cotton cloth. The filtrate was heated under constant stirring until the first boil, which continued on low heat for more 10 minutes. The volume was completed for 1 liter with potable water.

The soybean extracts were stored at 7-8° C until the following day to perform the sensory evaluation that was carried out at the Sensory Analysis Laboratory of Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Uberaba - MG. The present study was approved by ethics committee (CAAE: 18971613.0.0000.5145).

The soybean extracts (30 mL, Table 1) were presented at  $6 \pm 2$  °C in disposable plastic cups encoded

with 3-digit random number. Each consumer received water at room temperature for the palate cleansing. The test was performed in individual booths with white fluorescent light. Each consumer who participated in the acceptance test was considered as an experimental unit.

The participants were invited to participate the tests through posters at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Uberaba Campi. Sixty consumers including 49 female and 11 male aged between 18 and 60 years participated in the acceptance test who evaluated the appearance, color, aroma, flavor and overall impression of the samples. The samples were presented through balanced blocks in two sessions in a monadic form. All samples were evaluated and served in a balanced order. A structured hedonic scale of nine points ranging from “disliked very much” to “liked very much” was used (STONE & SIDEL, 2004).

The results were analyzed by analysis of variance and internal preference maps and they were constructed using data from each of the attributes that were arranged in a matrix with the treatments (samples) in the rows and consumers in the columns. The analyses were performed using the statistical program Sensomaker® developed by Pinheiro et al. (2013).

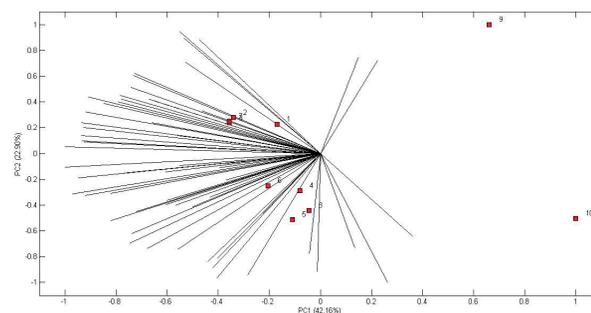
## RESULTS AND DISCUSSION

### Appearance

The Internal Preference Mapping was performed using the results of the appearance test of ten samples of soybean extract (FIGURE 1). The first principal component explained 42.16% of the variability between the samples and the second principal component accounted for 22.90% of the variation. The first and second dimensions explained 65.06% of the variability between the individuals with respect to the attribute acceptance.

The soybean extracts from the lineages 9 (MGBR09-9161) and 10 (BRN07-50543), both made with soybeans with black tegument, were the least preferred for the attribute appearance as observed in the quadrants of the preference map, once few assessors preferred these samples. The cluster analysis identified 2 major groups on which the majority of consumers located on the right side of the map, although a higher percentage approval was observed for the samples 2 (BRS 213-lipoxygenase-free), 3 (BRSMG 790A) and 7 (MGBR10-16201-lipoxygenase-free) all of them with yellow tegument and hylo. These results may be due to the characteristic of the grains for commercial production of the soymilk and tofu, which should preferably contain yellow tegument and hylo (CUNHA et al. 2015), that makes the appearance of the extract more acceptable, once consumers are used to the lighter color of this product found in the market.

**Figure 1:** Internal preference mapping for the appearance scores of the soybean extracts made with different tegument colors.



1 – Conquista; 2 – BRS 213 (lipoxygenase-free); 3 – BRSMG 790A; 4 – BRSMG 800A; 5 – MGBR10-1661; 6 – MGBR10-16301; 7 – MGBR10-16201 (lipoxygenase-free); 8 – MGBR07-7043; 9 – MGBR09-9161 and 10 – BRN07-50543 (black tegument).

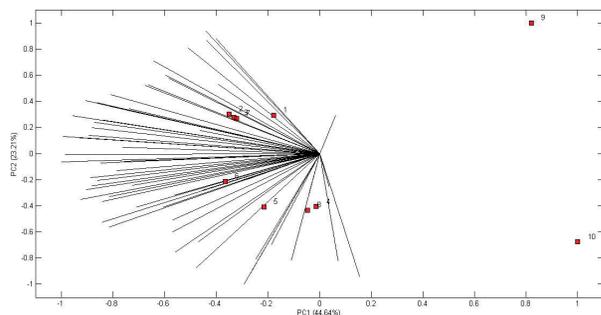
In addition to the agronomic aspects, the genetic improvement program of soybeans for human consumption in Brazil should consider the reduction of the unpleasant flavor, the color, the size and the overall appearance of the grain (JUHÁSZ, CIABOTTI and TEIXEIRA, 2017). In recent years, the availability of high-quality soy products has increased due to sales and greater consumption in the Brazilian market. Cultivars with yellow tegument and hylo were intended for human consumption by having large seeds, ideal flavor for processing soy-derived foods, including tofu, soybean flour and soybean extract (CUNHA et al. 2015).

In this study, the appearance was closely related to color (FIGURE 2). It's noted that the spatial location of the extracts had the same behavior as the attribute appearance with two distinct groups occurring in the right quadrants of the map.

### Collor

With respect to the attribute color, the first principal component accounted for 44.64% of the variation and the second 23.21%, totaling 67.85% of the variance among the samples. The genotypes 2 (BRS 213 lipoxygenase-free), 3 (BRSMG 790A) and 7 (MGBR10-16201) were the most accepted, all of them with yellow tegument and hylo. Intermediate acceptance scores were observed for the other extracts obtained from soybeans with yellow tegument. Several factors can explain the difference in color between soybeans and their final products. In addition to the genotype, the enzymatic and non-enzymatic reactions in soybean grains are accelerated at low and/or very high temperatures of storage and the dark pigments formed are transferred to the soybeans and tofu extract (CIABOTTI et al., 2007).

**Figure 2:** Internal preference mapping for the color scores of the soybean extracts made with different tegument colors.



1 - Conquista; 2 - BRS 213 (lipoxygenase-free); 3 - BRSMG 790A; 4 - BRSMG 800A; 5 - MGBR10-1661; 6 - MGBR10-16301; 7 - MGBR10-16201 (lipoxygenase-free); 8 - MGBR07-7043; 9 - MGBR09-9161 and 10 - BRN07-50543 (black tegument).

Lower acceptance scores were observed for the attribute color of the extracts from the lineage 9 (MGBR09-9161) and 10 (BRN07-50543), both with black tegument, which can be visualized through the distance between the samples in the map quadrants and the consumers (vectors). The darker color of the extracts made with soybeans with black tegument may have influenced the color since this extract was darker and the most rejected for all the attributes evaluated. The processing of soybeans to obtain the extracts usually uses soybeans with yellow tegument and hlyo rather than the varieties with brown and black teguments that can significantly alter the sensory results, mainly the color attribute. The brown soybean extracts were also not accepted (4 - BRSMG 800A and 8 - MGBR07-7043) as observed in the positioning in the map (center of lower quadrants) due to the dark color of the extract caused by the dark tegument.

### Odor

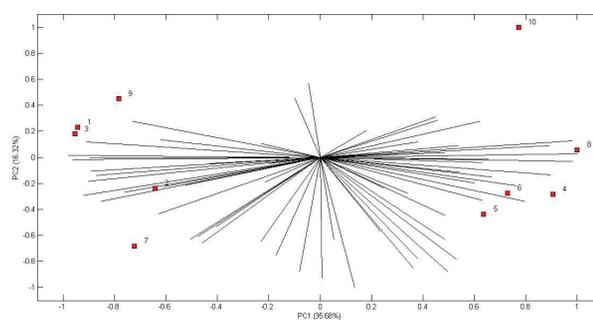
Figure 3 presents the Internal Preference Mapping for the attribute odor of all soybean extracts. The first principal component accounted for 35.69% of the variation among the samples and the second principal component explained 16.32% of the variation. The first two principal components together explained 52.01% of the variation among the samples. It is worth noting that the spatial separation of the samples for the attribute odor had the same behavior when compared to the flavor and overall impression with the formation of two distinct groups.

The extract 10 (BRN07-50543) was more distant from the consumers (vectors) followed by the extract 9 (MGBR09-9161), both with black tegument, with a lower acceptance then. The extract 2 (BRS213) made from lipoxygenase-free soybeans showed greater acceptability, probably due to the smoother odor. The enzyme

lipoxygenase is a propagator of a series of volatile and non-volatile chemical compounds that interfere in the acceptance of the soybean extracts.

Studies have found volatile compounds in soybean extract subjected to ultra-high pressure homogenization (UHPH) such as hexanal, ethanol, 1-hexanol, 1-pentanol, hexanoic acid, 1-octen-3-ol, 2-pentyl furan, pentanol, 2,3-pentanedione, benzaldehyde, 2,3-octanedione and 1-octen-3-one. Different studies have pointed out the hexanal as an indicator of the degree of oxidation responsible for the off flavor in soybean extracts, being decisive in the sensory quality with a better consumers' acceptance at a low incidence of this compound in the extracts (POLISELI-SCOPED & FERRAGUT, 2016). Intermediate scores were observed in the acceptance of the other soybean extracts, according to the location on the map and distance of the vectors. A group of consumers was located almost parallel to the "y" axis, which is not focused on any sample, presenting very similar results for the acceptance of the attribute odor.

**Figure 3:** Internal preference mapping for the odor scores of the soybean extracts made with different tegument colors.



1 - Conquista; 2 - BRS 213 (lipoxygenase-free); 3 - BRSMG 790A; 4 - BRSMG 800A; 5 - MGBR10-1661; 6 - MGBR10-16301; 7 - MGBR10-16201 (lipoxygenase-free); 8 - MGBR07-7043; 9 - MGBR09-9161 and 10 - BRN07-50543 (black tegument).

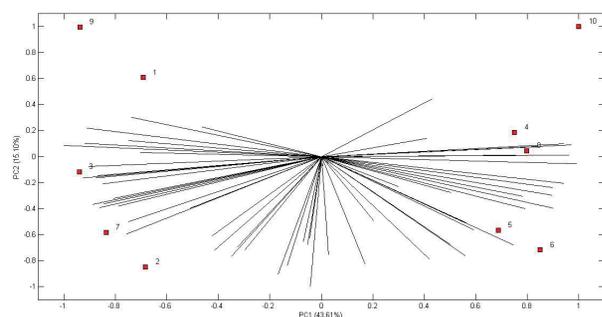
### Flavor

The Internal preference mapping of the attribute flavor was generated by two components that together explained 58.71% of the variation among the soybean extracts (FIGURE 4). The first principal component explained 43.61% of the variation while the second component explained 15.10%, representing the location of the consumers within the same vector space. CALLEGUER et al. (2006) have reported that consumers are represented by vectors and those with similarity in one or more properties are close to each other. The concentration of consumers in the sample region indicates greater or lower acceptance.

The Cluster Analysis identified two major groups. The majority of the consumers belonged to the lower left quadrant (58.71%), with the samples 3 (BRSMG

790A) and 7 (MGBR10-16201) presenting the highest percentage approval for the attribute flavor. Sample 7 was identified as lipoxygenase free that improves the sensory characteristics of soybean derivatives. TORRESPENARANDA and REITMEIER (2001) studied the flavor of the soybean extracts obtained from conventional soybeans and conventional free-lipoxygenase soybeans and verified differences in almost all flavor attributes. In another study with soybean extracts, TORRESPENARANDA et al. (1998) found lower intensity for raw beans flavor in the extracts obtained from the conventional lipoxygenase-free soybeans as reported by the Americans rather than Chinese assessors in comparison with the soybean extract obtained from the conventional soybeans, whereas the Japanese assessors found no differences between both extracts.

**Figure 4:** Internal preference mapping for the flavor scores of the soybean extracts made with different tegument colors.



1 – Conquista; 2 – BRS 213 (lipoxygenase-free); 3 – BRSMG 790A; 4 – BRSMG 800A; 5 – MGBR10-1661; 6 – MGBR10-16301; 7 – MGBR10-16201 (lipoxygenase-free); 8 – MGBR07-7043; 9 – MGBR09-9161 and 10 – BRN07-50543 (black tegument).

Not all cultivars used in human food are triple-null lipoxygenase genotypes, but differences in composition make them more palatable due to the higher carbohydrates content, as observed in the cultivar BRSMG 790A. The sensory evaluation of the lineages in the final stages of the genetic improvement, both in the form of soybean extract and cooked grains and regardless of the presence of the lipoxygenase isoenzymes showed great variability of flavor that allows to phenotype in qualitative classes such as an astringent, soft, sweet among others (JUHÁSZ et al., 2017). Astringency is generally derived from non-volatile compounds such as phenolic acids and isoflavones commonly found in soybean products (POLISELI-SCOPEL & FERRAGUT 2016).

The extracts made with the genotypes 1 (Conquista), 9 (MGBR09-9161) and 10 (BRN07-50543) showed lower acceptance scores for the attribute flavor as they were located further away from the vectors (consumers). The genotype 1 is a conventional non-food specific cultivar used as a control and the genotypes 9 and 10 are of black tegument. The soybeans with black tegument is used in China as food and also in medicine, once it has multiple clinical functions depending on the methods of preparation (TAN et al., 2016) since it contains isoflavones and other phytochemicals that are potentially effective in human health, including sterols,

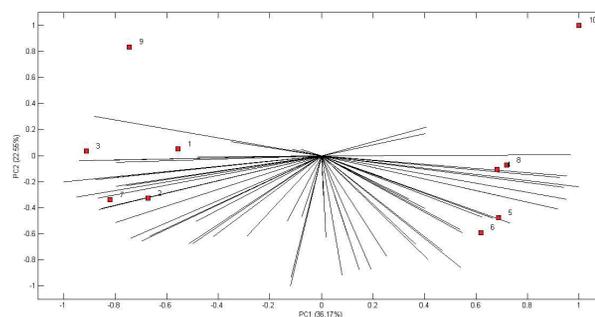
phytic acid, saponins and phenolics. Recent research has shown that the black soybeans had the highest antioxidant activity (KOH al. 2014). Those phytochemicals may have influenced the lower sensory acceptability of the samples. Jeng et al. (2013) reported higher isoflavone concentrations in black soybeans when compared to yellow soybeans. Other authors (POLISELI-SCOPEL & FERRAGUT, 2016) stated that isoflavones are responsible for astringency in soybean derivatives.

### Overall impression

The samples were evaluated by a set of attributes for appearance, color, aroma, flavor, and overall impression. The Internal Preference Mapping generated a multidimensional space through principal components that together explained 58.72% of the variation among the samples in relation to the overall impression (FIGURE 5). The first principal component explained 36.17% of the variation while the second principal component accounted for 22.55%.

Similar aroma and flavor behavior was observed in the overall impression of the soybean extracts with the formation of two clusters. This result may be confirming that Global Impression was influenced by odor and flavor attributes. The samples with black tegument (9-MGBR09-9161 and 10-BRN07-50543) were distant from the consumers (vectors), confirming the other attributes. The lipoxygenase-free genotypes had the best overall acceptance while intermediate acceptance scores were observed for the other samples.

**Figure 5:** Internal preference mapping for the overall impression scores of the soybean extracts made with different tegument colors.



1 – Conquista; 2 – BRS 213 (lipoxygenase-free); 3 – BRSMG 790A; 4 – BRSMG 800A; 5 – MGBR10-1661; 6 – MGBR10-16301; 7 – MGBR10-16201 (lipoxygenase-free); 8 – MGBR07-7043; 9 – MGBR09-9161 and 10 – BRN07-50543 (black tegument).

## CONCLUSION

The Internal Preference Mapping demonstrated that the soybean extracts made with the genotypes with black tegument presented lower acceptability for all sensory attributes. For the attributes appearance and color, the extracts produced with brown and black soybeans were the least accepted, thus they should not be used for the production of soybean extracts. The aroma of the soybean extract made with the cultivar BRS 213, lipoxygenase-free, stood out among the

other extracts. Higher flavor scores were observed for the cultivar BRSMG 790A and the lipoxygenase-free genotype. In the overall impression, the two extracts made with lipoxygenase-free soybeans were the most acceptable. Therefore, the soybeans with yellow tegument, preferably the genotypes free of the lipoxygenase isoenzymes, have proven to be more suitable to produce the soybean extracts since it provided a soft flavor and aroma and greater consumer acceptability.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Foundation for Research Support of the State of Minas Gerais - FAPEMIG for the scholarship for both the visiting researcher and Talita Morais.

## REFERENCES

- AXEROLD, B.; CHEESEBROUGH, T. M.; LAAKSSO, S. Lipoxygenase from soybeans. **Methods Enzymology**, Oxford, v. 71, p. 441-451, 1981.
- CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 32-36, abr.. 2000.
- CIABOTTI, S.; BARCELOS, M. F. P.; PINHEIRO, A. C. M.; CLEMENTE, P. R.; LIMA, M. A. C. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 27, p. 643-648, jul.-set. 2007.
- CUNHA, D. S.; VIANA, J. S.; SILVA, W. M.; SILVA, J. M. Soja para consumo humano: breve abordagem. **AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer**, v. 2, n. 3, p. 101-113, 2015.
- JENG, T. L.; SHIH, Y. J.; WU, M. T.; WANG, C. S.; SUNG, J. M.; Evaluations and Selections for High Isoflavone Black Soybean Mutants Induced by NaN<sub>3</sub> **Treatment. American Journal of Plant Sciences**, n. 4, p. 35-40, 2013.
- JUHÁZ, A. C. P.; CIABOTTI, S.; TEIXEIRA, L.C. A. A. Breeding for nutritional quality. In: SILVA, F. L.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; LUDKE, W. H. Ed. **Soybean breeding**. Springer, 2017, p. 375-393.
- KOH, K.; YOUN, J. E.; KIM, H, S. Identification of anthocyanins in black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) varieties. **Journal Food Science Technology**, v. 51, n. 2, p. 377-381, 2014.
- PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.
- POLISELI-SCOPEL, F. H.; FERRAGUT, V. Ultra-High pressure homogenization: impact of microbiological, physical and chemical quality of soy milk. In: **Food processing technologies: impact on product attributes**. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 759.
- STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 3. ed. New York: Academic Press, 2004. 408p.
- TAN, Y.; CHANG, S. C.; ZHANG, Y. Innovative soaking and grinding methods and cooking affect the retention of isoflavones, antioxidant and antiproliferative properties in soymilk prepared from black soybean. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 81, n. 4, p. 1016-1023, Apr. 2016.
- TORRES-PENARANDA, A. V.; REITMEIER, C. A. Sensory descriptive analysis of soymilk. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 2, p. 352-356, Mar./Apr. 2001.
- TORRES-PENARANDA, A. V.; REITMEIER, C. A.; WILSON, L. A.; FEHR, W. R.; NARVEL, J. M. Sensory characteristics of soymilk and tofu made from lipoxygenase-free and normal soybeans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 1084-1087, Nov./Dec. 1998.

## ● CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

### APLICAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE CUSTOS, BASEADO NO MÉTODO ABC, EM UMA PRODUÇÃO DE MINIPIZZA

*\*Bruno Ávila Bueno<sup>1</sup>; Carlos José da Silva<sup>2</sup>; Fernando Caixeta Lisboa<sup>3</sup>*

**RESUMO:** A minipizza é um produto de grande comercialização devido ao seu baixo custo e o rápido consumo; uma boa opção para uma época em que as pessoas procuram economizar tempo e dinheiro. Conseqüentemente, faz-se necessário calcular os custos para a determinação do preço de venda, facilitando a tomada de decisão dos gestores. Neste contexto, o objetivo deste artigo foi aplicar uma metodologia de gerenciamento de custos para uma produção de minipizza, baseado no método ABC. Para tanto, foram realizadas análises qualitativas (mapeamento de processos e descrição) e quantitativas (levantamento e análise de custos) para a produção de 34 unidades em 4 etapas de análise. Os resultados indicaram que os custos com a etapa de preparo da massa somaram um total de R\$ 5,18. Os custos com a etapa de preparo do recheio foram de R\$ 11,85. Os custos com a etapa de forneamento chegaram a um total de R\$ 7,33. Por fim, com a etapa de embalagens, os custos somaram o total de R\$ 0,90. Os resultados indicaram que o custo total de produção, somado os gastos em todas as etapas, foi de R\$ 25,26 para a quantidade analisada. Portanto, pode-se apontar que o método utilizado pode ser aplicado para o custeio de todo o processo, sendo um importante indicador para a determinação do preço de venda.

**Palavras-chave:** Processamento; Gestão; Controle.

### APPLICATION OF COST MANAGEMENT, BASED ON THE ABC METHOD, IN A MINIPIZZA PRODUCTION

**ABSTRACT:** Minipizza is a product of great commercialization, due to its low cost and fast consumption. It's a good option nowadays because people are looking for saving time and money. Consequently, it is necessary to calculate the costs for determining the selling price, facilitating the managers' decision-making. In this context, the objective of this article was to apply a cost management methodology for the minipizza production, based on the ABC method. For that, qualitative (process mapping and description) and quantitative analyses (survey and cost analysis) were performed for the production of 34 units in 4 analysis stages. The results indicated that the costs with the mass preparation stage summed R\$ 5.18. The costs with the preparation stage of the filling were R\$ 11.85. Costs with the baking process reached a total of R\$ 7.33. Finally, with the packaging stage, costs summed R\$ 0.90. The results indicated that the total cost of production, in addition to the expenses at all stages, was R\$ 25.26 for the amount analyzed. Therefore, it can be pointed out that the method used can be applied to the costing of the whole process being an important indicator for the determination of the sale price.

**Keywords:** Processing; Management; Control.

\* Autor Correspondente: brunoavilabueno@gmail.com

1 Tecnólogo em Alimentos. Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, *Campus* Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil. brunoavilabueno@gmail.com

2 Tecnólogo em Alimentos. Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, *Campus* Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil. carlostecdealimentos@gmail.com

3 Mestre, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), *Campus* Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil. fernandocaixeta@iftm.edu.br

## INTRODUÇÃO

Os hábitos alimentares têm mudado com o desenvolvimento econômico. Isso se deve, em parte, às rápidas mudanças no nível educacional das pessoas, aos custos reduzidos da maioria dos alimentos de elevada densidade energética, à urbanização e à industrialização. Além de uma mudança significativa no mundo do trabalho em que frequentemente pessoas não dispõem de tempo para preparar seus próprios alimentos (CONDE; MONTEIRO, 2014).

Neste sentido, a alimentação fora de casa tem sido uma opção cada vez mais utilizada, estimulando a procura por comidas de rápido preparo e consumo. A busca pela rapidez e menores custos pode justificar o aumento do seu uso e dentre vários produtos que tem relativo destaque, um é a pizza.

A Pizza é uma especialidade original italiana, conhecida como um produto tradicional de padaria em países europeus, com crescente popularidade nos países americanos, destacando-se o Brasil, principalmente como comida rápida para consumo (NATAL et al., 2014).

É definida como uma fatia redonda fina de massa de levedura e pode ser combinada opcionalmente com diferentes ingredientes, sendo aromatizada e cozida no forno. Atualmente, existem várias variedades de pizza combinadas com vários tipos de possíveis ingredientes e de vários tamanhos, sendo a minipizza (pizza em menor tamanho) um dos produtos mais consumidos (GABRIEL; MENRAD, 2014).

Diante deste ambiente, é necessário encontrar a forma mais conveniente de formar o preço de venda deste produto sem perder a competitividade e obter a margem de lucro desejada (SEPP et al., 2015). Para isso, o gerenciamento de custos se faz necessário para apurar o real panorama da produção e apropriar estrategicamente os gastos para que estes sejam eficientes.

Tradicionalmente, o custo do produto é a soma do custo direto dos materiais, do custo direto do trabalho e dos gastos gerais de fabricação. O uso de uma única base de alocação resulta em que os custos são espalhados pelos produtos de forma que resultem em custos não confiáveis em formação. Para superar esse problema, as empresas começaram no final da década de 1960 a desenvolver métodos alternativos para alocar custos, destacando-se o método ABC (AL-ZU'BI; KHAMEES, 2014).

### Custos e Métodos de Custeio

Os custos estão relacionados na transformação ou utilização de um bem. Na utilização, podemos observar o consumo de energia e na transformação são as matérias primas, depreciação de uma máquina, embalagem (MARTINS; ROCHA, 2010).

O método de custeio diz a respeito à composição do valor de custo de um evento, produto, atributo,

dentre outros, de acordo com o interesse do gestor em abordar. A escolha do método é mensurada individualmente de acordo com os elementos da produção. Entre os métodos mais utilizados estão o custeio por absorção, padrão, sequência e o ABC (MARTINS; ROCHA, 2010).

O método por absorção é o mais utilizado quando se trata de apuração de resultado, sendo recomendado pela legislação brasileira. Os custos são divididos em diretos e indiretos, todos os produtos que não puderem ser classificados com diretos, são indiretos (SOUZA; CLEMENTE, 2011).

O custo padrão consiste nas obtenções de valores padrões de custos, é indicado para empresas que fabricam grande variedade de produtos, principalmente quando a produção é outros métodos, pois ele apenas guia para o processo de detecção e análise de desvios (BORNIA, 2010).

O método de custeio variável é conhecido na literatura como custeio marginal, pois os custos fixos são alocados aos resultados como se fossem despesas (FERREIRA, 2007). A vantagem deste método é a facilidade de obtenção de margem de contribuição por tipo de produto elaborado, sendo uma ferramenta adequada para a tomada de decisão, pois só considera como custo do produto os elementos variáveis e sua desvantagem é a dificuldade de segregação efetiva de custos fixos e variáveis e fere os princípios da contabilidade contábeis (DUBOIS et al., 2009).

Na visão de Dutra (2009), o método de Custeio Baseado em Atividades (ABC- abreviatura do inglês "Activity Based Costing") originou-se da tentativa de melhorar a qualidade da informação contábil para a tomada de decisões, principalmente com relação a produtos elaborados de forma direta e indireta, obtidos através de rateios.

Este método permite detectar desperdícios em uma empresa, através da análise de tais atividades, as que geram valor e as que não geram valor no produto (SANTOS, 2011), sendo uma ferramenta para gestão de custos, o qual pode ser captado através das diferentes atividades realizadas na empresa (LEAL et al., 2016).

Segundo Frezatti (2005), em empresas de médio e grande porte brasileiras, o ABC é o método menos utilizado, pois se verifica a dificuldade no seu uso devido à complexidade que sua análise e coleta de dados exigem.

Santos (2015), utilizou o método de custeio ABC em uma empresa alimentícia e verificou que a mão de obra estava agregando um alto valor para o produto, permitindo para o gestor mais precisão nas decisões.

Com base neste contexto, a aplicação de análise de custos deve ser desenvolvida para que os envolvidos tenham a real noção do que pode ser o custo de produção e assim, tomar decisões estratégicas nas organizações. Neste sentido, objetiva-se com esse trabalho aplicar uma metodologia de gerenciamento de custos em uma produção de minipizza, baseado no método ABC.

## MATERIAL E MÉTODOS

Nas Ciências Sociais, há dois caminhos que podem ser percorridos na construção da pesquisa científica: o quantitativo e o qualitativo. A diferença básica entre eles é que os métodos quantitativos produzem resultados mensuráveis em termos de quantidade, intensidade e frequência, enquanto os métodos qualitativos buscam a natureza social da construção da realidade e o modo pelo qual a experiência social surge e adquire significado (MINAYO, 1994).

Em razão da natureza deste trabalho, para realizar a análise de custos de um processo, optou-se pela utilização de ambas as metodologias, tanto qualitativa (mapeamento de processos e descrição) quanto quantitativa (levantamento e análise de custos), já que são as que melhor conseguem captar esse universo dos significados à luz do entendimento dos autores envolvidos. Neste trabalho também foi utilizado o método de estudo de caso.

Segundo Yin (2015), os sujeitos de um estudo de caso são as pessoas que vão participar do seu estudo ou sobre as quais você pode coletar arquivos registrados anteriormente. Neste trabalho, os sujeitos foram os funcionários que também são os proprietários.

A presente pesquisa foi realizada junto a uma empresa do município de Uberlândia, localizado no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. A produção analisada não possui pontos de venda própria, atendendo apenas clientes por encomenda, que buscam o produto no local. Possui apenas um funcionário, que é o proprietário do estabelecimento, trabalhando em um turno em regime integral de 8 horas diárias. As instalações se resumem a uma cozinha e o banheiro.

O desenvolvimento da proposta de gerenciamento de custos da organização seguiu os seguintes passos:

### Mapeamento e descrição dos processos:

O mapeamento dos processos refere-se a um conjunto de funções de planejamento, direção e avaliação das atividades sequenciais, com a finalidade de minimizar os conflitos interpessoais e atender as necessidades e expectativas dos clientes externos e internos das empresas (HÖRBE et al., 2015).

O mapeamento das atividades é um dos principais passos para a determinação dos custos das atividades de uma organização, por possibilitar a descrição, de forma sistêmica, da estrutura e das principais etapas do consumo de recursos (STEFANO et al., 2010).

Nesta etapa, conheceu-se a organização do trabalho, para desta forma conseguir mais acuidade no levantamento dos dados, através da observação direta. Todas as análises foram realizadas para a produção de 34 minipizzas; este total reflete a produção máxima nos equipamentos descritos do local analisado.

Levantaram-se, através de observação direta da produção, todos os processos desenvolvidos na organização, elencando-os em fluxograma específico total. Concomitantemente, observou-se com o auxílio

de relógio, o tempo para esta produção, dividindo-os nas diferentes etapas. Para cada etapa levantada no fluxograma geral, produziram-se fluxogramas específicos, bem como observou-se a quantidade de ingredientes utilizados.

### Cálculo do custo da atividade:

Para a realização da coleta de dados procedeu-se um estudo de campo caracterizado pelo método de observação direta (MARCONI; LAKATOS, 2006). Em sua execução, após a confecção de fluxograma de produção, alocaram-se os custos de produção (cotados em supermercados e casas especializadas da região em Dezembro de 2017) para cada atividade (Método de custeio baseado em atividades - ABC) específica da produção de minipizza.

Nesta etapa houve condições de identificar quanto cada atividade custa para a organização, pois todos os recursos consumidos já tinham sido rastreados por meio de direcionadores de custos. O detalhamento desta fase foi feito com a utilização de planilhas individualizadas, separando os recursos consumidos.

Assim como na etapa anterior, foi projetada a produção de 34 unidades de minipizzas. Cada produto fabricado foi analisado pela classificação matéria-prima, embalagem, mão-de-obra e custos de fabricação (SEPP et al, 2015).

Para os custos fixos, foi utilizado o tempo em horas de produção como direcionador para o rateio realizado (DOLABELA, 2008). Para o cálculo da depreciação dos equipamentos, foi utilizado como referência o anexo I, referente ao inciso 1º do artigo 5º da Portaria da Presidência nº 3086, de 13 de dezembro de 2014, sobre os valores dos equipamentos novos e suas depreciações. A depreciação é uma remuneração para a máquina pelo seu trabalho prestado (SANTOS, 2011).

Para o cálculo do valor da energia elétrica utilizamos o valor da tarifa por quilowatt em horas da companhia energética de Minas Gerais do mês de junho de 2017, que é fixado no valor de 0,53122 R\$/KWH em bandeira verde (CEMIG, 2017).

Para fins de simplificação, ao final foi realizada a contabilização do custo total, caracterizada como a soma dos custos de produção de todas as etapas; e, por fim, a análise do custo unitário que consistiu na divisão do custo total de produção pela quantidade produzida que foi de 34 unidades.

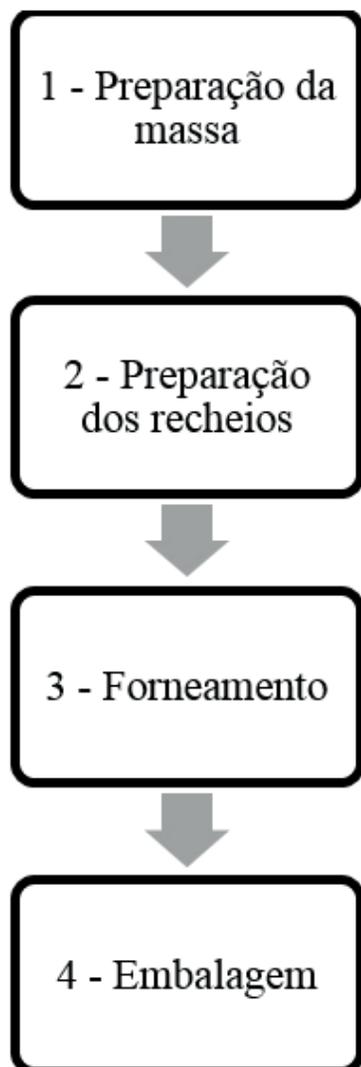
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Mapeamento e descrição do processo de fabricação das minipizzas.

Pizzas sofrem intensa manipulação durante o seu processamento, o que pode contribuir para a sua contaminação com microorganismos (BOTRE et al., 2010). Neste sentido, as minipizzas foram fabricadas de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), norma regulamentada pela Agência Nacional de

Vigilância Sanitária (ANVISA, RDC 216/2004), sendo observado e levantado o fluxograma total de produção, que pode ser visualizado na Figura 1.

**Figura 1.** Fluxograma de preparação da minipizza.



**Fonte:** Autores (2017).

O tempo de preparo para cada uma das etapas, em horas, pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1** Tempo em horas das etapas de produção.

Etapas	Divisão do tempo em horas
Preparo da Massa	1
Preparação dos ingredientes	0,5
Forneamento	1,4
Embalagem	0,1
Total	3,0

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2017)

O fluxograma de processamento específico da preparação da massa pode ser visualizado na Figura 2:

**Figura2.** Fluxograma de preparação da massa.



**Fonte:** Autores (2017).

Após essa etapa, colocou-se o produto em lugar refrigerado adequado. As massas de pizzas não são consideradas frescas porque são levemente fermentadas e têm sua umidade diminuída de 49% (massa crua) para valores médios de 28%. Assim com o forneamento, elas continuam se comportando como um produto que se conservaria melhor sob refrigeração e, possivelmente, com embalagem de atmosfera controlada (BOTRE et al., 2010).

Os ingredientes utilizados e suas quantidades percentuais podem ser visualizados na Tabela 2.

**Tabela 2** Quantidade de cada ingrediente da massa em grammas e porcentagem, em relação à massa de farinha de trigo.

Ingredientes	Percentual %	Massa (g)
Farinha de trigo	100	500
Água	50	250
Óleo de soja	5	25
Fermento biológico	5	25
Açúcar cristal	6	30
Sal	2	10
Ovo	10	50

**Fonte:** Uchôa Thomaz et al. (2014).

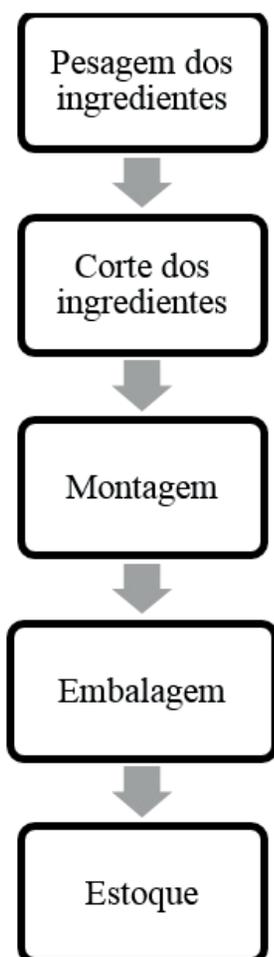
Segundo Morais et al. (2015), a qualidade total de uma pizza depende principalmente da massa, cujas propriedades são afetadas principalmente pelo tipo de farinha e a forma de apresentação. Neste caso, o uso da farinha de trigo é recomendado devido às propriedades de suas proteínas, que formam uma massa borrachuda pegajosa quando hidratada e misturada, conhecida como glúten.

Para prosseguir a produção, pesaram-se os ingredientes com auxílio de uma balança de precisão. Em seguida, bateu-se em liquidificador (Arno®, 1,5L 370 W) por 3 minutos todos os ingredientes, exceto a farinha. Ao fim, misturou-se os ingredientes batidos à farinha em uma cuba plástica, mexendo-os até atingir o ponto da massa, deixando-a descansar por 60 minutos.

Assim, formou-se uma massa (25g) e, em seguida, ela foi modelada com rolo, formando pequenos pedaços em formato de minipizza com circunferência de aproximadamente 6 cm cada. Ao final, levou-os ao forno (Philco®, 20L 1500 W) pré-aquecido (180 °C) para pré-assar por 6 minutos ou até dourar a massa.

Então se procedeu a confecção do recheio, conforme descrito na Figura 3:

**Figura 3.** Fluxograma de preparação do recheio.



**Fonte:** Autores (2017).

Os ingredientes utilizados, bem como suas quantidades, podem ser visualizados na Tabela 3:

**Tabela 3** Quantidade de recheio em cada minipizza.

Ingredientes	Massa (g)
Mussarela	10
Calabresa	5
Molho	2
Orégano	0,5

**Fonte:** Autores (2017).

Para o processo de produção do recheio, pesaram-se os ingredientes, ralou-se a mussarela e fatiou-se a calabresa em rodela. Em seguida, recheou-se a massa com molho de pizza, mussarela ralada, 1 rodela de calabresa e uma pequena quantidade de orégano por cima. Elas ficaram com aproximadamente 42 g (massa pré-aquecida + recheio). Em seguida, colocaram-se as minipizzas em uma bandeja de isopor e passou-se o papel filme. Colocaram-se os produtos no freezer (Consul®) para estocagem.

Esse mapeamento se mostra eficiente ao determinar e padronizar os procedimentos e formas de produção. Hörbe et al. (2015) mapearam os processos de negócios de uma empresa do ramo alimentício, para poder propor melhorias na gestão da empresa, redesenhando os processos. Como resultados, obteve-se uma contribuição na melhoria na fluidez de informações, na administração de recursos físicos, humanos e financeiros e, conseqüentemente, uma maior satisfação dos clientes.

## LEVANTAMENTO DE CUSTOS

Começou-se apurando os custos de produção que foram rateados durante as diversas etapas de produção. São eles: máquina e equipamentos, energia utilizada, aluguel e mão-de-obra direta.

A Tabela 4 apresenta a depreciação mensal dos equipamentos, ou seja, a vida útil dos equipamentos.

**Tabela 4** Depreciação mensal dos equipamentos.

Equipamentos	Valor Total (R\$)	% depreciação	Valor (R\$)
Forno	R\$ 400,00	1,66%	6,64
Liquidificador	R\$ 62,00	1,66%	2,49
Geladeira	R\$ 1500,00	0,83%	12,45

**Fonte:** Autores (2017).

Os custos levantados da energia elétrica para as máquinas e equipamentos podem ser visualizados na Tabela 5.

**Tabela 5** Custo da energia elétrica por equipamento.

Equipamento	Potencia	Valor/Hora
Forno	1500 WH	0,80
Liquidificador	370 WH	0,37
Geladeira	52,5 WH	0,028

Fonte: Autores (2017).

Nesta empresa, há um funcionário que trabalha 8 horas diárias. O custo mensal e diário pode ser visualizado na Tabela 6.

**Tabela 6.** Custo do funcionário.

Funcionário	Valor Total Mensal (R\$)	Valor Total Diário (R\$ / dia / 8 horas)
Funcionário 1	R\$ 1000,00	R\$ 33,3

Fonte: Autores (2017).

O custo mensal de aluguel do local de produção é de R\$ 1000,00 / mês. Sendo assim, o custo diário do aluguel, considerando o mês contábil de 30 dias, é de R\$ 33,33 / dia / 24 horas.

### Custos da etapa de preparação das massas.

O levantamento de custos dos ingredientes utilizados na massa pode ser visualizado na Tabela 7, onde se especifica qual ingrediente utilizado, a quantidade (em Kg ou quantidade) que foi comprada por embalagem, o seu valor bruto, a quantidade utilizada e o valor então empregado a partir dessa análise.

**Tabela 7.** Custo dos ingredientes da massa.

Ingredientes	Quantidade vendida de cada ingrediente	Valor ingrediente bruto	Quantidade Utilizada	Valor unitário
Farinha de trigo	5 kg	R\$ 13,00	500 g	R\$ 1,30
Óleo de Soja	1 L	R\$ 3,49	25 ml	R\$ 0,08
Fermento Biológico	1 kg	R\$ 21,50	25 g	R\$ 0,54
Açúcar Cristal	5 kg	R\$ 10,00	30 g	R\$ 0,30
Sal	1 kg	R\$ 2,00	10 g	R\$ 0,02
Ovos	1 dúzia/6 kg	R\$ 7,00	50 g	R\$ 0,58
Total				R\$ 2,81

Fonte: Autores (2017).

Esta projeção foi feita para 34 unidades de minipizzas com 25g cada e 6 cm de diâmetro, com um custo total do lote de R\$ 2,81.

Para o custo das máquinas e equipamentos para esta etapa utilizou-se os aparelhos liquidificador e geladeira. Baseado na Tabela 3, o custo para o liqui-

ficador para 1 hora de preparação foi de R\$ 0,10 e para a geladeira foi de R\$ 0,50. Para a energia elétrica, baseado na Tabela 4, o custo foi de R\$ 0,37 para o liquidificador e R\$ 0,02 para a geladeira. Perfazendo um total de uso de R\$ 0,99.

O custo do funcionário para esta etapa, baseado na Tabela 6 foi de R\$ 4,16. O valor do aluguel, baseado na estimativa de R\$ 33,33 / dia / 24 horas, foi de R\$ 1,38 / hora.

Para o cálculo do custo total desta etapa, somou-se o custo dos ingredientes (R\$ 2,81), o custo do uso das máquinas e equipamentos (R\$ 0,99) e o custo do funcionário (R\$ 1,38) perfazendo um total de R\$ 5,18.

### Custos da etapa de preparação dos recheios

Os custos levantados dos recheios utilizados podem ser visualizados na Tabela 8.

**Tabela 8** Custo dos ingredientes do recheio.

Ingrediente	Quantidade de venda	Preço de venda	Quantidade Utilizada	Custo alocado
Mussarela	1 kg	R\$ 19,90	320 g	R\$ 6,36
Calabresa	1 kg	R\$ 8,90	238 g	R\$ 2,12
Orégano	200 g	R\$ 2,00	34 g	R\$ 0,34
Molho	1,6 kg	R\$ 10,90	68 g	R\$ 0,46
Total				R\$ 9,28

Fonte: Autores (2017).

Para a análise das 34 minipizzas foi utilizado, como custo total de produção, o valor de R\$ 9,28.

Para o cálculo do custo das máquinas e equipamentos para esta etapa, utilizaram-se os aparelhos liquidificador e geladeira. Baseado na Tabela 3, o custo para o liquidificador para 0,5 hora de preparação foi de R\$ 0,05 e para a geladeira foi de R\$ 0,25. Para a energia elétrica, baseado na Tabela 4, o custo foi de R\$ 0,18 para o liquidificador e R\$ 0,01 para a geladeira. Perfazendo um total de uso de R\$ 0,49.

O custo do funcionário para esta etapa, baseado na Tabela 4 foi de R\$ 2,08. O valor do aluguel, baseado na estimativa de R\$ 33,33 / dia / 24 horas, foi de R\$ 0,69.

Para o cálculo do custo total desta etapa, somou-se o custo dos ingredientes (R\$ 9,28), o custo do uso das máquinas e equipamentos (R\$ 0,49) e o custo do funcionário (R\$ 2,08) perfazendo um total de R\$ 11,85.

### Custos da etapa de Forneamento.

Para o custo das máquinas e equipamentos para esta etapa, utilizou-se apenas o forno. Baseado na Tabela 3, o custo para o forno para 1,4 horas de preparação foi de R\$ 0,39. Para a energia elétrica, baseado na Tabela 4, o custo foi de R\$ 1,12 para o forno, perfazendo um total de uso de R\$ 1,51.

O custo do funcionário para esta etapa, baseado na Tabela 4 foi de R\$ 5,82. O valor do aluguel, baseado na estimativa de R\$ 33,33 / dia / 24 horas, foi de R\$ 1,94.

Para o cálculo do custo total desta etapa, somou-se o custo do uso das máquinas e equipamentos (R\$ 1,51) e o custo do funcionário (R\$ 5,82) perfazendo um total de R\$ 7,33.

#### Custos da etapa de embalagem.

Os custos levantados das embalagens podem ser visualizados na Tabela 9.

**Tabela 9** Custo da embalagem.

Produto	Quantidade de venda	Preço de Venda	Quantidade Gasta	Preço da Quant. gasta
Embalagem	100 bandejas	R\$ 12,00	2 bandejas	R\$ 0,24
Papel Filme	160 metros	R\$ 12,00	120 cm	R\$ 0,10
Total				R\$ 0,34

**Fonte:** Autores (2017).

Em cada unidade de embalagem analisada ficaram acondicionadas 20 unidades de minipizza em cada bandeja de isopor, utilizando cerca de 60 cm papel filme. Assim, para 34 unidades foram utilizadas 2 bandejas e 120 cm de papel filme. Este uso imputa um valor total de R\$ 0,34 para este item.

O custo do funcionário para esta etapa, baseado na Tabela 4, para 0,1 hora foi de R\$ 0,42. O valor do aluguel, baseado na estimativa de R\$ 33,33 / dia / 24 horas, foi de R\$ 0,14. Para o cálculo do custo total desta etapa, somou-se o custo da embalagem utilizada (R\$ 0,34), o custo do funcionário (R\$ 0,42) e o custo do aluguel (R\$ 0,14), perfazendo um total de R\$ 0,90.

#### Custos total de produção.

O custo total levantado, para a obtenção de 34 minipizzas com 25g cada e 6 cm de diâmetro, pode ser visualizada na Tabela 10.

**Tabela 10.** Custo total de produção.

Etapas	Custo Total
Preparação da massa	R\$ 5,18
Preparação dos ingredientes	R\$ 11,85
Forneamento	R\$ 7,33
Embalagem	R\$ 0,90
Total	R\$ 25,26

**Fonte:** Autores (2017).

Neste sentido, o custo unitário para as 34 minipizzas para essa análise foi de R\$ 0,74. Esse custo mostra-se viável para preço de venda a partir desse valor, o que é o atualmente utilizado pela empresa pesquisada.

Esse método concorda com outras pesquisas já realizadas uma vez que se mostrou eficiente a sua aplicação para apuração dos custos. Segundo Santos et al. (2008) e Ferronato (2016), a aplicação da metodologia ABC será influenciada variando de acordo com

o tamanho, recheio, modo de preparação do produto em questão.

Segundo Thomaz et al. (2015), a metodologia ABC na produção de produtos alimentícios faz com que o produtor diminua a dependência da falta de controle do mercado, uma vez que encontra uma maneira eficaz de diminuir seus custos de produção, para obter maior rentabilidade.

No estudo de caso apresentado, a metodologia demonstrou-se adequada como indicativo do preço de venda, bem como para servir de base para a implementação de melhorias na produção com equipamentos mais modernos, melhor técnica de preparo e reavaliação fornecedores. Esta pesquisa pode contribuir para a tomada de decisão de futuros e atuais empreendedores que devem adotar metodologias de gerenciamento em seu negócio.

## CONCLUSÃO

De acordo com as condições em que foram realizadas essa pesquisa, foi possível realizar um estudo detalhado do fluxo e processo industrial de uma empresa produtora de minipizza, assim como aplicar um modelo eficiente de gerenciamento do custo dos produtos. A metodologia não se isenta de subjetividade nas informações, pois utilizou o método de alocação de custos ABC no processo. Sugere-se para desenvolvimento de trabalhos futuros nesta área, a utilização de outros métodos, como por absorção, variável, padrão e gerenciamento de custos industriais.

## BIBLIOGRAFIA

AL-ZU'BI, Z. M. F.; KHAMEES, B. A. Activity-Based Costing vs Theory of Constraints: An Empirical Study into Their Effect on the Cost Performance of NPD Initiatives. **International Journal of Economics and Finance**, [s.l.], v. 6, n. 12, 2014.

BORNIA, A. C; **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BOTRE, D. A. et al. Avaliação de filme incorporado com óleo essencial de orégano para conservação de pizza pronta. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 3, p. 283-291, 2010.

BRASIL. Portaria nº 3086, de 13 de novembro de 2014. IN: Anexo I: **Tabela de taxa de depreciação/amortização e vida útil dos bens móveis**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www8.tjmg.jus.br/juridico/diario/download/13112014GAPREAnexo.pdf>> Acesso em: 27 jul. 2017.

Companhia Energética de Minas Gerais. **Valores de tarifas e serviços**. [S.l. ; s.n.], 2010. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores\\_de\\_tarifa\\_e\\_servicos.aspx](http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx)> Acesso em: 23 jun. 2017.

- CONDE, W. L.; MONTEIRO, C. A. Nutrition transition and double burden of under nutrition and excess of weight in Brazil. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s.l.], n. 100, p. 1617S-22S, 2014.
- COSTA, R. P; SARAIVA JR, F. A; FERREIRA, H. A. S. **Preços, orçamentos e custos industriais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- DOLABELA, F. **O segredo de Luísa**. Rio de Janeiro: Sextante, 2008.
- DUBOIS, A; KULPA, L; SOUZA, L. E. **Gestão de custos e formação de preços**. São Paulo: Atlas, 2009.
- DUTRA, R. G. **Custos: uma abordagem prática**. São Paulo: Atlas, 2009.
- FERREIRA, J. A. S. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- FERRONATO, J, M. Abertura de uma Pizzaria. **Revista Maiêutica**, Indaial, SC, v. 2, n. 1, p. 7-12, 2016.
- FREZATTI, F. Agrupamento dos perfis da contabilidade no Brasil. **Revista UNB Contábil**, Brasília, v.8, n.1, p. 9-39, 2005.
- GABRIEL, A; MENRAD, K. The Costs of GM and Non-GM Co-existence in Processed Food Systems – Demonstrated for the Cases of the German Supply Chains of Chocolate and Frozen Pizza. **Journal of Agricultural & Food Industrial Organization**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 141-158, 2014.
- HÖRBE, T. A. N. et al. Gestão por processos: uma proposta de melhoria aplicada a uma pequena empresa do ramo de alimentação. **Revista Eletrônica Sistema & Gestão**, Niterói, v. 10, n. 2, p. 226-237, 2015.
- LEAL, G. C. L; CONTRIM, S. L; NARDOTTO, J. Utilização do Método de Custeio ABC como Instrumento de Gestão em uma Lanchonete de Pequeno Porte. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, Campo Limpo Paulista, v.10, n.1, p. 80-91, 2016.
- MARCONI, M. A. ; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- MARTINS, E. ; ROCHA, W. **Métodos de custeio comparados: custos e margens analisados sob diferentes perspectivas**. São Paulo: Atlas, 2010.
- MORAIS, B. A. et al. “ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE MASSA DE PIZZA COM FARINHA DE AMÊNDOAS DA CASTANHA DE CAJU”, p. 3924-3930 . In: **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014** [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher, 2015.
- MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 4 ed. Petrópolis: Vozes, 1994.
- NATAL, D. I. G. et al. Fortification of pizza dough's with whole soy bean flour of new cultivar 'UFVTN 105AP'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1678-1685, 2014.
- SANTOS, K. V. D; OLIVEIRA, A. C. R; LEITE, M. S. A. O uso do método ABC para apoio de decisão em uma empresa do setor alimentício. In: **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Custos-CBC 2015**. Foz do Iguaçu, [s.n.], 2015. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/4022/4023>> Acesso em: 30 jul. 2017.
- SANTOS, C. M. S. et al. Estruturando a acumulação de custos a partir da função PCP. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, Itajubá, MG, v. 7, n. 2, p. 22-38, 2008.
- SANTOS, J. J. **Contabilidade e análise de custos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- SEPP, C; et al. Formação do preço de venda: um estudo aplicado em um restaurante do município de Chapecó-SC. **Revista Científica Tecnológica**, Chapecó, v. 3 n. 2, p. 105-121, 2015.
- SOUZA, A; CLEMENTE, A. **Gestão de Custos: aplicações operacionais e estratégicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- STEFANO, N. M. et al. Uma proposta de gerenciamento de custos em pequenas organizações de serviço utilizando o Activity Based Costing. ABC Custos, São Leopoldo: **Associação Brasileira de Custos**, São Leopoldo, v. 5, n. 2, p. 01-31, 2010.
- THOMAZ, J. L. et al. Gestão de custos: um estudo multicase sobre o gerenciamento dos custos na produção de arroz no município de Dom Pedrito - RS. **Revista de Auditoria, Governança e Contabilidade**, Monte Carmelo, MG, v. 3, n. 5, p. 23-34, 2015.
- UCHÔA THOMAZ, A. M. A. Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecidos com semente de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó. **Holos**, Natal, RN, ano 30, v. 5, p. 200-210, 2014.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## ● CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS

### A RELAÇÃO DO ÍNDICE DE EMPREGO E RENDA DOS MUNICÍPIOS MINEIROS COM A ARRECADAÇÃO PARA O INSS

*\*Aloisio Pereira Júnior<sup>1</sup>; Miguel Hernandes<sup>2</sup>*

**RESUMO:** O presente trabalho tem por objetivo verificar a relação entre o índice de emprego e renda dos municípios mineiros com a geração de arrecadação para o INSS. O estudo contribui no sentido de estabelecer uma relação entre o IFDM Emprego e Renda e a arrecadação para o INSS por parte dos municípios, tendo em vista que pesquisas recentes buscaram estabelecer determinantes do índice de desenvolvimento econômico e social, inclusive da arrecadação tributária municipal. A amostra é composta por municípios mineiros, escolhidos em função de sua heterogeneidade econômica e social e, especificamente, pelo estado de Minas Gerais possuir o maior número de municípios do país, os quais foram analisados entre os anos de 2010 e 2015, devido à disponibilidade dos dados relativos ao PIB dos municípios. Realizou-se uma regressão de dados em painel para testar a relação entre o IFDM e a arrecadação. Os resultados demonstram que, com base na amostra do estudo, ao nível de significância estatística de 5%, o índice de emprego e renda explica a arrecadação de contribuições para o INSS geradas pelos municípios mineiros, mostrando que, quanto maior o índice de emprego e renda do município, maior a sua geração de receitas para o INSS.

**Palavras-chave:** Municípios mineiros. IFDM. Arrecadação para o INSS.

### THE INDEX RELATION OF THE INCOME AND EMPLOYMENT OF MINAS GERAIS' MUNICIPALITIES WITH THE COLLECTION TO THE INSS

**ABSTRACT:** The present paper aims to verify the relation between the employment and income index of the Minas Gerais' municipalities with the generation of collection to the INSS. The study contributes to establish a relation between the Employment and Income IFDM and the collection to the INSS by the municipalities, considering that recent researches have sought to establish determinants of the index of economic and social development, including municipal tax collection. The sample is composed of Minas Gerais' municipalities, chosen due to their economic and social heterogeneity, and specifically because the state of Minas Gerais has the largest number of municipalities in the country, which were analyzed between the years 2010 and 2015, due to the availability of data on the PIB of the municipalities. A panel data regression was performed to test the relation between the IFDM and the collection. The results show that, based on the sample of the study, at the level of statistical significance of 5%, the employment and income index explains the collection to the INSS contributions generated by Minas Gerais' municipalities, showing that the higher the employment and income index of the municipality, greater its generation of income to the INSS.

**Keywords:** Minas Gerais' municipalities. IFDM. Collection to the INSS.

\* Autor Correspondente: [aloisio@iftm.edu.br](mailto:aloisio@iftm.edu.br)

1 Professor do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, Patrocínio, MG, Brasil. [aloisio@iftm.edu.br](mailto:aloisio@iftm.edu.br)  
2 Mestrando em Administração, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, Brasil. [miguelhj2005@hotmail.com](mailto:miguelhj2005@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

O Estado necessita da arrecadação de tributos para a implementação de políticas públicas que visem o desenvolvimento socioeconômico da população. Para fins de mensuração dos resultados gerados pela aplicação dos recursos públicos em políticas públicas, os gestores públicos podem se utilizar de indicadores para as suas avaliações.

Os indicadores sociais estão inseridos no planejamento governamental da maioria dos países e, no Brasil, vários estados desenvolveram estudos baseados em indicadores sociais, promovidos, na maioria das vezes, por suas respectivas secretarias de planejamento (SANTAGADA, 1993). Os indicadores sociais, com isso, têm a função de descrever a realidade com o uso de dados objetivos e comparáveis que são considerados socialmente relevantes (FIGUEIREDO et al., 2013), tendo, como exemplo, o Índice de Desenvolvimento Municipal (IFDM) da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN).

Pesquisas anteriores (SILVA et al., 2013; MASSARDI; ABRANTES, 2014; MENDES; FERREIRA; ABRANTES, 2017; PASSOS et al., 2017; MENDES et al., 2018) investigaram possíveis determinantes do IFDM obtido pelos municípios estudados. Contudo, não se investigou a relação oposta, em que se busca verificar, no presente estudo, se o IFDM emprego e renda explica a arrecadação de contribuições para o INSS geradas pelos municípios. A existência de empregos formais, os quais pela disposição de regras previdenciárias e tributárias são geradores de contribuições (tributo) para o INSS. Nessa perspectiva, quanto maior o nível de emprego e renda municipal maior poderia ser a sua geração de receitas para o INSS.

Com isso, o presente estudo se justifica por preencher essa lacuna teórica e contribuir no sentido de se investigar a relação entre o IFDM emprego e renda e a arrecadação para o INSS por parte dos municípios mineiros.

Por todo o exposto, o objetivo deste estudo é, portanto, verificar a relação entre o IFDM emprego e renda dos municípios mineiros com a sua respectiva arrecadação para o INSS. Para tanto, analisou-se os municípios compreendendo os anos de 2010 a 2015.

## Referencial Teórico e Hipótese

Neste capítulo são abordados os indicadores como meios de mensuração dos resultados da aplicação de políticas públicas para o desenvolvimento socioeconômico da população. Ademais, é feita uma breve exposição conceitual e legal a respeito de tributos e, mais especificamente, de contribuições sociais para o INSS.

### Indicadores Sociais

Os indicadores sociais estão inseridos no planejamento governamental da maioria dos países e tiveram boa aceitação desde o seu surgimento, sendo que no Brasil a intenção de se utilizar indicadores sociais como instru-

mento de planejamento foi a partir de 1975 (SANTAGADA, 1993). Um indicador social é uma medida, no geral, quantitativa, utilizado para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato (JANNUZZI, 2002). Tem como função descrever a realidade com o uso de dados objetivos e comparáveis que são considerados socialmente relevantes e tem um papel fundamental na implantação e avaliação de políticas públicas (FIGUEIREDO et al., 2013), possibilitando o monitoramento das condições de vida e bem-estar da população pelo poder público e sociedade (JANNUZZI, 2005).

Ainda, essa avaliação permite ao administrador público definir quais ações serão priorizadas em função da produção de seus resultados, verificando se os recursos, que muitas vezes são escassos, estão gerando os resultados esperados (SILVA et al., 2013). Nesse sentido, observa-se a relevância dos indicadores de avaliação de políticas públicas, os quais demonstram o resultado das ações dos gestores públicos no desenvolvimento socioeconômico da população.

No Brasil, vários estados, tais como Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo e Sergipe, desenvolveram trabalhos baseados em indicadores sociais, encampados, na maioria das vezes, por suas respectivas secretarias de planejamento (SANTAGADA, 1993). Diversas organizações elaboram e divulgam indicadores, como: o Índice de Desenvolvimento Municipal (IFDM) da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), dentre outros (SILVA, 2015). O IDH é calculado considerando três dimensões - saúde, educação e padrão de vida - que são mensurados pela expectativa de vida, índice de educação e renda (WU; FAN; PAN, 2014).

### Índice de Desenvolvimento Municipal (IFDM)

O IFDM foi criado em 2008 com vistas a monitorar o desenvolvimento socioeconômico brasileiro, considerando também os municípios. É um indicador composto que abarca e consolida, com a mesma ponderação, três áreas do desenvolvimento: emprego e renda, educação e saúde, utilizando estatísticas públicas oficiais (FIRJAN, 2018). A Figura 1 apresenta as variáveis que compõem o IFDM.

Figura 1 – Resumo dos componentes do IFDM

IFDM		
Emprego & Renda	Educação	Saúde
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de emprego formal</li> <li>Taxa de formalização do mercado de trabalho</li> <li>Geração de renda</li> <li>Massa salarial real no mercado de trabalho formal</li> <li>Índice de Gini de desigualdade de renda no trabalho formal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atendimento à educação infantil</li> <li>Abandono no ensino fundamental</li> <li>Distorção idade-série no ensino fundamental</li> <li>Docentes com ensino superior no ensino fundamental</li> <li>Média de horas aula diárias no ensino fundamental</li> <li>Resultado do IDEB no ensino fundamental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporção de atendimento adequado de pré-natal</li> <li>Óbitos por causas mal definidas</li> <li>Óbitos infantis por causas evitáveis</li> <li>Interação sensível à atenção básica (ISAB)</li> </ul>

Fonte: FIRJAN, 2018.

Como se pode observar na figura 1, o IFDM Emprego e Renda possui duas dimensões que, conforme metodologia da FIRJAN, dizem respeito ao “empre-

go” o qual avalia a capacidade de geração de emprego formal e o nível de absorção de mão de obra e “renda” que monitora a geração de renda e sua distribuição no mercado de trabalho do município, cujas fontes de dados são a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e o Cadastro Geral de Emprego e Desemprego (CAGED) (FIRJAN, 2018).

O IFDM tem sido objeto de pesquisas recentes (SILVA et al., 2013; MASSARDI; ABRANTES, 2014; MENDES; FERREIRA; ABRANTES, 2017; PASSOS et al., 2017; MENDES et al., 2018). Silva et al. (2013) avaliaram a influência do desempenho tributário e gestão fiscal no IFDM dos municípios de Minas Gerais. Verificaram que há relação entre os municípios mineiros que possuem alto volume de receita tributária e orçamentária, além do alto índice de gestão fiscal e o alto índice de desenvolvimento social.

Com o objetivo de classificar os municípios mineiros de acordo com a composição de suas receitas, levando em consideração o nível de exploração da base tributária e de dependência em relação às transferências intergovernamentais, Massardi e Abrantes (2014) encontraram que a classificação dos municípios pela receita está relacionada com nível de desenvolvimento econômico.

Mendes, Ferreira e Abrantes (2017) buscaram identificar quais fatores impactaram o desenvolvimento humano de municípios mineiros no ano de 2010. Como principais resultados constataram que as condições econômicas e de autofinanciamento dos municípios mineiros não desempenharam papel no avanço do desenvolvimento humano. No entanto, a infraestrutura e instrução social contribuíram para o desenvolvimento dos municípios analisados.

Passos et al. (2017) analisaram a distribuição das receitas tributárias ente os municípios do Brasil em relação ao seu desenvolvimento econômico e social. Observaram que 86% das variações das receitas tributárias dos municípios brasileiros podem ser explicadas pelas variações das Transferências Estaduais e pelos indicadores do IFDM Emprego e Renda, IFDM Saúde, pela variação do coeficiente de Gini e da população municipal.

Mendes et al. (2018) testaram as relações estruturais entre capacidade e perfil econômicos, arrecadação própria, transferências financeiras e desenvolvimento humano. Os resultados mostraram que o PIB dos setores industrial e agropecuário e o volume das transferências intergovernamentais influenciaram no desenvolvimento humano dos municípios existentes no Brasil no período de 2007 a 2013.

Nesse contexto, o índice IFDM Emprego e Renda mostra o nível de desenvolvimento dos municípios quanto à geração de emprego formal e a distribuição de renda no mercado de trabalho. O emprego formal em que há o vínculo empregatício e é registrado, conforme normas trabalhistas e previdenciárias, é fato gerador de contribuições sociais a serem recolhidas ao Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS). Na próxima seção são abordados os aspectos legais da contribuição social para o INSS proveniente da relação de emprego.

## **Tributo: contribuição social**

O Estado, para a concretização de políticas públicas, necessita ser financiado por meio da contribuição financeira da sociedade, cuja arrecadação se dá pelos tributos (MENDES; FERREIRA; ABRANTES, 2017). Tributo é “toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada” (BRASIL, 1966).

O tributo é gênero do qual impostos, taxas, contribuições de melhoria, empréstimos compulsórios e as contribuições são espécies. Essa classificação encontra assento nos artigos 145, 148 e 149 da Constituição Federal de 1988 (CF/88). Segundo Sabbag (2011, p. 375) “os tributos são as receitas derivadas que o Estado recolhe dos indivíduos, baseado em seu poder fiscal, mas disciplinado por normas de direito público que constituem o Direito Tributário”. Portanto, os tributos são exações de caráter obrigatório em que indivíduo, empresa e instituição financiam os gastos do governo para a prestação de serviços públicos (GRZYBOVSKI; HAHN, 2006).

No presente trabalho, são abordadas as contribuições que, por sua vez, são classificadas em contribuições sociais, previdenciárias, de intervenção no domínio econômico (CIDE), corporativas e para o custeio do serviço de iluminação pública (COSIP) (ART. 149, CF/1988), mais especificamente as contribuições sociais para a seguridade social.

Segundo o artigo 195 da CF/88, a seguridade social deve ser financiada por toda a sociedade, incluindo a arrecadação proveniente do empregador, da empresa e do trabalhador e demais segurados da previdência social. A arrecadação tributária dos entes federados resulta da produção econômica local, levando em conta a circulação de bens e serviços (MENDES; FERREIRA; ABRANTES, 2017).

Nesse sentido, a relação de emprego (uma das dimensões do IFDM), que por sua vez gera renda, é fato gerador de contribuições a serem recolhidas para a seguridade social, cuja fiscalização e arrecadação é feita pelo INSS. O IFDM mede o nível de desenvolvimento de emprego e renda municipal, de modo que se pode levantar a seguinte hipótese: quanto maior o IFMD Emprego e Renda do município, maior a sua geração de arrecadação de contribuições sociais para o INSS.

## **Aspectos metodológicos**

Nesta seção são apresentados os meios que foram utilizados para a realização do estudo empírico do presente trabalho.

### **Seleção da população e amostra**

Optou-se por Minas Gerais pela heterogeneidade social e econômica do estado, especificamente por ser o estado brasileiro com o maior número de municípios.

Para definição de população e amostra realizou-se o levantamento dos dados do período de 2010 a 2015 (em função dos dados disponíveis relativos ao PIB dos municípios), dos 853 municípios mineiros, no site da FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), instituição que calcula o índice IFDM. Esse índice foi escolhido como indicador de desenvolvimento, pois retrata os dados segregados em municipal, estadual e nacional, bem como são coletados pela FIRJAN com base em dados oficiais publicados pelo Ministério do Trabalho, Ministério da Educação e Ministério da Saúde (ALVES et al., 2015).

O IFDM é composto por três índices, o IFDM Educação, IFDM Emprego e Renda e IFDM Saúde, dados separadamente pela FIRJAN. Para o presente trabalho o índice IFDM Emprego e Renda, o qual compreende as variáveis: geração de emprego formal, estoque de emprego formal e salários médios do emprego formal (FIRJAN, 2018), foi a variável independente selecionada por, em tese, guardar relação com a geração de arrecadação para o INSS. Cada município apresenta um índice que varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 0 pior é o desenvolvimento do município, dividido em 4 níveis: baixo (0 a 0,4), médio (acima de 0,4 a 0,6), alto (acima de 0,6 a 0,8) e muito alto (acima de 0,8) (FIRJAN, 2018).

Modelo da regressão:

$$ARREC = \beta_0 + \beta_1 IFDM_i + \beta_2 PIB_i + \beta_3 PIBpc_i + \beta_4 POP_i + \varepsilon \quad (1)$$

no qual ARREC é a arrecadação para o INSS, IFDM é índice de emprego e renda, PIB é o produto interno bruto municipal, PIBpc é o produto interno bruto *per capita*

Os dados pertinentes à arrecadação se referem ao valor dos recolhimentos provenientes das receitas incluídas nas Guias da Previdência Social – GPS, abrangendo receitas de contribuições sociais (empresas, entidades equiparadas e contribuintes em geral, débitos e parcelamentos – administrativo e judicial), patrimoniais, devolução de benefícios, reclamatória trabalhista e outros (PREVIDÊNCIA, 2018). Por fim, com a exclusão dos municípios com dados faltantes referentes ao IFDM e arrecadação, chegou-se a uma amostra com 2.926 observações, sendo uma média de 543 municípios por ano.

Nos itens seguintes, serão abordadas e descritas as variáveis que compõem o modelo utilizado na regressão de dados em painel, bem como demonstrada a expressão do modelo, com a finalidade de alcançar o objetivo proposto neste estudo.

### Modelo

O modelo escolhido guarda relação com o objeto de investigação deste artigo, visto que se examina a relação do índice de emprego e renda dos municípios com a arrecadação das contribuições sociais geradas pelos respectivos municípios.

municipal, POP é o número de habitantes dos municípios e  $\varepsilon$  é o termo de erro da regressão. O Quadro 1 apresenta as variáveis utilizadas neste estudo.

**Quadro 2** – Variáveis do estudo

Variável	Sigla	Estimador	Sinal esperado do coeficiente
<b>Variável dependente</b>			
Arrecadação	ARREC	Total da arrecadação das contribuições sociais do município	
<b>Variável explicativa</b>			
Índice de desenvolvimento	IFDM <sub>i</sub>	Índice de desenvolvimento relativo a emprego e renda do município	Positivo, pois quanto maior o indicador de emprego e renda do município, maior será a geração de contribuição social.
<b>Variáveis de controle</b>			
PIB do Município	PIB <sub>i</sub>	Produto interno bruto municipal em valores correntes	Positivo, uma vez que quanto maior a geração de riquezas do município, maior será a arrecadação de tributos.
PIB per capita	PIBpc <sub>i</sub>	Produto interno bruto municipal por habitante em valores correntes	Positivo, uma vez que quanto maior a geração de riquezas do município, maior será a arrecadação de tributos
População municipal	POP <sub>i</sub>	Número de habitantes do município	Positivo, pois sugere-se que quanto maior a população do município, maior será a sua movimentação econômica e, conseqüentemente, a arrecadação.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2018)

Com a finalidade de evitar problemas de escala, as variáveis PIB, ARREC, PIBpc e POP foram transformadas utilizando-se o logaritmo natural dos dados. Na amostra utilizada, foi constatada a presença de *outliers* nas diversas variáveis do modelo, para minimizar os efeitos destes valores extremos, foi realizada a técnica de *winsorização* das variáveis a 0,025, preservando, dessa forma, 97,5% da amostra.

Para verificar possíveis problemas de multicolinearidade das variáveis de controle foi realizada a análise da matriz de correlação das variáveis de controle com a variável dependente (tabela 2). E, de forma conjunta, foi realizado o teste *vif* (*variance inflation factor*) do conjunto de regressores com a variável dependente. O critério de verificação da multicolinearidade foi que o maior valor *vif* aceitável dos regressores e a média da regressão

não ultrapassasse 10. Com isso, procedeu-se a retirada da variável PIB do modelo, a qual apresentou um *vif* individual de 126,69. Após a retirada da variável o problema de multicolinearidade foi sanado, uma vez que se chegou a um *vif* médio de 1,82 para a regressão.

Adicionalmente, foram rodados, também, o teste de *Wald* para verificação de problemas de heterocedasticidade e o teste de *Woodridge* para problemas de autocorrelação. Os resultados dos testes apontaram problemas de heterocedasticidade e autocorrelação e, para realizar a correção do problema apresentado, a regressão foi rodada no software STATA com a opção *robust*, utilizando-se erros padrão robustos à heteroscedasticidade para a análise da relação entre o índice de emprego e renda e a arrecadação para o INSS.

Além disso, também foram aplicados os testes de *Breusch-Pagan*, *Chow* e *Hausman* para identificar qual o

melhor modelo a ser utilizado para a regressão dos dados, sendo o modelo de efeitos fixos o mais adequado, cujos resultados dos testes estão demonstrados na Tabela 3.

## Análise dos Resultados

Nesta seção, primeiramente, é apresentada a análise descritiva e a matriz de correlação das variáveis numéricas do estudo para efeito de descrição prévia dos dados. Em seguida, são demonstrados e discutidos os resultados obtidos por meio da aplicação da regressão.

A tabela 1 evidencia as médias, desvios-padrão e valores mínimos e máximos das variáveis do estudo. São apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis com e sem o tratamento dos *outliers* pela técnica de *winsorização*.

**Tabela 1** - Estatística Descritiva das variáveis do estudo

Var.	Obs.	Méd.	Desvio	Mín.	Máx.	Var. Wins.	Obs.	Méd.	Desvio	Mín.	Máx.
ARREC	2926	6,64	0,79	2,26	9,99	ARREC	2926	6,64	0,74	5,16	8,15
IFDM	2926	0,56	0,13	0,32	0,94	IFDM	2926	0,56	0,13	0,31	0,83
PIB	2926	5,35	0,59	4,20	7,94	PIB	2926	5,34	0,56	4,48	6,73
PIBpc	2926	4,12	0,28	3,53	5,53	PIBpc	2926	4,16	0,26	3,68	4,80
POP	2926	4,23	0,43	3,25	6,39	POP	2926	4,22	0,41	3,58	5,32

**Nota:** Variáveis: ARREC – Arrecadação; IFDM – Índice de emprego e renda; PIB - PIB do Município; PIBpc - PIB per capita; POP - População municipal.

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

Observa-se na Tabela 1 que, em média, o IFDM Emprego e Renda dos municípios mineiros entre os anos de 2010 e 2015 foi de 0,5, o que representa um desempenho médio segundo a metodologia da FIRJAN. Considerando os valores mínimos e máximos do IFDM apresentados pelos municípios pode-se perceber, em termos numéricos, a heterogeneidade social e econômica do estado de Minas Gerais, com cidades que variam entre o nível baixo e muito alto de desenvolvimento.

Antes da discussão propriamente dita dos resultados, a Tabela 2 apresenta a matriz de correlação das variáveis numéricas do estudo.

**Tabela 2** – Matriz de correlação das variáveis

	ARREC	IFDM	PIB	PIBpc	POP
<b>ARREC</b>	1,0000				
<b>IFDM</b>	0,5304	1,0000			
<b>PIB</b>	0,8230	0,5970	1,0000		
<b>PIBpc</b>	0,4623	0,5242	0,7275	1,0000	
<b>POP</b>	0,8270	0,4685	0,8810	0,3274	1,0000

**Nota:** Variáveis Winsorizadas: ARREC – Arrecadação; IFDM – Índice de emprego e renda.

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

Conforme dito anteriormente, em análise conjunta da matriz de correlação e teste *vif*, a variável PIB foi retirada do modelo de regressão. A Tabela 3 demonstra o resultado da regressão em painel a partir do modelo proposto, evidenciando a constante, coeficiente e termo de erro para a regressão.

**Tabela 3** – Resultados da regressão em painel a partir do modelo proposto

Variáveis	Modelo				
	Coef.	Erro Padrão Robusto	Estatística t	P>  t	IC 95%
IFDM	0,2151**	0,0847	2,54	0,011	0,0486 0,3816
PIBpc	0,2279**	0,0975	2,34	0,020	0,0362 0,4196
POP	0,2592	1,1955	0,22	0,828	-2,0892 2,6077
N	2926				
R <sup>2</sup> ajustado	0,0892				
<i>Breusch-Pagan</i>	Prob > chi2 = 0.00				
<i>Chow</i>	Prob > F = 0.00				
<i>Hausman</i>	Prob > chi2 = 0.8998				
Modelo Escolhido	Efeito fixo				

**Nota:** as estatísticas variance inflation factor (VIF) não indicaram problemas de multicolinearidade entre as variáveis, pois todas ficaram abaixo de 5,0.

Coeficiente = coeficiente beta ou parâmetro regressor; IFDM = índice de desenvolvimento e PIBpc = PIB per capita municipal.

\*, \*\*, \*\*\* = p < 0.1, p < 0.05, p < 0.01, respectivamente.

**Fonte:** Elaborada pelos autores.

Conforme resultados demonstrados na Tabela 3, ao nível de significância estatística de 5%, a variável IFDM tem relação positiva com a arrecadação e explica a geração de contribuições para o INSS. Em termos práticos, isso quer dizer que pelo índice de desenvolvimento de emprego e renda dos municípios, no modelo

proposto, pode-se inferir que quanto mais desenvolvimento na geração de emprego e renda maior a geração de contribuições para o INSS por parte dos municípios pesquisados. Portanto, podendo confirmar a hipótese levantada no presente estudo.

Ainda, a variável PIBpc também apresentou relação positiva e significativa estatisticamente com a arrecadação dos municípios, mostrando que os municípios com maior PIB *per capita* geram maior arrecadação para o INSS. No entanto, a variável POP, apesar de demonstrar uma relação positiva com a arrecadação, não apresentou significância estatística ao nível de 5%, não podendo inferir que quanto mais populoso um município, maior será a sua geração de receitas para o INSS. Isto pode ser explicado pelo fato de municípios mais populosos não necessariamente são os de maior renda *per capita*.

Silva et al. (2013) e Mendes et al. (2018) verificaram que há relação entre o volume de receita tributária e orçamentária, do alto índice de gestão fiscal e do PIB dos setores industrial e agropecuário com o índice de desenvolvimento social. Nesse mesmo sentido, no presente estudo, a relação oposta, em que o IFDM explicaria a arrecadação de contribuições para o INSS, foi encontrada. Sendo possível estabelecer uma lógica em que arrecadação tributária eleva o índice de desenvolvimento e o índice de desenvolvimento aumenta a arrecadação, gerando um ciclo virtuoso.

Os resultados constatados nesta pesquisa se alinham também aos achados de Passos et al. (2017), visto que os mesmos verificaram que as variações do IFDM e população dos municípios brasileiros explicam a arrecadação tributária municipal. Cabendo destacar que a pesquisa de Passos et al. (2017) abordou a arrecadação de competência municipal ao passo que a presente pesquisa tem por objeto a geração de arrecadação pelo município de contribuição social ao INSS.

## Considerações Finais

O presente trabalho visou investigar a relação entre o índice de emprego e renda dos municípios mineiros com a geração de arrecadação para o INSS. Analisou-se, por meio do modelo proposto, se o IFDM Emprego e Renda explicaria a arrecadação para o INSS gerada pelos municípios. Como variáveis de controle foram utilizadas as variáveis de PIB *per capita* e população dos municípios.

Os resultados sugerem que, ao nível de significância de 5%, para os municípios mineiros analisados, no período de 2010 a 2015, a hipótese de quanto maior o nível de desenvolvimento de emprego e renda do município maior a sua geração de arrecadação de contribuições para o INSS se aplica. Em termos práticos, sugere-se que a geração de vagas de trabalho e correspondente geração de renda aumenta a arrecadação de contribuições para o INSS.

Como limitações da pesquisa pode ser elencada a restrição do período de análise do estudo, em função da disponibilidade dos dados, e a ausência de dados

pertinentes ao IFDM e arrecadação de determinados municípios, impossibilitando testar todos os municípios mineiros no período abrangido. Ainda, não ser possível segregar o valor da arrecadação em contribuições eminentemente decorrentes da geração de emprego e renda e proveniente de reclamações trabalhistas.

Propõe-se para futuras pesquisas, conforme disponibilização e publicação dos dados, a verificação da relação verificada neste estudo, considerando períodos posteriores a 2015, para se constatar a tendência dos resultados provenientes da evolução do índice de desenvolvimento dos municípios e a arrecadação de contribuições para o INSS.

## Referências

BRASIL. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. Diário Oficial da União.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília (DF): Senado, 1988.

FIGUEIREDO, D. B.; PARANHOS, R.; ROCHA, E. C.; SILVA JR, J. A.; MAIA, R. Análise de componentes principais para construção de indicadores sociais. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v.31, n.1, p. 61-78, 2013. Disponível em: <[http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v31/v31\\_n1/A5\\_Dalson\\_Ranulfo.pdf](http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v31/v31_n1/A5_Dalson_Ranulfo.pdf)>.

FIRJAN (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro). (2014) "Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal Dados Consolidados 2018 – Ano Base 2010 a 2016.

GRZYBOVSKI, D.; HAHN, T. Educação fiscal: premissa para melhor percepção da questão tributária. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n.5, p. 841-864, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v40n5/a05v40n5.pdf>>.

JANNUZZI, P. Considerações sobre o uso, mau uso e abuso dos indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. **RAP**, Rio de Janeiro (RJ), v. 36, n. 1, p. 51-72, jan/fev. 2002. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/6427>>.

\_\_\_\_\_. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista do Serviço Público Brasília** 56 (2): 137-160 Abr/Jun 2005. Disponível em: <<https://revista.ena.gov.br/index.php/RSP/article/view/222>>.

MASSARDI, W. de O.; ABRANTES, L. A. Classificação dos municípios mineiros em 12 relação à composição de suas receitas. **Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 4, n.1, p. 144-161, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/financ/article/view/443>>.

MENDES, W. A.; FERREIRA, M. A. M.; ABRANTES, L. A. Condicionantes do desenvolvimento humano nos municípios mineiros. In: IV ENCONTRO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, 2017. Disponível em: <<http://www.ufpb.br/ebap/contents/documentos/anais-do-iv-encontro-brasileiro-de-administracao-publica.pdf>>.

\_\_\_\_\_. A influência da capacidade econômica e da formação de receitas públicas no desenvolvimento humano. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n.5, p.918-934, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220170004>>.

PASSOS, G. A.; CARNEIRO, L. M.; ROSA FILHO, C.; PEIXE B. C. S. A relação entre as receitas tributárias e o desenvolvimento econômico e social: uma análise da distribuição de receitas públicas dos municípios do Brasil. In: XX SEMEAD SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 2017. Disponível em: <<http://login.semead.com.br/20semead/arquivos/1716.pdf>>.

SABBAG, E. **Manual de Direito Tributário**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

SANTAGADA, S. Indicadores sociais: contexto social e breve histórico. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, 1993. Disponível em: <<https://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/view/758>>.

SILVA, G. A. B.; PASSADOR, J. L.; PASSADOR, C. S.; ARÉVALO, J. L. S. Destinos indutores de turismo regional como política de governabilidade estadual no Brasil: análise dos estados de Minas Gerais e Bahia a partir do índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM). **Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad: GCG**, v. 9, ed. 2, p. 76-88, mai/ago. 2015. Disponível em: <<https://gcg.universia.net/article/viewFile/1232/1620>>.

SILVA, L. C.; SILVEIRA, S. F. R.; COSTA, T. M. T.; FARONI, W.; FERREIRA, M. A. M. A influência do desempenho tributário e gestão fiscal no Índice Firjan de Desenvolvimento (IFDM) dos municípios de Minas Gerais. **Revista de C. Humanas**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 199-219, jan/jun. 2013. Disponível em: <<http://www.cch.ufv.br/revista/sumario.php?id=24>>.

SILVA, M. C.; SILVA, D. G.; BROGES, E. F.; SOUZA, F. J. V. Ranking de desempenho de municípios: elaboração de um único índice a partir do idhm, ifdm e irfs. **Revista Eletrônica de Ciências**, v. 8, n. 1, p. 62-78, 2015. Disponível em: <<http://veredas.favip.edu.br/ojs/index.php/veredas1/article/view/254>>.

WU, P.; FAN, C.; PAN, S. Does human development index provide rational development rankings? evidence from efficiency rankings in super efficiency model. **Social Indicators Research**, v. 116, n.2, p. 647-658, 2014. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/24720865?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/24720865?seq=1#page_scan_tab_contents)>.

## ● ZOOTECNIA

### REGIONAL STUDY OF ACTION *IN VITRO* OF COMMERCIAL ACARICIDES ON THE CATTLE TICK

\*Luís Fernando Santana<sup>1</sup>, Rosemar Alves de Carvalho Júnior<sup>2</sup>, Édimo Fernando Alves Moreira<sup>3</sup>,  
Eliana Aparecida Rodrigues<sup>1</sup>, Joaquim Martins Parreira Filho<sup>1</sup>,  
Bruno Balduino Berber Freitas<sup>3</sup>, Cleber Barbosa de Oliveira<sup>(1)</sup>.

**RESUMO:** To evaluate the effect of commercial acaricides for the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in the region of Uberaba, Minas Gerais, engorged female cattle ticks were collected from five properties. These samples were immersed in previously prepared solutions containing five acaricide treatments and one control, as follows: T1, control (distilled water); T2, Amitraz (12.5%); T3, Cypermethrin (15%); T4, Deltamethrin (2.5%); T5, Cypermethrin (15%) + Chlorpyrifos (25%) + Citronellal (1%); and T6, Dichlorvos (60%) + Chlorpyrifos (20%). Ticks were then dried on absorbent paper, taped onto Petri dishes, and placed in an incubator at 27.0°C and humidity greater than 80%. After 20 days of fixation, the eggs of each group were collected, weighed, and placed in modified plastic syringes and again kept in an incubator until the larvae hatched. A greater reduction in egg mass was observed with Amitraz (12.5%) and the combination of Cypermethrin (15%) + Chlorpyrifos (25%) + Citronellal (1%) than with the other treatments. This combination proved superior to the other acaricides in controlling larvae hatchability. It was concluded that the combination Cypermethrin (15%) + Chlorpyrifos (25%) + Citronellal (1%) is efficient in combatting the R. (B.) *microplus* strain, unlike the isolated use of pyrethroids and organophosphorus associations.

**Palavras-chave:** Chemical control. Susceptibility to acaricides. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

### ESTUDO REGIONAL DA AÇÃO *IN VITRO* DE ACARICIDAS COMERCIAIS SOBRE O CARRAPATO BOVINO

**ABSTRACT:** Para avaliar o efeito de carrapaticidas comerciais no controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* na região de Uberaba, Minas Gerais, foram colhidas teleóginas de cinco propriedades. Estas amostras foram imersas em soluções previamente preparadas contendo cinco tratamentos carrapaticidas e um controle, sendo eles: T1 - Controle (água destilada); T2 - Amitraz (12,5%); T3 - Cipermetrina (15%); T4 - Deltametrina (2,5%); T5 - Cipermetrina (15%) + Clorpirifós (25%) + Citronelal (1%); T6 - Diclorvós (60%) + Clorpirifós (20%). Em seguida, secadas em papel absorvente e fixadas com fita adesiva em placas de Petri e acondicionadas em estufa a 27,0°C e umidade superior a 80%. Decorridos 20 dias da fixação as posturas de cada grupo foram recolhidas, pesadas e colocadas em seringas plásticas adaptadas e novamente levadas para a incubação em estufa até a eclosão das larvas. Maior redução da massa de postura foi observada com Amitraz (12,5%) e a associação Cipermetrina (15%) + Clorpirifós (25%) + Citronelal (1%), tendo esta associação se mostrado superior aos demais carrapaticidas no controle da eclodibilidade das larvas. Conclui-se que a associação Cipermetrina (15%) + Clorpirifós (25%) + Citronelal (1%) foi eficiente no combate da cepa de R. (B.) *microplus*; ao contrário do uso isolado de piretróides e da associação de organofosforados.

**Keywords:** Controle químico. Susceptibilidade a acaricidas. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

\* Autor correspondente: luisfernando@iftm.edu.br

1 Professor(a) Dr(a). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM - *Campus* Uberaba, MG, Brasil. luisfernando@iftm.edu.br, edimo@iftm.edu.br, eliana@iftm.edu.br, joaquimparreira@iftm.edu.br, cleber@iftm.edu.br

2 Discente, Bacharelado em Zootecnia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM - *Campus* Uberaba, MG, Brasil. rosemarjunior@hotmail.com

3 Médico Veterinário, MSc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM - *Campus* Uberaba, MG, Brasil. bruno.vet@iftm.edu.br,

## INTRODUCTION

Cattle production is one of the most important sectors of Brazilian agribusiness and consequently, the national economy (CEPEA, 2016). Brazil has the second largest cattle herd in the world, with 214,9 million head, producing 33,5 billion liters of milk, the state of Minas Gerais being the main producer (IBGE, 2017).

In Brazil, milk production provides approximately 170 liters of milk per inhabitant per year (BRASIL, 2014). Despite the high production of milk in the country the average productivity of the national herd is only approximately 1,963 liters (IBGE, 2017). The main reasons for the low productivity include the use of animals that are not good milk producers or of inappropriate genetic stock, inadequate food, poor handling of reproductive and health issues, and low educational level of the producers (57% have limited education), which makes the proper use of available technologies difficult (BRASIL, 2014).

The tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* belonging to the *Ixodidae* family, is the main ectoparasite of cattle in Brazil, as well as all tropical and subtropical countries, and is a major impediment to national cattle farming (GRISI et al., 2002). This tick can lead to a reduction in milk production of up to 2.7%, equaling an average of 90.4 liters per lactating cow (RODRIGUES and LEITE, 2013). Brazilian climatic conditions are favorable for the survival and development of the free-living stages of this ectoparasite, which contributes to its predominance (FURLONG et al., 2007; CAMILLO et al., 2009).

The most effective way to control this ectoparasite is by using chemicals, but these have become less efficient (GRISI et al., 2002). The use of acaricide indiscriminately and without restriction, errors in solution preparation, mistakes in the manner, stage, and frequency of application, and inadequate management of parasite control may all favor the selection of ticks resistant to the chemical agents most often used by Brazilian cattle producers (FURLONG et al., 2007; CAMILLO et al., 2009).

The resistance of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* has been studied throughout the world, including in several regions of Brazil. The primary reason for the study of resistance (FURLONG et al., 2007; CAMILLO et al., 2009; AMARAL et al., 2011; CARNEIRO et al., 2015) is to find a proven product to control the ticks, thus reducing the number of acaricide baths needed (CARNEIRO et al., 2015). Therefore, an interesting tool for the identification of resistance to ectoparasites is the constant monitoring of herds in each region by visually counting ticks on the body of infected animals. Another method is the use of tests to detect the susceptibility of ticks to acaricides.

Because of the inefficiency of control efforts for *R. (B.) microplus*, the objective of this study was to determine the *in vitro* efficiency of five commercial acaricides in the city of Uberaba, state of Minas Gerais (MG).

## MATERIAL AND METHODS

Samples of *Ixodidae* were collected manually from cattle at five different dairy cattle properties in the region of Uberaba, MG, from March to October 2014. Were collected approximately 300 engorged females per property. The absence of any ectoparasiticide treatment of the cattle during the previous 45 days was confirmed before the collection and transport of samples. At the Parasitology Laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Triangulo Mineiro, Uberaba IFTM Campus, ticks were washed in distilled water and dried on absorbent paper. From each sample, 120 engorged females of similar size were selected, weighed on an analytical balance, and ordered by decreasing weight (ARANTES and MARQUES, 1995). The final arrangement provided six groups with ten ticks each with two repetitions per treatment.

Next, six treatments were randomly distributed among twelve containers, which later received the engorged females. The treatments were as follows: T1, control (distilled water); T2, Amitraz (12.5%); T3, Cypermethrin (15%); T4, Deltamethrin (2.5%); T5, Cypermethrin (15%) + Chlorpyrifos (25%) + Citronellal (1%); T6, Dichlorvos (60%) + Chlorpyrifos (20%).

The groups of engorged females were immersed for 5 min in 50 mL of the test solution. They were then dried on absorbent paper, fixed with adhesive tape in Petri dishes (100 mm diameter × 20 mm height), labeled, and placed in an incubator at 27.0°C and humidity greater than 80%. The engorged females in the control groups were immersed in distilled water for the same duration as those treated with acaricide.

Twenty days after fixation of the engorged females, eggs from each group were collected, weighed, placed in modified plastic syringes, relabeled, and incubated until larval eclosion.

It was calculated reproductive efficiency (RE) with the aid of a stereoscopic microscope according to the methodology of Rocha et al., (1984). Three homogeneous samples were collected containing infertile eggs, larvae, and hatched eggs, and these were diluted in a 50% glycerin/alcohol solution. The reproductive efficiency (RE) was calculated using the equation 1:

$$RE = \frac{ew}{fw} \times eh \times 20,000$$

Where:

RE is the reproductive efficiency (%)

ew is the weight of the egg mass, in grams;

fw is the weight of engorged females, in grams;

eh is the percentage of larvae hatching;

and 20,000 is a constant that represents the estimated number of eggs in one gram of *R. (B.) microplus* eggs.

Acaricide product efficiency (EP) was calculated using to the equation 2 below (Rocha et al., 1984), taking the arithmetic mean of the two repetitions for each of the experimental groups.

$$EP_i = \left( \frac{ERte - ERtr_i}{ERte} \right) \times 100$$

Where:

$EP_i$  is the percentage of effectiveness of the  $i$ th treatment;  
 $ERte$  is the reproductive efficiency for the control groups;  
 $ERtr_i$  is the reproductive efficiency for the  $i$ th treatment.

For comparison of treatments, the following characteristics were considered: mass of the eggs in grams, hatchability, and efficacy of treatment. The second and the third were calculated as percentages. These data were calculated as described above.

Regarding egg mass, data were subjected to an analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level for each of the five locations. Locations that were not significantly different were pooled (GOMES, 1990).

For hatchability, data were transformed prior to the ANOVA using the arcsine transformation of the square root (GOMES, 1990). For comparison between the means of the treatments, Tukey's test was used at a 5% level of significance.

Efficacy of treatments was compared graphically, and products were considered highly effective if they had a value greater than 95%, as recommended by the Ministry of Livestock Agriculture and Supply (BRASIL, 1990). All statistical analyses were performed using R Software (R CT, 2012).

## RESULTS AND DISCUSSION

There was no interaction among treatments and egg mass ( $p > 0.05$ ). The effect of treatment was significant ( $p \leq 0.05$ ) for both mass and the transformed hatchability values. Thus, further evaluation regarding the effect of treatments was made with pooled collections of several locations.

When the effect of treatments was significant for both variables, Tukey's test was conducted at a 5% significance level to compare the means for egg mass and transformed hatchability.

Regarding egg mass (Table 1), the most effective treatments — the ones that resulted in the greatest reduction in egg mass — were T2 (Amitraz [12.5%]) and T5 (Cypermethrin [15%] + Chlorpyrifos [25%] + Citronellal [1%]). The strains subjected to these active ingredients would cause less contamination by eggs in pastures, thus reducing environmental infestation by the parasite.

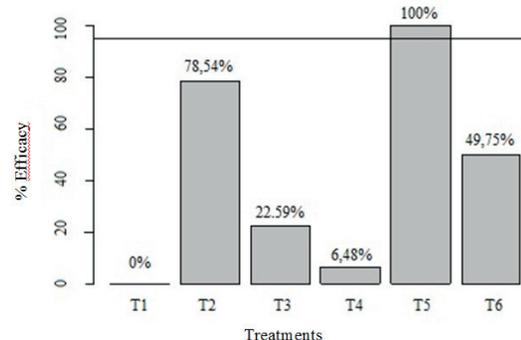
**Table 1** Tests of multiple comparisons for *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* egg mass immersed in commercial acaricides.

Treatments	Means (grams)
T1—Control (distilled water)	0.6531 ± 0.0581 <sup>a</sup>
T2—Amitraz (12.5%)	0.1797 ± 0.0581 <sup>bc</sup>
T3—Cypermethrin (15%)	0.5571 ± 0.0581 <sup>a</sup>
T4—Deltamethrin (2.5%)	0.6161 ± 0.0581 <sup>a</sup>
T5—Cypermethrin (15%) + Chlorpyrifos (25%) + Citronellal (1%)	0.0084 ± 0.0581 <sup>c</sup>
T6—Dichlorvos (60%) + Chlorpyrifos (20%)	0.2945 ± 0.0581 <sup>b</sup>

Means followed by the same letter in the columns did not differ statistically using Tukey's test at 5% probability.

Regarding the mean efficacy (%), the only treatment that reached an index higher than 95% efficacy as recommended by the MAPA (BRASIL, 1990) was T5 (Cypermethrin [15%] + Chlorpyrifos [25%] + Citronellal [1%]) (Figure 1).

**Figure 1.** Mean percentage of efficacy, based on productive efficiency, for each of the six treatments—T1, Control (distilled water); T2, Amitraz (12.5%); T3, Cypermethrin (15%); T4, Deltamethrin (2.5%); T5, Cypermethrin (15%) + Chlorpyrifos (25%) + Citronellal (1%); T6, Dichlorvos (60%) + Chlorpyrifos (20%).



Studies following methodologies similar to that developed during this research, found an efficiency of at least 95% for Amitraz in the control of *R. (B.) microplus* collected from dairy cattle properties in the northeastern part of the state of São Paulo (SOARES et al., 2001) and Santa Maria in the state of Rio Grande do Sul (OLIVO et al., 2009). These results differ from these experiment, where Amitraz attained an average efficiency of 78.54% for locations within the city of Uberaba, Minas Gerais, possibly due to the resistance of these parasites to this principle.

Despite the lack of information on the efficiency of Cypermethrin at 15% in the study area, most studies note low effectiveness of this agent in the control of *R. (B.) microplus* in the northeastern (CAMPOS JUNIOR, 2005), southeastern (PEREIRA, 2006), southern (CAMILLO et al., 2009), and midwestern (KOLLER et al., 2009) regions, confirming the low efficacy of this formulation throughout the country.

Spagnol et al. (2010), working in the city of Itamaraju in the state of Bahia, found the worst acaricide efficiency for chemical products in the pyrethroids group when used alone (Deltamethrin 33.9% and Cypermethrin 21.1%). This is in agreement with the 6.48% and 22.59% efficacy found in this experiment for T4 (Deltamethrin) and T3 (Cypermethrin), respectively. In Ilheus, Itabuna, in Bahia, even lower efficiencies (> 10%) were found for Deltamethrin (CAMPOS JUNIOR, 2005). The explanation is possibly related to the high residual capacity of its active ingredients, which favors the survival of naturally tolerant parasites, as well as the fact that it has cross-resistance with organochlorines (FURLONG et al., 2007), thus facilitating the development of resistance in populations of this parasite.

Nevertheless, recent research reported close to 100% efficiency for 15% Cypermethrin in regions such as the northern state of Rio de Janeiro (VITA et al., 2012), in the municipality of Brejo da Madre de Deus

in the state of Pernambuco (MELO et al., 2010), and in four municipalities of Mato Grosso do Sul (ANDREOTTI et al., 2011).

The mean percentage of effectiveness of the T5 product (Cypermethrin [15%] + Chlorpyrifos [25%] + Citronellal [1%]), taking into account all the surveyed properties, was above 95%. This was similar to that found in the northwestern part of São Paulo (OLIVEIRA et al., 2013), where close to a 100% efficiency was reported with the use of the same combination of active ingredients. Furlong et al. (2007), performing a representative number of tests in regions of Minas Gerais, found that combinations of phosphorus and phosphorus /pyrethroids were significantly more effective. By evaluating six properties in northern Minas Gerais with animals with different blood levels, Carneiro et al. (2015) observed that the efficacy of Amitraz, Deltamethrin, and of the Cypermethrin, Chlorpyrifos and Citronellal combination varied significantly among cattle. The use of Deltamethrin was not effective in any of the evaluated herds. A higher efficiency of the pyrethroid and organophosphate combination has been described by various authors (PEREIRA, 2006; FURLONG et al., 2007; CAMILLO et al., 2009; CAMPOS JUNIOR and OLIVEIRA, 2005; MELO et al., 2010), and probably occurs because the chemical groups have different mechanisms of action and act on biochemically distinct sites of the Ixodidae, which leads to greater effectiveness when combined.

A mean efficiency of 100% in rural properties in the city of Uberaba, Minas Gerais, is valuable information for farmers in this region who face severe difficulties in the control of *R. (B.) microplus*.

## CONCLUSIONS

The combination Cypermethrin (15%) + Chlorpyrifos (25%) + Citronellal (1%) is effective in controlling the regional strain of *R. (B.) microplus* in Uberaba, state of Minas Gerais, in contrast to the effect of pyrethroids alone, or in association with organophosphates.

## REFERENCES

- AMARAL, M.A.Z. et al. Strategic control of cattle ticks: milk producers' perceptions. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 148-154, apr./june 2011.
- ANDREOTTI, R. et al. Acaricide resistance of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 27-33, apr./june 2011..
- ARANTES, G.J.; MARQUES, A.O.; HONER, M.R. O carrapato do bovino, *Boophilus microplus*, no município de Uberlândia, MG.: Análise da sua resistência contra carrapaticidas comerciais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 4, p. 89-93, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 90 de 04 de dezembro de 1989. Normas para produção, controle e utilização de produtos antiparasitários. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 abr. 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano mais pecuária Brasília**: MAPA/ACS, 2014.
- CAMILLO, G. et al. Eficiência in vitro de acaricidas sobre carrapatos de bovinos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 2, p. 490-495, mar./abr. 2009.
- CAMPOS JÚNIOR, D.A.; OLIVEIRA, P.R. Avaliação in vitro da eficácia de acaricidas sobre *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) de bovinos no município de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 6, p. 86-92, 2005.
- CARNEIRO, J.C. et al. Diagnóstico do controle e eficácia de acaricidas para o carrapato bovino no Semiárido do Norte de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Veterinariae**, Rio Grande do Sul, v. 43, 2015.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA -CEPEA. **PIB agronegócio**. [S.l.: s.n., 2016]. Available at:< <http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Accessed in: 06 jan. 2017.
- FURLONG, J.; MARTINS, J.R.; PRATA, M.C.A. O carrapato dos bovinos e a resistência: temos o que comemorar? **A Hora Veterinária**, [S.l.], ano 27, n. 159, p. 26-32, set./out. 2007.
- GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel; 1990.
- GRISI, L. et al. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. **A Hora Veterinária**, [S.l.], v. 21, p. 8-10, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção da pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.; 2017. Available at:< <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=784>>. Accessed in: 23 may. 2019.
- KOLLER, W.W.; GOMES, A.; BARROS, A.T.M. **Diagnóstico da resistência do carrapato-do-boi a carrapaticidas em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte. (Embrapa Gado de Corte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25), 2009. 47p.
- MELO, K.D. et al. Teste in vitro da eficácia de amitraz e cipermetrina sobre carrapatos da espécie *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10., 2010, Recife. **Anais...** Recife, [s.n.], 2010. p. 1-2.

OLIVEIRA, F.P. et al. Resistência do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos diferentes grupos de acaricidas utilizados na região noroeste do estado de São Paulo. **Ciências Agrárias e da Saúde**, Andradina, v. 9, p. 54-60, 2013.

OLIVO, C.J. et al. Extrato aquoso de fumo em corda no controle do carrapato de bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 439, n. 4, p. 1131-1135, 2009.

PEREIRA, J.R. Eficácia in vitro de formulações comerciais de carrapaticidas em teleóginas de *Boophilus microplus* coletadas de bovinos leiteiros do Vale do Paraíba, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 15, n. 2, p. 45-48, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R., 2012. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Viena; 2012. Available at: <<http://www.r-project.org/>>. Accessed in: 10 jan. 2017.

ROCHA, U.F. et al. Ecologia de carrapatos VII — a escassa influência da luz do dia sobre oviposição e embriogênese de *Boophilus microplus* (Canestrini); equivalência de contagens de larvas e de cascas d'ovos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 5, n. 16, p. 6-14, 1984.

RODRIGUES, D.S.; LEITE, R.C. Economic impact of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: estimate of decreased milk production on a dairy farm. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 5, p. 1570-1572, 2013.

SOARES, V.E. et al. Análise in vitro da ação de carrapaticidas em cepas de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) colhidas de bovinos leiteiros da região nordeste do Estado de São Paulo. **Ciências Agrárias**, Andradina, v. 22, n. 1, p. 85-90, 2001.

SPAGNOL, F.H.; PARANHOS, E.B.; ALBUQUERQUE, G.R. Avaliação in vitro da ação de acaricidas sobre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* CANESTRINI, 1887 (ACARI: IXODIDAE) de bovinos leiteiros no município de Itamaraju, Bahia, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiana, v. 11, n. 3, 2010.

VITA, G.F.; DUMAS, E.; PEREIRA M.A.V.C.; FERREIRA, I. Avaliação in vitro de carrapaticidas no controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887), no norte do estado do Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Scientiarum Veterinariae**, Rio Grande do Sul, v. 40, n. 2, p. 1-6, 2012.

## ● CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

### ELEIÇÕES PRESIDENCIAIS 2014 NO BRASIL: ANÁLISE DOS RESULTADOS DO SEGUNDO TURNO POR MEIO DA LEI DE NEWCOMB-BENFORD PARA O SEGUNDO DÍGITO

*\*Priscila Neves Faria<sup>1</sup>, Mariana de Freitas Pintar<sup>2</sup>; Patrícia Ferreira Paranaíba<sup>3</sup>*

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo aplicar a Lei de Newcomb-Benford para o segundo dígito nos resultados eleitorais para presidência do Brasil de 2014, no segundo turno. Este método é amplamente aplicado para detectar indícios de fraude onde se possa haver manipulação de números, podendo ser notas fiscais, números apresentados em relatórios financeiros ou, como proposto, resultados eleitorais. É uma ferramenta de apoio à auditoria e controle a adulteração. Pela análise estatística dos dados constatou-se a adequação dos números de votos para os candidatos Dilma Roussef e Aécio Neves e para votos nulos, entretanto, para os votos em branco, os dados não se aderiram à lei.

**Palavras-chave:** Eleições. Brasil. Newcomb-Benford.

### PRESIDENTIAL ELECTIONS 2014 IN BRAZIL: ANALYSIS OF RELIABILITY OF THE SECOND ROUND RESULTS USING THE NEWCOMB-BENFORD LAW FOR THE SECOND DIGIT

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to apply the Newcomb-Benford Law to the second digit in the results of the presidential elections for Brazil in 2014, in the second round. This method is widely applied to detect evidence of fraud where there may be manipulation of numbers, such as invoices, figures presented in financial reports or, as proposed, election results. It is a tool to support auditing and to control tampering. The statistical analysis of the data revealed the adequacy of the number of votes for the candidates Dilma Roussef and Aécio Neves and for the null votes, but for the blank votes, the data did not adhere to the law.

**Keywords:** Election. Brazil. Newcomb-Benford.

\* Autor Correspondente: [priscilaneves@ufu.br](mailto:priscilaneves@ufu.br)

1 Doutora, Universidade Federal de Uberlândia, (UFU), Uberlândia, MG, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/0838243793554021>, [priscilaneves@ufu.br](mailto:priscilaneves@ufu.br)

2 Bacharela em Estatística, Universidade Federal de Uberlândia, (UFU), Uberlândia, MG, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/1824947287438227>, [maripintar@hotmail.com](mailto:maripintar@hotmail.com)

3 Doutora, Universidade Federal de Uberlândia, (UFU), Uberlândia, MG, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/7885584765589861>, (34) 3239-4500, [patriciaparanaiba@ufu.br](mailto:patriciaparanaiba@ufu.br)

## INTRODUÇÃO

É imprescindível que, no atual ambiente de variações políticas, crises econômicas, escândalos e as incertezas que a administração pública brasileira vem enfrentando, ferramentas e estudos estatísticos possam oferecer uma metodologia científica indispensável no processo decisório e transparência fidedigna dos resultados gerais das eleições presidenciais brasileiras (NIGRINI, 2001).

Em todo o mundo, sejam nas novas ou velhas democracias, as alegações de fraudes eleitorais sucedem com ampla frequência (LEHOUCQ, 2003). Na Rússia, nas eleições presidenciais de 2008, Dmitry Medvedev, com apoio de Vladimir Putin, tomou posse da presidência mesmo na afluência de crescentes tendências autoritárias, o que gerou grandes ondas de protestos e denúncias de fraude.

Não diferentemente dos outros países, em 1982, ocorreu uma tentativa de fraude nas eleições para governador do estado do Rio de Janeiro no Brasil, evento conhecido como "Caso Proconsult", cuja empresa contratada para realizar a apuração dos resultados transferia votos do candidato Leonel Brizola para o candidato Moreira Franco, apoiado pelos militares.

O Brasil foi pioneiro no uso de urnas eletrônicas, com a implantação do sistema em 1996, contudo, até hoje, mantém o mesmo tipo de equipamento. Após as eleições, houve uma série de denúncias de caráter geral com evidências aparentes (antes de uma auditoria específica), que chegaram à coordenação do partido efetivo. Uma delas referia-se ao desvio de votos nas urnas: o modelo das urnas brasileiras permitiria inserir softwares maliciosos para desviar votos durante seu registro ou apuração (HURSTI, 2006; FELDMAN et al., 2007). Outra denúncia foi o desvio de votos na transmissão e na totalização dos votos: a percepção de fraude foi agravada por ter se tornado público que um grupo pequeno de pessoas sob coordenação da Secretaria de Tecnologia da Informação do Tribunal Superior Eleitoral (STJ/TSE) teve acesso, em ambiente fechado, aos dados parciais da totalização antes da divulgação oficial (BRUNAZO FILHO et al., 2015).

Atualmente, o Brasil é o único país a utilizar este modelo de urna, países como Alemanha, Irlanda, Inglaterra e Paraguai testaram e abandonaram o sistema por falta de transparência ou falta de confiabilidade e, com isso, a maioria dos países utiliza o modelo de segunda geração que permite ao eleitor checar os candidatos escolhidos além de emitir um comprovante em papel com o voto.

A eleição geral brasileira, a qual refere-se o presente estudo, foi realizada nos dias 5 e 26 de outubro de 2014, referentes ao primeiro e segundo turno, respectivamente. Na ocasião, os eleitores votaram em presidente da República, governador, senador e deputados federal e estadual.

Por haver muita discussão sobre os resultados dos votos, é de grande importância, mediante um procedimento, verificar algum tipo de fraude, intencional

ou não, na coleta de dados. No processo de apuração dos resultados, as informações são criptografadas e transmitidas computacionalmente, tal situação aumenta a chance de haver alterações nos valores devido a erros ocasionados durante o procedimento.

De acordo com a Lei de Newcomb-Benford ou "Lei do Primeiro Dígito", a frequência de números naturais em uma série histórica apresenta uma probabilidade natural, em particular, no primeiro dígito (HOESCHL; BUENO, 2015). Benford testou a lei em 20 conjuntos de dados de origens diversas, tais como estatísticas de baseball, drenagem de rios, massas atômicas e até mesmo em números aparecendo em páginas de revistas (ALVES; LYRA, 2008).

Walter Mebane, um dos autores que mais estudaram a aplicabilidade da lei de Newcomb-Benford em eleições, analisou dados eleitorais de vários países, incluindo os Estados Unidos, Rússia e México. Em 2009, o cientista avaliou cada uma das urnas da eleição presidencial do Irã e constatou que os resultados haviam sido fraudados a favor de um dos candidatos à presidência (BELLOS, 2015).

Pericchi e Torres (2004) propuseram usar a distribuição do segundo dígito da Lei de Benford para testar votos fraudulentos. Mebane Jr. (2006) diz que a lei de Benford é mais bem entendida como um método que indica para onde investigações poderiam ser direcionadas.

Quando se trata de dados de eleições, é preferível utilizar o segundo dígito significativo uma vez que a Lei de Benford não funciona bem quando os números na base de dados são limitados. Isso ocorre com as urnas, por exemplo, pois há um limite superior ao número de eleitores em cada seção eleitoral já que a alocação máxima é de 400 eleitores em cada seção nas cidades do interior e 500 eleitores nas capitais de estado (FIRMINO, 2017). Essa limitação prejudica a capacidade da LB detectar fraudes. Mebane Jr. (2006) ainda destaca que dados de contagem de votos é um processo que se assemelha fortemente à distribuição da Lei de Benford quando estudados os segundos dígitos.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo aplicar o método estatístico baseado na Lei de Newcomb-Benford (LNB), com intuito de testar a aderência dos dados e a consistência dos resultados à presidência do segundo turno das Eleições Gerais de 2014 e, assim, verificar observações discrepantes baseando-se no padrão determinado pela Lei de Newcomb-Benford.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Tribunal Superior Eleitoral (TSE) possui um portal oficial online e dispõe informações referentes às quantidades de votos do primeiro e segundo turno das eleições de cada município do Brasil, acrescido dos votos em trânsito e de outros países (BRASIL, [2014]).

Neste estudo, foi utilizado o banco de dados disponibilizado pelo portal oficial do Tribunal Superior Eleitoral, com os boletins de urna do segundo turno de cada estado com eleitores aptos a votar, que contou

com todos os estados brasileiros e alguns estados do exterior. Os boletins de urna são arquivos das seções eleitorais que constam as informações de como saíram da urna eletrônica, ou seja, sem o processamento do sistema de totalização.

Utilizou-se o software SPSS apenas para organização e contabilização dos dados que resultou em um banco de dados com as variáveis agregadas por zona eleitoral: UF, município, quantidade de eleitores aptos a votar, quantidade de eleitores presentes, tipo de urna (as urnas foram classificadas como “apurada” ou “não instalada”), partido, número votável (número que representava o candidato ou partido, sendo que para votos brancos e nulos, os números eram “95” e “96”, respectivamente), nome do candidato e quantidade de votos por município.

Como ferramenta, foi utilizado o software estatístico R fazendo-se uso de um pacote fundamental para aplicação da lei de Newcomb-Benford, o *benford.analysis* (CINELLI, 2018).

A Lei de Newcomb-Benford explica uma distribuição anômala dos números inteiros de 1 a 9. Pesquisas no campo da teoria das probabilidades, tais como Hill (1998), Pinkham (1961) e Raimi (1969), mostram que a Lei de Newcomb-Benford aplica-se a um conjunto de dados que tem a propriedade de ser invariante escalar, ou seja, multiplicando-se os valores de uma amostra por uma constante, a distribuição não se altera.

O resultado investigado por Benford (1938) não define apenas uma distribuição para os primeiros dígitos, mas uma distribuição para todos os dígitos significativos de um número. Mais formalmente, um conjunto de números que siga a Lei de Benford teria a mantissa de seus logaritmos uniformemente distribuída. Um teste para verificar tal ocorrência, pode também ser usado para testar a conformidade dos dados com a Lei de Newcomb Benford, como proposto por Nigrini (2012).

Raimi (1969) aponta que os dados precisam somente se aproximar de uma sequência geométrica. Nigrini (2012) concorda e ainda propõe o uso de uma regressão linear para testar se as mantissas ordenadas formam uma linha reta.

Alexander (2009) foi além e propôs um rigoroso teste de conformidade com a Lei de Benford, chamado Mantissa Arc Test (MA), que consiste em verificar se as mantissas se distribuem uniformemente ao longo do intervalo  $[0,1)$ . Um ajuste para este teste, quando tratado para altas populações, é sugerido por Nigrini (2012), pois o autor diz que quando analisados um grande conjunto de dados, o teste sinaliza conformidade facilmente.

A distribuição de Newcomb-Benford se dá nos ditos dígitos significativos, isto é, nos dígitos à extrema esquerda dos valores, com exceção do zero, independentemente do número de algarismos de cada valor da amostra. Por exemplo, considerando o número 52.168, o número 5 é o primeiro dígito, o número 2 é o segundo dígito, e assim sucessivamente até o número 8 que é o quinto dígito.

A tabela que atua de suporte às disposições do estudo foi publicada por Newcomb (1881) no *American*

*Journal of Mathematics* composta pelas probabilidades de ocorrência do primeiro e segundo dígito significativo que pertence ao conjunto dos números inteiros de 0 até 9 (Tabela 1):

**Tabela 1.** Frequências dos dígitos da Lei de Benford

Número	1º Dígito	2º Dígito
0	-	0,11968
1	0,30103	0,11389
2	0,17609	0,10882
3	0,12494	0,10433
4	0,09691	0,10030
5	0,07918	0,09667
6	0,06695	0,09337
7	0,05799	0,09035
8	0,05115	0,08757
9	0,04576	0,08499

**Fonte:** NEWCOMB (1881)

Como proposto por Newcomb, os primeiros dígitos dos dados, expostos na Tabela 1, seguem uma distribuição logarítmica. Durtschi et al. (2004) relatam que Newcomb calculou a probabilidade do primeiro dígito de um número diferente de zero e Berger e Hill (2015) estenderam a teoria, e, de maneira geral, encontraram a distribuição para todos os dígitos significativos. A exigência de que as mantissas sejam distribuídas uniformemente é a base matemática da Lei de Benford. Nigrini (2012) exemplifica a mantissa do logaritmo de 200 como sendo  $\log_{10}(200) = 2,30103$ . Logo, *mantissa do*  $[\log_{10}(200)] = 0,30103$ .

A aplicação da Lei de Benford é realizada por meio da comparação dos valores observados no estudo para o dígito em análise com relação aos valores esperados para esse mesmo dígito da distribuição de Benford. Esta comparação se faz por meio de um teste de aderência. Se os dados apresentarem uma conformidade com a lei de Benford, suas mantissas serão uniformes no intervalo de  $[0,1)$ . Duas condições necessárias, mas não suficientes para que as mantissas sejam uniformemente distribuídas no intervalo  $[0,1)$  é que a média seja 0,50 e a variância seja  $1/12$ . Além disso, as mantissas ordenadas devem formar uma linha reta que varia de  $-1/n$  à  $(n-1)/n$ , com uma inclinação de  $1/n$  (CECCATO, 2013).

Uma reta de regressão pode ser usada para testar se as mantissas ordenadas formam uma linha reta, onde  $y$  é o conjunto das mantissas ordenadas e  $x$  é o rank das mantissas (de 1 a  $n$ ). Para isso, pode-se testar o coeficiente linear, a inclinação e o coeficiente de determinação  $R^2$  que devem se aproximar, respectivamente, de zero,  $1/n$  e 1, para melhor conformidade (NIGRINI, 2012).

De acordo com Alexander (2009), o teste conhecido como Mantissa Arc Test ou teste MA, propõe a hipótese nula  $H_0$ : As mantissas dos dados são uniformemente distribuídas, versus a hipótese alternativa  $H_1$ : As mantissas dos dados não são uniformemente distribuídas. O valor  $p$  se baseia na distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade (ALEXANDER, 2009). Nigrini (2012) sugere que

para grandes populações seja usado  $\sqrt{n}$  ou  $\sqrt[3]{n}$  no cálculo do valor  $p$ , em que  $N$  é o tamanho da amostra utilizada.

De acordo com Santos et al. (2003), dois testes estatísticos são interessantes para avaliar a conformidade de um conjunto de dados a Lei de Benford. O teste  $z$  avalia sob um determinado nível de significância as diferenças entre a probabilidade observada ( $P_o$ ) e a probabilidade esperada ( $P_e$ ) no tocante a ocorrência dos dígitos numéricos (NASCIMENTO et al., 2014).

A estatística  $Z$  é utilizada para medir o grau de significância entre as diferenças de probabilidade observada e esperada, associadas a cada um dos dígitos analisados. Por outras palavras, este teste evidencia se um determinado dígito aparece com maior ou menor frequência numa determinada posição em comparação com a distribuição de Benford (DURTSCIHI et al., 2004). A estatística de teste  $Z$  é calculada como segue:

$$Z = \frac{|p_o - p_e|}{(p_e * (1 - p_e)/n)^{1/2}} \approx N(0,1)$$

em que  $P_e$  indica a proporção esperada tendo em conta a distribuição de Benford (1938),  $P_o$  indica a proporção observada tendo em conta a distribuição da amostra analisada, e  $n$  o número de observações.

A estatística  $Z$  é calculada para cada dígito ou combinação de dígitos, ou seja, para o teste dos dois primeiros dígitos existiria 90 estatísticas (NIGRINI, 2001). De maneira similar, outro teste importante é o teste qui-quadrado de aderência para verificar se a frequência observada dos segundos dígitos dos dados coincide com as proporções dos segundos dígitos da lei de Benford. Este teste possui a mesma função que o teste  $z$ , porém em um âmbito global dos dígitos, ou seja, para toda a distribuição. Se os valores observados do teste são maiores que os valores críticos específicos identificados pela teoria estatística, a conclusão é que a distribuição dos segundos dígitos não caracteriza as contagens referentes aos votos (MEBANE JR., 2006).

O teste é realizado utilizando a estatística de teste Qui-quadrado com  $k-1$  graus de liberdade, como segue:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \approx \chi_{k-1}^2$$

em que  $O_i$  é a frequência de votos observada,  $E_i$  é a frequência esperada pela distribuição de Benford e  $k$  é a quantidade total de dígitos (9 para o primeiro e 10 para os demais dígitos significativos). O valor obtido é comparado ao valor crítico da distribuição qui-quadrado, em um nível de significância estabelecido com ( $k-1$ ) graus de liberdade (SIEGEL; CASTELLAN JR., 2008). Neste estudo, adotou-se o nível de significância  $\alpha$  de 5%. Caso a distribuição de algum dígito, em um fenômeno para o qual já é conhecido que seus valores seguem a lei de Benford, não siga tal distribuição, conclui-se que algum número (de 1 a 9 ou de 0 a 9) foi mais ou menos frequente do que deveria ser (CYMROT et al., 2012).

Quando , o teste qui-quadrado não deverá ser utilizado se houver qualquer frequência esperada inferior

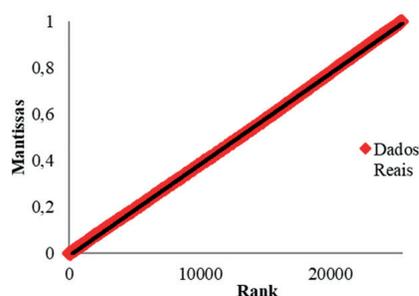
a 1 ou se mais de 20% das frequências esperadas forem menores que 5 (SIEGEL; CASTELLAN JR., 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O segundo turno das Eleições Presidenciais foi realizado no dia 26 de outubro de 2014, e a apuração dos resultados, exposta no site do Tribunal Superior Eleitoral, totalizava 105.542.273 votos, sendo que 54.501.118 foram para a candidata eleita e 51.041.155 para o candidato não eleito. Para fins de transparência e investigação, foram coletados os dados dos boletins de urna de cada estado que, posteriormente, foram agregados por zona eleitoral. Após as análises iniciais, foram descartados valores faltantes, bem como as urnas não apuradas, eliminando-se da análise 41 observações e, desta maneira, procedeu-se a análise que resultou em 112.289.506 votos.

Utilizou-se a regressão linear para testar a uniformidade da distribuição das mantissas dos logaritmos. O método confirmou que as mantissas formavam uma linha quase reta ao longo do intervalo [0,1) quando ordenadas, confirmando essa propriedade da Lei de Benford (Figura 1).

Figura 1. Distribuição das mantissas dos logaritmos dos votos



Fonte: FARIA et al. (2019)

Além disso, testou-se o coeficiente linear, a inclinação e o coeficiente de determinação. A variável  $y$  é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável  $x$  é o rank (variando de 1 até  $N$ ). Tanto o coeficiente linear quanto a inclinação foram significativos para o modelo (Tabela 2). O coeficiente de determinação foi alto (0,9998), indicando um bom ajuste da reta de regressão.

O Mantissa Arc Test confirmou a uniformidade da distribuição das mantissas dos valores. O valor  $p$  do teste foi de 0,00956, o que constata que as mantissas são uniformes e a distribuição global dos votos se aproxima da distribuição de Benford.

Tabela 2. Regressão linear das mantissas

	Coefficientes	Erro padrão	Estatística t	Valor p
Intercepto	-0,0083	5,29x10 <sup>-5</sup>	-156,154	0,0165160
Inclinação	3,94x10 <sup>-5</sup>	3,6x10 <sup>-9</sup>	10928,31	0,0000787

Fonte: FARIA et al. (2019)

Das quantidades de votos do segundo turno das eleições presidenciais brasileiras, foram avaliados quatro subconjuntos separadamente tal como número de votos: brancos, nulos, para a candidata Dilma e para o candidato Aécio.

Mediante testes estatísticos (Tabela 3), foi possível verificar a conformidade dos registros das quantidades dos votos com a lei de Benford, exceto para os votos em branco, ilustrando a aplicabilidade desta lei como ferramenta de auditoria dos resultados.

**Tabela 3.** Resultados das estatísticas para o teste do 2º dígito para votos: (A) em branco; (B) nulos; (C) para a candidata Dilma Rousseff; (D) para o candidato Aécio Neves

Algarismo	Fr.O.*	Fr.NB*	P-valor
0	0,135	0,120	0,0004*
1	0,115	0,114	0,7718
2	0,111	0,109	0,6170
3	0,101	0,104	0,3628
4	0,098	0,100	0,5686
5	0,098	0,097	0,7338
6	0,090	0,093	0,3734
7	0,088	0,090	0,5824
8	0,080	0,088	0,0238*
9	0,084	0,085	0,8336
Soma	1	1	

(A)

Algarismo	Fr.O.	Fr.NB	P-valor
0	0,128	0,120	0,0444
1	0,112	0,114	0,6528
2	0,106	0,109	0,5092
3	0,101	0,104	0,4180
4	0,102	0,100	0,6818
5	0,101	0,097	0,2040
6	0,090	0,093	0,3370
7	0,089	0,090	0,6242
8	0,090	0,088	0,4354
9	0,081	0,085	0,2076
Soma	1	1	

(B)

Algarismo	Fr.O.	Fr.NB	P-valor
0	0,120	0,120	0,8728
1	0,108	0,114	0,1442
2	0,110	0,109	0,8258
3	0,105	0,104	0,8728
4	0,104	0,100	0,3898
5	0,101	0,097	0,2584
6	0,091	0,093	0,5352
7	0,088	0,090	0,4840
8	0,087	0,088	0,8494
9	0,087	0,085	0,6170
Soma	1	1	

(C)

Algarismo	Fr.O.	Fr.NB	P-valor
0	0,123	0,120	0,3524
1	0,109	0,114	0,2502
2	0,106	0,109	0,4778
3	0,107	0,104	0,4654
4	0,107	0,100	0,0836
5	0,094	0,097	0,4840
6	0,093	0,093	0,8808
7	0,089	0,090	0,6528
8	0,090	0,088	0,4654
9	0,081	0,085	0,2938
Soma	1	1	

(D)

\*Fr.O. = Frequência Observada; Fr. NB = Frequência de Newcomb-Benford

Fonte: FARIA et al. (2019)

Para a quantidade de votos em branco, a soma total foi de 1.918.339, com um mínimo de 1 voto por zona, máximo de 5.799 votos e a média foi de 303 votos por zona eleitoral. No teste do segundo dígito, calculou-se o valor da estatística Qui-quadrado, com 9 graus de liberdade, sendo o **valor p** significativo (Tabela 4), rejeitando a hipótese nula de aderência à Lei de Benford a um nível  $\alpha$  de 5% de significância.

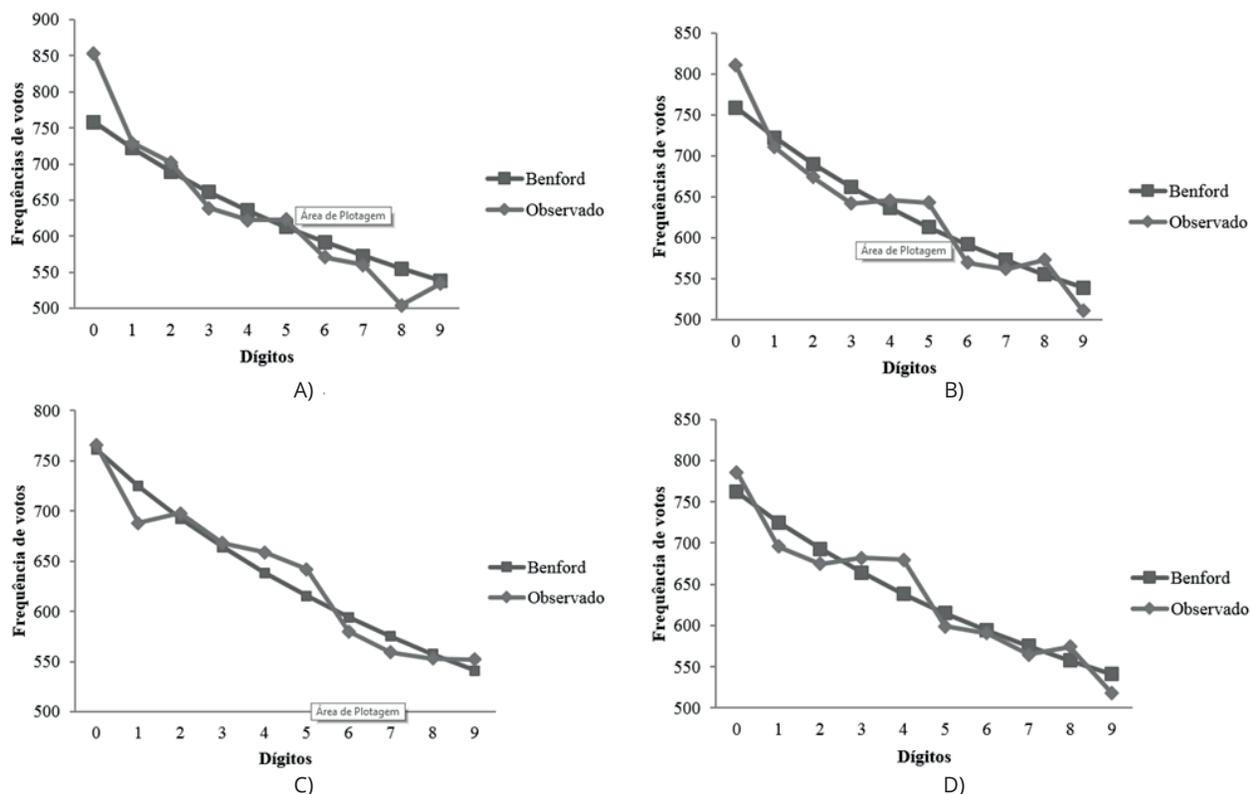
**Tabela 4.** Estatística Qui-quadrado para votos Brancos

Variável	Graus de Liberdade	$\chi^2_{calculado}$	$\chi^2_{tabelado}$	Valor P
Votos Brancos	9	17,76	16,92	0,0381

Fonte: FARIA et al. (2019)

A estatística Z calculada para cada algarismo apontou a distorção do número de votos à lei para os números 0 e 8 (Tabela 3-a).

**Figura 2.** Frequências esperadas da Lei de Benford e frequências observadas da quantidade de votos



(a) Frequências esperadas da lei de Benford pelas frequências observadas da quantidade de votos brancos; (b) Frequências esperadas da lei de Benford pelas frequências observadas da quantidade de votos nulos; (c) Frequências esperadas da lei de Benford pelas frequências observadas da quantidade de votos para Dilma Rousseff; (d) Frequências esperadas da lei de Benford pelas frequências observadas da quantidade de votos para Aécio Neves.

**Fonte:** FARIA et al. (2019)

Graficamente isso também foi observado (Figura 2), ou seja, as frequências observadas dos votos não diferiram das frequências esperadas em relação à distribuição de Benford, ou seja, a quantidade de votos seguiu a distribuição de Benford.

Para a quantidade de votos para a candidata Dilma, o limite inferior foi de 1 voto, o limite superior foi de 102.732 votos, a média de votos foi de 8.541 e o total de votos foi de 54.362.136 por zona eleitoral. Os resultados do teste de aderência evidenciaram que os votos à candidata correspondem à distribuição NB (*valor p* > 0,05). Pelo teste Z, também não há evidências para alegar distorções nos valores dos dígitos (Tabela 3).

Para a quantidade de votos para o candidato Aécio, o limite inferior foi de 5 votos, o limite superior foi de 131.292 votos e a média foi de 7.980 votos por zona eleitoral. O número total de votos para este candidato foi de 50.797.478,00 votos. Embasando-se no teste Qui-quadrado, comparou-se a distribuição de probabilidades descrita pela lei NB com os valores dos votos para o candidato, os resultados apontaram que não houve indícios de distorções significativas (*valor p* > 0,05).

Observando a Tabela 3, nota-se que nenhum dos valores da estatística Z foi significativo, não evidenciando possíveis manipulações.

## CONCLUSÕES

Ante todo o exposto, constata-se que as quantidades de votos nulos e para os candidatos apresentam uma conformidade aceitável para os segundos dígitos, o que sugere que não houve algum tipo de interferência nos dados. Já as quantidades de votos brancos apontam uma desconformidade dos segundos dígitos analisados em conjunto e podem ser melhores analisados, mas o resultado indicou que há irregularidades.

Dessa forma, embora os votos em branco não tenham se adequados à lei, eles não alteram de maneira efetiva os resultados das eleições. Porém, ainda assim, é uma ocasião que demanda uma melhor atenção. A análise dos dígitos se mostra como uma ferramenta poderosa no aprimoramento e controle não intuitivo de processos eleitorais.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, J. C. Remarks on the use of Benford's Law. **SSRN**, [New York], 19 p., 23 nov. 2009.
- ALVES, M. A.; LYRA, C. S. Manchas solares e a Lei de Newcomb-Benford. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 6, p. 21-31, 2008.
- BELLOS, A. **Alex através do espelho**: como a vida reflete os números e como os números refletem a vida. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.
- BENFORD, F. The law of anomalous numbers. **American Philosophical Society**, Philadelphia, v. 78, n. 4, p. 551-572, mar. 1938.
- BERGER, A.; HILL, T. P. **An introduction to Benford's Law**. New Jersey: Princeton University Press, 2015. Capítulo 1: p. 1-9. Disponível em: <http://press.princeton.edu/chapters/s10526.pdf>. Acesso em: abr. 2018.
- BRASIL. Tribunal Superior Eleitoral. **Repositório de dados eleitorais**. [2014]. Disponível em: <http://www.tse.jus.br/eleicoes/estatisticas/repositorio-de-dados-eleitorais>. Acesso em: maio 2018.
- BROWNE, M. W. Following Benford's Law, or looking out for no. 1. **The New York Times**, New York, 4 ago.1998. Disponível em: <http://www.rexswain.com/benford.html>. Acesso em: maio 2018.
- BRUNAZO FILHO, A.; CARVALHO, M. A. M.; TEIXEIRA, M. C.; SIMPLICIO JR., M. A.; FERNANDES, C. T. Auditoria especial no sistema eleitoral 2014. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO EM SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 15., 2015, Florianópolis. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2015. p. 511-522.
- CECCATO, F. **Aplicações da Lei Newcomb-Benford à auditoria de obras públicas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- CINELLI, C. **benford.analysis**: Benford Analysis for data validation and forensic analytics: provides tools that make it easier to validate data using Benford's Law. Versão 0.1.5. 2018. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/benford.analysis/benford.analysis.pdf>. Acesso em: maio 2018.
- CYMROT, R.; ROCHA, F. R. da; FERREIRA, D. S. Análise dos dígitos industriais baseada na lei de Benford e sua aplicação utilizando rotinas computacionais. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 125-145, 2012.
- DURTSCHI, C.; HILLISON, W.; PACINI, C. The effective use of Benford's Law to assist in detecting fraud in accounting data. **Journal of Forensic Accounting**, Florida, v. 5, p. 17-34, 2004.
- FELDMAN, A. J.; HALDERMAN, J. A.; FELTEN, E. W. Security analysis of the Diebold AccuVote-TS voting machine. In: USENIX/ACCURATE ELECTRONIC VOTING TECHNOLOGY WORKSHOP, 7., 2007, [S. l.]. **Anais** [...]. [S. l.: s. n.], 2007. p. 1-16.
- FIRMINO, C. R. S. **Meta-heurísticas para o problema de localização de seções eleitorais e alocação de eleitores**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2017.
- HILL, T. P. A statistical derivation of the Significant-Digit Law. **Statistical Science**, Bethesda, v. 10, p. 354-363, 1995.
- HILL, T. P. The first digit phenomenon. **American Scientist**, Research Triangle Park, n. 4, p. 1-5, 1998.
- HOESCHL, H. C.; BUENO, T. C. D'A. **Eleições Eletrônicas 2014 no Brasil**: relatório Bueno&Hoeschl: sumário executivo. [Florianópolis: Instituto i3G], 2015. Disponível em: <http://institutoi3g.org.br/blog/lei-de-newcomb-benford-nas-ultimas-eleicoes-presidenciais-no-brasil>. Acesso em: abril 2018.
- HURSTI, H. **Diebold TSx evaluation**. [Carlsborg]: Black Box Voting, 2006. Disponível em: [www.blackboxvoting.org/BBVtsxstudy.pdf](http://www.blackboxvoting.org/BBVtsxstudy.pdf). Acesso em: 06 maio 2018.
- LEHOUCQ, F. Electoral fraud: causes, types, and consequences. **Annual Review of Political Science**, Palo Alto, v. 6, p. 233-256, 2003.
- MEBANE JR., W. R. Election forensics: statistics, recounts and fraud. In: ANNUAL MEETING OF THE MIDWEST POLITICAL SCIENCE ASSOCIATION, 2007, Chicago. **Anais** [...]. [Bloomington: MPSA], 2007.
- MEBANE JR., W. R. Election forensics: vote counts and Benford's Law. In: SUMMER MEETING OF THE POLITICAL METHODOLOGY SOCIETY, 2006, Davis. **Anais** [...]. [Davis: University of California], 2006.
- NASCIMENTO, T. D.; SOUZA FILHO, E. M. de; BUSCACIO, L. Detecção de fraudes: o uso da Lei de Benford para avaliar dados educacionais e financeiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 46., 2014, Salvador. **Anais** [...]. [Rio de Janeiro: SOBRAPO], 2014. p. 627-638.
- NEWCOMB, S. Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers. **American Journal of Mathematics**, [Baltimore], v. 4, n. 1, p. 39-40, 1881.
- NIGRINI, M J. Benford's Law: application for forensic accounting, auditing, and fraud detection. New Jersey: Wiley and Sons, 2012.
- NIGRINI, M J. Digital analysis using **Benford's Law**: tests statistics for auditors. **Edpacs**, [Abingdon], v. 28, n. 9, p. 1-2, 2001.
- PERICCHI, L. R.; TORRES, D. **La Ley de Newcomb-Benford y sus aplicaciones al Referendum Revocatorio en Venezuela**: reporte técnico no-definitivo 2a. version. [S. l.: s. n.], p. 1-7, 01 out. 2004.

PINKHAM, R. S. On the distribution of first significant digits. **The Annals of Mathematical Statistics**. [S. l.], v. 32, n. 4, p. 1223-1230, dez. 1961.

RAIMI, R. A. The peculiar distribution of first digits. **Scientific American**, [S. l.], v. 221 n. 6, p. 109-120, 1969.

SANTOS, J.; TENÓRIO, J. N. B.; SILVA, L. G. C. Uma aplicação da teoria das probabilidades na Contabilometria: a Lei de Newcomb-Benford como medida para análise de dados no campo da auditoria contábil. **Contabilidade, Gestão e Governança**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 35-54, 2003.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JR., N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

## ● CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

### CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL (CDI) NO ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM ESTUDO

*Antonio Alberto de Sousa Dias<sup>1</sup>*

**RESUMO:** Este artigo se propõe a analisar a inserção do Cálculo Diferencial e Integral (CDI) no Ensino Médio, auxiliada pela utilização do programa computacional Geogebra. Com isso, os conceitos de limite, que são apresentados de forma simples, predominantemente visuais e relacionados a definições e problemas, ficam menos abstratos e adquirem outro sentido, tornando as aulas mais leves e interessantes. Tal apresentação ocorrerá por meio de gráficos de funções e análise de seu comportamento para posterior aplicação na resolução de problemas de Matemática e Física. Assim, o uso de ferramentas e tecnologias apropriadas oportuniza aos estudantes a ampliação de sua percepção sobre conceitos matemáticos e físicos e, ao mesmo tempo, favorece a aquisição dos mesmos. Desse modo, como a resolução de problemas passa a ser mais mecânica com o emprego do cálculo, o professor pode enfatizar uma abordagem mais conceitual da Física, em particular, facilitando a compreensão de seus fenômenos, otimizando o ensino e a aprendizagem.

**Palavras-chave:** Software Geogebra. Cálculo Diferencial e Integral. Noção de Limite. Ensino de Matemática e Física.

### DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS (DIC) ON PHYSICS EDUCATION IN BASIC EDUCATION - A STUDY

**ABSTRACT:** This paper proposes to analyze the insertion of the Differential and Integral Calculus (CDI) in basic education, aided by the use of the Geogebra computational program. So, the concepts of limits, which are presented in a simple predominantly visual way and related to definitions and problems, become less abstract and take on other meaning, making classes lighter and more interesting. Such presentation will occur through function charts and analysis of their behavior for later application in solving problems of Mathematics and Physics. Thus, the use of appropriate tools and technologies allows students to broaden their perception of mathematical and physical concepts and, at the same time, favor their acquisition. Thus, as problem resolution becomes more mechanical with the use of calculus, the teacher can emphasize a more conceptual approach to physics, in particular, by facilitating the understanding of its phenomena, optimizing teaching and learning.

**Keywords:** Software Geogebra. Differential and integral calculus. Notion of Limit. Teaching Mathematics and Physics.

<sup>1</sup> Professor do EBTT Mestrado em Matemática pelo PROFMAT na UFTM. - Instituto Federal do Triângulo Mineiro IFTM, *Campus* Uberaba. [antoniosousa@iftm.edu.br](mailto:antoniosousa@iftm.edu.br)

## INTRODUÇÃO

No atual contexto escolar, presencia-se o baixo rendimento dos alunos em Matemática e Física, principalmente na Educação Básica, comprovando-se a existência de dificuldades na aprendizagem e, evidentemente, no ensino dessas disciplinas. Visando eliminá-las, é imprescindível pesquisar e desenvolver ferramentas que amenizem o problema, obtendo-se, assim, melhor desempenho dos estudantes. Desse modo, a inserção do Cálculo Diferencial e Integral (CDI) no ensino da Física do Ensino Médio, auxiliada pela utilização do programa computacional Geogebra, visa traçar uma perspectiva e um caminho por meio da tecnologia que auxiliem na construção do saber.

A presente proposta visa apresentar os conceitos do cálculo de forma simples, predominantemente visuais e relacionados a definições e problemas, os quais ficam menos abstratos e adquirem outro sentido, tornando as aulas mais leves e interessantes. Tal apresentação ocorrerá por meio de gráficos de funções e análise de seu comportamento, para posterior aplicação na resolução de problemas.

Através de discussões e reflexões ocorridas na formação acadêmica e no exercício do magistério, percebeu-se a importância de se introduzir esse estudo no Ensino Médio, com enfoque no ensino de Física e Matemática. A frequência no mestrado profissional em Matemática também contribuiu para a sua implantação, visando principalmente compreender as dificuldades de aprendizagem da Matemática e o que isso acarreta no ensino de outras ciências, em especial, a Física. Cabe ressaltar que o presente artigo é parte do estudo desenvolvido durante o Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT, o qual teve seu término em julho de 2016.

Em muitas situações, deparamo-nos com alunos que, mesmo após muito estudo, confundem os conceitos das grandezas físicas. Por exemplo, quando se estuda a queda dos corpos em pequenas altitudes, onde a aceleração da gravidade pode ser considerada constante. Mesmo ao se propor situações em que a resistência do ar possa ser desprezada, é comum alguns alunos afirmarem que, nesse movimento, os corpos caem cada vez com maior aceleração, claramente confundindo os conceitos de velocidade e aceleração.

Como entender que, nesses movimentos, um corpo que cai a partir do repouso de uma altura de 20m atinge o solo com velocidade de 20m/s, após 2s de queda, enquanto outro que cai da altura de 5m, também a partir do repouso, atinge o solo após 1s, com velocidade de 10 m/s? Na queda livre, enquanto a velocidade aumenta linearmente com o tempo, o espaço percorrido aumenta com o quadrado do tempo decorrido.

A ideia de velocidade como medida da rapidez com que varia o espaço percorrido em função do tempo e a aceleração como medida da rapidez com que varia a velocidade de um corpo em função do tempo, certamente contribuiu para a compreensão e distinção desses conceitos e, destacamos o uso do CDI, em que

a definição de limites e derivadas é fundamental. Isso vai ao encontro da proposta de Spina (2002) de se utilizar as ideias do CDI como elemento facilitador da compreensão e unificador dos atuais conteúdos desenvolvidos no Ensino Básico.

O CDI também contribui na determinação do espaço percorrido por um móvel quando sua velocidade sofre ou não variações, já que os alunos frequentemente afirmam erroneamente que um corpo que teve sua velocidade alterada de 0 a 10 m/s em 1s percorreu 10m. O mesmo ocorre com a variação de velocidade em movimentos com aceleração constante ou não.

Há movimentos nos quais a aceleração não é constante, como quando um corpo apoiado sobre uma superfície horizontal sem atrito comprime inicialmente uma mola contra uma parede e é liberado. A mola impulsiona o corpo que adquire um movimento retilíneo com uma aceleração que decresce linearmente e a velocidade aumenta segundo uma função quadrática com a diminuição da deformação da mola, até o instante em que o corpo se desprende da mesma. Se o corpo for preso à mola e esta presa à parede, após ser liberado o corpo passa a oscilar num movimento retilíneo de vai e vem – Movimento Harmônico Simples (MHS), em que a aceleração varia constantemente de intensidade e, periodicamente, de sentido. Nesse caso, a posição, a velocidade e a aceleração dos movimentos são descritos em função do tempo, por funções trigonométricas, o que aumenta significativamente as dificuldades de compreensão do conteúdo por parte dos alunos.

Compreendemos que, no Ensino Básico, a falta de pré-requisitos da Matemática gera desinteresse por parte dos alunos e dificulta a aprendizagem sobre os fenômenos físicos. Nessa direção, trazemos uma proposta de abordagem que utiliza o CDI no Ensino Básico de maneira a auxiliar na aprendizagem da Física, com a finalidade de construir os conhecimentos, por meios mais sólidos, sobre cinemática, dinâmica, funções etc. Outro aspecto a ser destacado é que, ao se utilizar ferramentas e tecnologias apropriadas, oportunizar-se-á aos estudantes ampliar sua percepção sobre conceitos matemáticos e físicos e, ao mesmo tempo, favorecer-se-á a aquisição dos mesmos. Desse modo, como a resolução de problemas passa a ser mais mecânica com o emprego do cálculo, o professor pode enfatizar uma abordagem mais conceitual da Física, facilitando a compreensão de seus fenômenos, otimizando o ensino e a aprendizagem.

## DESENVOLVIMENTO

### I – O Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Básico

A Matemática apresenta muitos campos de investigação e de aplicações práticas, basta observar que estamos em constante movimento e cada minuto vivido é diferente do anterior; portanto, nada é estático. Assim, encontramos aplicabilidade do cálculo em nossas vidas e experiências que permitem simular situações reais, prever, generalizar e abstrair, favorecendo a

estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio matemático, em todas as áreas do saber, dentre elas a Física (SPINA, 2002).

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), o Ensino Médio pode ser considerado a “etapa final da educação básica” (Art.36) e concorre para a formação da identidade do aluno. Durante este período, a aprendizagem das Ciências da Natureza, diferentemente do que é desenvolvido no Ensino Fundamental, deve permitir a obtenção e construção de formas de pensamento mais abstratas e ressignificadas, em que a Matemática tem um papel fundamental, permitindo compreender e utilizar conhecimentos científicos, seja para explicar o funcionamento do mundo ou para avaliar, planejar e executar ações de com intervenções na realidade (LDB).

Santos (2006) afirma que, de acordo com o proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), o currículo do Ensino Médio deve permitir aos alunos o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, de forma multidisciplinar, preparando-o para a vida e também auxiliando na continuação dos estudos em níveis superiores. Segundo esse autor, parte significativa dos alunos conclui a Educação Básica com dificuldade para realizar operações com números reais, interpretar tabelas e gráficos e descrever fenômenos físicos que, em geral, necessitam da Matemática básica para sua melhor compreensão. Os resultados das avaliações institucionais do Governo Federal, como Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica (SAEB) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) comprovam isso.

Sabemos, também, que, na proposta curricular para o Ensino da Matemática, publicada em 1992, o CDI desaparece. Contudo, “apesar da não obrigatoriedade curricular, alguns livros continuaram e continuam mantendo noções de cálculo como um capítulo destinado ao ensino no último ano” (SPINA, 2002, p.81).

Para Spina (2002), a introdução de conceitos do CDI no Ensino Médio justifica-se se atender a dois objetivos interligados:

- a) motivar o estudo de conteúdos “clássicos” do Ensino Médio tais como: funções, geometria analítica, logaritmos, trigonometria e outros; e
- b) mostrar que a Matemática oferece ferramentas para solucionar problemas concretos (p.81).

Nessa direção, destacamos a importância do ensino do CDI na Educação Básica, a partir de abordagens que viabilizem a aprendizagem e, assim, possam contribuir para atenuar as dificuldades de aprendizagem. Consideramos ainda que, para compreender esses procedimentos estudados em Cálculo, o aluno deva ter alguns conhecimentos básicos de Matemática. Corroborando, Lopes (1999) afirma que:

O diagnóstico sistemático de modelos permite prever, calcular, aperfeiçoar, medir, analisar o desempenho de experiências, além de estimar, proceder a análises estatísticas e ainda desenvolver padrões de eficiência que beneficiam o desenvolvimento social, econômico e humanístico dos diversos países (p. 913).

Sobre a apresentação do CDI no Ensino Médio (EM), Ávila (2006), em um artigo publicado na Revista do Professor de Matemática (RPM - 21), sugere que o conteúdo de Derivada seja apresentado de forma simples e modesta: “o conceito de derivada pode ser ensinado, com grande vantagem, logo na primeira série do segundo grau, ao lado do ensino de funções” (p.7). O estudo das funções pode ser executado integrado à geometria analítica, limites e derivadas. O autor pontua que, atualmente, esses conceitos são estudados separadamente: funções na primeira série do EM e os demais conteúdos citados, na terceira série do EM.

Ávila (2006) recomenda que, ao discutir gráficos no Ensino Fundamental (EF), o professor introduza o estudo sobre a equação da reta, particularmente a que passa pela origem do plano cartesiano, associada à ideia de proporcionalidade entre grandezas e regra de três, trabalhando coeficiente angular e declividade positiva e negativa.

A partir dessa ideia, na primeira série do EM, Ávila (2006) argumenta que apresentar a equação da reta na forma tradicional se torna mais fácil, apenas mostrando como se translada o gráfico ao longo do eixo y. Acréscimos e decréscimos também podem ser trabalhados e o coeficiente angular como sendo a razão  $\Delta y/\Delta x'$ , dando um primeiro passo em direção ao estudo de Limite e Derivada. Isso pode ser apresentado com a função horária do Movimento Uniforme (MU), cujo gráfico é uma reta inclinada, já que se trata de uma função de primeiro grau ( $S = S_0 + v.t$ , na qual  $S_0$  e  $S$  são as posições inicial e final sobre a trajetória e  $v = \Delta S/\Delta t'$ , a velocidade do movimento).

Diante do panorama apresentado, destacamos que a inserção do CDI no Ensino Básico deva ser realizada por meio de uma abordagem adequada para que a compreensão seja relativamente simples e auxilie na aprendizagem de diversos conceitos matemáticos e físicos. Outro aspecto a ser ressaltado é saber aproveitar a habilidade dos educandos contemporâneos com as novas tecnologias, pois o computador faz parte do cotidiano e do lazer deles, é um hábito que tais estudantes trazem consigo para a escola. É neste sentido que optou-se pelo software Geogebra como um facilitador dos ensinamentos da Física e sobre o qual discutiremos no próximo tópico.

## II – O software GeoGebra como ferramenta facilitadora

O *software* educativo de matemática dinâmica GeoGebra, idealizado e criado por Markus Hohenwarter, na universidade de Salzburg, reúne GEOMETRIA, ÁLGEBRA e CÁLCULO. É um *software* de fácil aquisição, visto que está disponível gratuitamente em vários idiomas e para seu funcionamento em qualquer micro depende da instalação da linguagem Java, pois esta é a plataforma em que este programa funciona.

Por ser um sistema dinâmico de geometria, ele permite ao usuário fazer construções com pontos, vetores, segmentos, retas, seções cônicas, bem como funções e mudá-los dinamicamente, além do que equações e coordenadas podem ser inseridas diretamente.

Assim, o GeoGebra tem a habilidade de tratar das variáveis para números, vetores e pontos, permitir achar derivadas e integrais de funções e oferecer comandos como Raízes ou Extremos.

Dessa forma, a proposta de abordagem do Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Básico de maneira a auxiliar na aprendizagem da Física teve como escolha a ferramenta do software de Geometria Dinâmica, o GeoGebra, por possibilitar por meio de construção e análise gráfica, trabalhar concepções intuitivas de velocidade e aceleração média e instantânea para formalizar conceitos de taxa de variação média e variação instantânea de funções. A abordagem sugerida auxilia na compreensão de fenômenos físicos, pois é por meio do CDI que definimos as grandezas envolvidas na Cinemática.

A seguir, apresentaremos uma fundamentação teórica sobre Limite, intermediada por sugestões de atividades que o professor da Educação Básica pode apresentar e demonstrar a aplicação desses conceitos. Essas atividades são direcionadas para aplicações nos conteúdos da Matemática e da Física (cinemática) selecionados, caracterizando a interdisciplinaridade.

Concepções intuitivas de velocidade e aceleração médias e instantâneas servem para formalizar conceitos de taxa de variação média e variação instantânea de funções de uma forma geral.

A derivação de funções constantes e polinomiais de primeiro e segundo grau (simples e de fácil compreensão) será utilizada na descrição e análise dos movimentos uniforme e uniformemente variado. Já a derivação das funções trigonométricas seno e cosseno (não tão simples) será utilizada nas funções que caracterizam o MHS, no qual é aplicada a regra da cadeia. Os alunos devem descrever a aceleração como a taxa de variação no tempo da velocidade e a velocidade como taxa de variação no tempo do espaço percorrido, ou seja, a aceleração como derivada temporal da velocidade e esta como derivada temporal do espaço.

Na representação gráfica das funções que caracterizam os movimentos, que é apresentada ao longo desse texto, o cálculo de áreas com o eixo OX, num intervalo definido do domínio, permite obter a integral definida nesse intervalo. No gráfico da aceleração, essa integral representa a variação da velocidade e no gráfico da velocidade, a variação do espaço.

### III - Limite

Na introdução do conceito de limite de uma função num ponto, que pode existir ou não, é fundamental identificarmos o domínio da mesma, estudar seu comportamento e identificar possíveis restrições nas proximidades do referido ponto. A partir daí, pode-se concluir sobre a existência ou não do mesmo.

Para a determinação do domínio de uma função, em alguns casos, é importante estar ciente das propriedades que possuem os quocientes. Por exemplo, os quocientes da forma  $x/0$ , com  $x \neq 0$ , não existem, pois se um número  $a = x/0$ , teríamos que  $a \cdot 0 = x$ , o que é impossível já que  $a \cdot 0 = 0$  e por hipótese  $x \neq 0$ .

Por outro lado, quando  $x = 0$ , dizemos que o quociente  $0/0$ , é uma indeterminação, uma vez que se  $a = 0/0$ , a relação  $a \cdot 0 = 0$  é satisfeita para qualquer número real  $a$ . Finalmente, o quociente  $0/x$ , com  $x \neq 0$ , é sempre zero, pois a relação  $x \cdot 0 = 0$  é verificada para qualquer número real  $x$ . É importante frisar que estes quocientes nem sempre são encontrados.

A fim de clarificar o exposto, por meio de exemplos, daremos uma noção intuitiva do conceito de limite.

Considere a função afim  $f(x) = 2x + 1$ , definida para qualquer  $x \in \mathbb{R}$ , onde  $\mathbb{R}$  é o domínio de  $f$ , neste caso. Analisemos o comportamento da função  $f$  nas proximidades do ponto  $x = 0$ , mas diferente de zero, vide Tabela 1.

**Tabela 1:** Valores de  $f(x) = 2x + 1$  quando  $x$  se aproxima de zero.

Aproximação pela esquerda		Aproximação pela direita	
x	f(x)	x	f(x)
-0.2	0.6	0.2	1.4
-0.1	0.8	0.1	1.2
-0.05	0.9	0.05	1.1
-0.03	0.96	0.03	1.06
-0.01	0.98	0.01	1.02

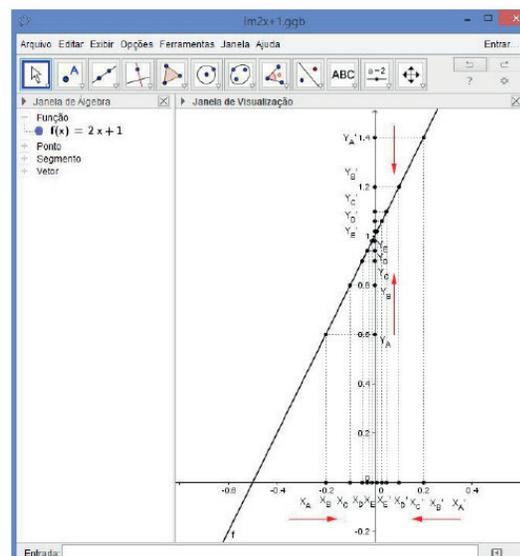
**Fonte:** DIAS A. A. S. (2016)

Observa-se que, à medida que  $x$  assume valores cada vez mais próximos de 0 (maiores ou menores), os valores da função  $f(x)$  se aproximam do valor 1. Disto, decorre que podemos tornar os valores de  $f(x)$  tão próximos de 1 quanto quisermos tornando os valores de  $x$  suficientemente próximo de 0. Expressamos isso dizendo que "o limite da função  $f(x) = 2x + 1$  quando  $x$  tende a 0 é igual a 1". A representação desse limite é dada por

$$\lim_{x \rightarrow 0} 2x + 1 = 1$$

O gráfico a seguir mostra o comportamento da função  $f(x) = 2x + 1$  nas proximidades de  $x = 0$ .

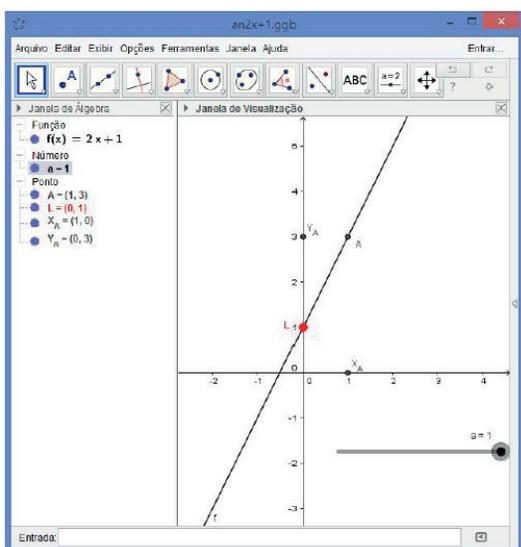
**Figura 1:** Gráfico de  $f(x) = 2x + 1$



**Fonte:** DIAS A. A. S. (2016)

Com alguns recursos do Geogebra é possível mostrar, através de “animações”, o comportamento de uma função nas proximidades de um ponto e, assim, enfatizar a noção de limite para alunos da educação básica. Vejamos como esta animação poder ser realizada para a função  $f(x) = 2x + 1$  estudada acima, na Figura 2. Para isto, é preciso selecionar no programa Geogebra a função controle deslizante  $a$ , variando num intervalo que contenha 0, por exemplo, no intervalo de  $[-1,1]$ . Depois digitar as entradas  $f(a)=2a+1$ ,  $P=(a,f(a))$ ,  $X=(a,0)$  e  $Y=(0,f(a))$ . Para dar mais foco ao movimento dos pontos, sugerimos criar os segmentos que ligam  $X$  a  $P$  e  $P$  a  $Y$ . Assim, quando movimentarmos os valores de  $a$ , os pontos  $X$ ,  $P$  e  $Y$  se movimentarão na tela do programa. Então, quando tomarmos os valores de  $a$  próximos de 0, veremos que os valores de  $x$  se aproximarão de 0, no eixo  $x$ , e os valores de  $y$  automaticamente se aproximarão de 1, no eixo  $y$ .

Figura 2: Animação sobre o gráfico de  $f(x) = 2x + 1$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

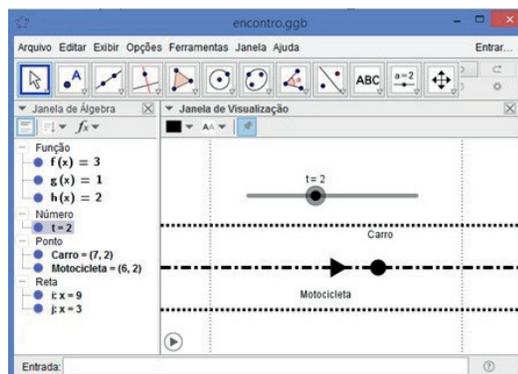
Como o ponto  $x = 0$  pertence ao domínio da função  $f(x) = 2x + 1$ , e o limite da função  $f(x)$  no ponto  $x = 0$  pode ser obtido, nesse caso especificamente, substituindo diretamente  $x$  por 0 na função ( $f(0) = 1$ ). Enfatizando o carácter interdisciplinar proposto nesse trabalho, o professor pode explorar esse exemplo em que  $a$  representa a velocidade e o limite é a posição inicial, no instante  $t = 0$ , desconsiderando portanto, os instantes negativos. No Geogebra pode-se restringir o gráfico da função apenas para um domínio  $ID = \mathbb{R}^+$ .

Pode-se também pedir aos alunos que façam inferências sobre o problema do encontro de dois móveis (Fig. 3), no qual, a partir das posições iniciais e das velocidades constantes deles sobre uma mesma trajetória, pode-se determinar o instante e a posição de encontro dos mesmos. Além disso, os movimentos podem ser no mesmo sentido ou em sentidos contrários, bastando que nesse último sejam adotadas velocidades com sinais contrários.

O primeiro passo é criar o controle deslizante  $a$ , renomeado para  $t$ , para indicar os instantes, no intervalo

$[0,10]$ , por exemplo. A seguir, escolhem-se valores para as posições iniciais e para as velocidades dos móveis. As entradas dos pontos que caracterizam os movimentos podem ser  $S_1=(S_{01}+v_1t,y)$  e  $S_2=(S_{02}+v_2t,y)$ , com os valores previamente escolhidos e  $y$ , uma constante escolhida e comum aos dois movimentos.  $S_1$  e  $S_2$  podem ser renomeados para carro, moto etc, com o mesmo procedimento adotado nos controles deslizantes. Na janela de visualização do programa, os eixos  $Ox$  e  $Oy$  podem ser ocultados, o que melhora a visualização da imagem. Depois, é só habilitar a animação no controle deslizante.

Figura 3. Encontro de dois móveis



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Posteriormente, o encontro pode ser determinado algebricamente através das funções que caracterizam os movimentos,  $S_1=S_{01}+v_1t$  e  $S_2=S_{02}+v_2t$ , fazendo  $S_1 = S_2$ , ou seja,  $S_{01}+v_1t = S_{02}+v_2t$ .

Agora, analisemos o comportamento de uma função próximo a um ponto que não pertence a seu domínio.

Considere a função  $f(x) = \frac{x^2-1}{x-1}$ . Observe que esta função não está definida no ponto  $x = 1$ , pois há uma indeterminação nesse ponto ( $f(1) = 0/0$ ). Logo seu domínio é dado por  $ID = \mathbb{R} - \{1\}$ . Vejamos na Tabela 2 o comportamento de  $f(x)$  em pontos próximos a  $x = 1$ .

Tabela 2: Valores de  $f(x) = \frac{x^2-1}{x-1}$  quando  $x$  se aproxima de 1.

Aproximação pela esquerda		Aproximação pela direita	
$x$	$f(x)$	$x$	$f(x)$
0.5	1.5	1.5	2.5
0.6	1.6	1.4	2.4
0.7	1.7	1.3	2.3
0.8	1.8	1.2	2.2
0.9	1.9	1.1	2.1

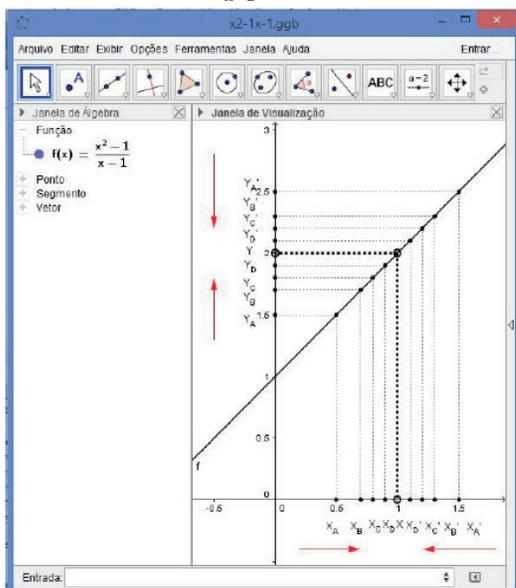
Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Pode-se observar que, à medida que os valores de  $x \in \mathbb{R}$  se aproximam de 1, tanto pela esquerda quanto pela direita, os valores de  $f(x)$  se aproximam de 2 (veja também Figura 4). Então, dizemos que o limite da função  $f(x) = (x^2-1)/(x-1)$  quando  $x$  tende a 1 é igual a 2, e a representação desses limites é dada por

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x - 1} = 2$$

O gráfico a seguir mostra o comportamento da função  $f(x) = \frac{x^2-1}{x-1}$  nas proximidades de  $x = 1$ .

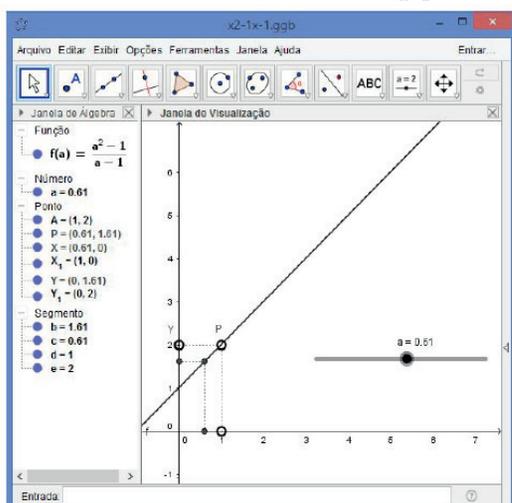
Figura 4: Gráfico de  $f(x) = \frac{x^2-1}{x-1}$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

De maneira análoga ao primeiro exemplo, pode-se ilustrar este processo, utilizando as ferramentas do programa Geogebra. Selecionamos no programa a função controle deslizante  $a$ , variando agora num intervalo que contenha 1, por exemplo, no intervalo de  $[-1, 2]$ . Depois digitamos as entradas  $f(a) = (a^2-1)/(a-1)$ ,  $P = (a, f(a))$ ,  $X = (a, 0)$  e  $Y = (0, f(a))$ . Como a função  $f(a)$  não está definida em 1, sugerimos destacar o ponto  $a = 1$  no gráfico com uma bola aberta, simbolizando que naquele ponto há um "buraco" no eixo  $x$ . Para isto, basta criar os pontos  $A=(1,0)$ ;  $B=(0,2)$  e  $C=(1,2)$  e depois, clicando com o botão direito do mouse, selecionar propriedades, depois estilo, e assim escolher a representação dos pontos  $A$ ,  $B$  e  $C$ , como mostra a Figura 5.

Figura 5: Animação sobre o gráfico de  $f(x) = \frac{x^2-1}{x-1}$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Então, no deslizante, quando tomarmos os valores de  $a$  próximos de 1, veremos que os valores de  $x$  se aproximarão de 1, no eixo  $x$ , e os valores de  $y$  se aproximarão de 2, no eixo  $y$ . Entretanto, quando colocamos  $a = 1$ , teremos na parte esquerda da tela do programa que os valores de  $Y$  e  $P$  aparecerão como indefinidos, uma vez que a função não está definida em  $x = 1$ .

Algebricamente, também pode-se resolver este limite da seguinte forma:

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x - 1}$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x - 1)(x + 1)}{x - 1}$$

Simplificando  $(x - 1)$ , tem-se:

$$\lim_{x \rightarrow 1} (x + 1) = 2$$

Conclui-se, a partir destes exemplos, que para encontrarmos o limite de uma função em um dado ponto não é necessário que a função dada esteja definida neste ponto. O que interessa é saber o comportamento da função nas proximidades do ponto dado.

Dessa forma, por definição, pode-se dizer que o limite de uma função  $f(x)$  é igual a  $L$ , quando  $x$  tende a  $x_0$ , e denotamos por

$$\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = L$$

se pudermos tornar os valores de  $f(x)$  arbitrariamente próximos de  $L$  à medida que os valores de  $x$  são tomados suficientemente próximos de  $x_0$ .

A fim de melhor compreender, apresentar-se-á um caso especial sobre o conceito de limite. Considere a função:

$$f(x) = \frac{1}{x-1}$$

cujo domínio é dado por  $ID = \mathbb{R} - \{1\}$ , já que  $1/0$  é uma indeterminação.

Analisemos, primeiramente, o comportamento de  $f(x)$  nas proximidades do ponto  $x = 1$ , conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Valores de  $f(x) = \frac{1}{x-1}$  quando  $x$  se aproxima de 1.

Aproximação pela esquerda		Aproximação pela direita	
$x$	$f(x)$	$x$	$f(x)$
0.2	-1.25	2	1
0.5	-2	1.5	2
0.75	-4	1.25	4
0.8	-5	1.2	5
0.9	-10	1.1	10
0.99	-100	1.01	100

Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Observe que, fazendo os valores de  $x$  se aproximarem de 1 pela esquerda, eles de  $f(x)$  decrescem ra-

pidamente tendendo a outros infinitamente pequenos, aos quais expressaremos este comportamento por

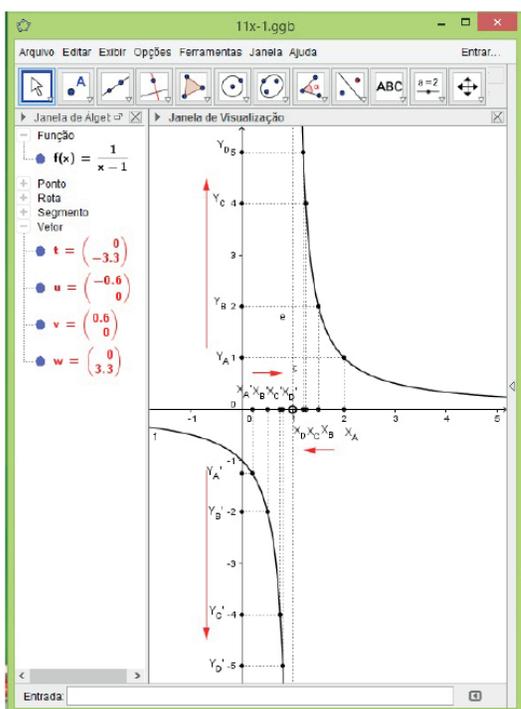
$$\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{1}{x-1} = -\infty$$

em que o símbolo  $-\infty$ , neste caso, indica apenas que  $f(x)$  está tomando valores cada vez menores à medida que  $x$  se aproxima de 1 pela esquerda. Do mesmo modo, fazendo os valores de  $x$  se aproximarem de 1 pela direita, vemos que os valores de  $f(x)$  crescem rapidamente para valores infinitamente grandes, aos quais também representamos por

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{1}{x-1} = +\infty$$

sendo que o símbolo  $+\infty$ , neste caso, indica apenas que  $f(x)$  está tomando valores cada vez maiores à medida que  $f(x)$  se aproxima de 1 pela direita. O gráfico a seguir mostra o comportamento da função  $f(x)$  nas proximidades de  $x = 1$ .

Figura 6: Gráfico de  $f(x) = \frac{1}{x-1}$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Neste caso, dizemos que o limite de  $f(x)$  quando  $x$  tende a 1 não existe.

Por outro lado, façamos sobre a mesma função  $f(x) = \frac{1}{x-1}$  uma outra análise, para observarmos o comportamento da mesma quando os valores de  $x$  tendem a ser infinitamente pequenos, e, analogamente, quando os valores de  $x$  tendem a ser infinitamente grandes, conforme a Tabela 4.

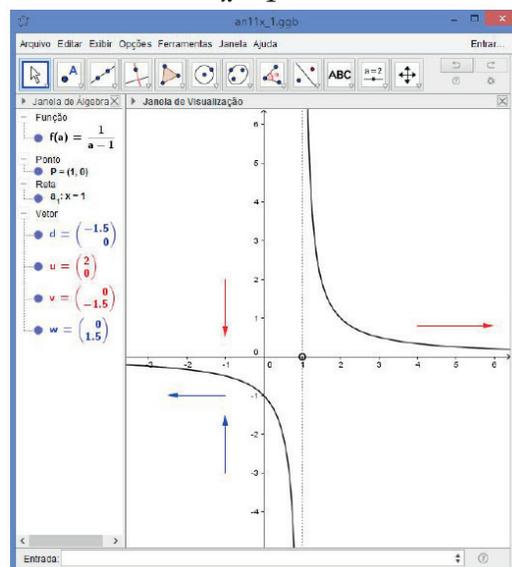
Tabela 4: Valores de  $f(x) = \frac{1}{x-1}$  quando  $x$  se aproxima de  $-\infty$  (à esquerda) e de  $+\infty$  (à direita).

Valores de $x$ tendendo a $-\infty$		Valores de $x$ tendendo a $+\infty$	
$x$	$f(x)$	$x$	$f(x)$
-1	-0.5	2	1
-4	-0.2	5	0.25
-9	-0.1	11	0.1
-99	-0.01	101	0.01
-999	-0.001	1001	0.01
-9999	-0.0001	10001	0.0001

Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Nota-se que à medida que os valores de  $x$  se tornam cada vez menores, temos que os valores de  $f(x)$  se aproximam cada vez mais do valor 0 e, quando os valores de  $x$  são tomados cada vez maiores, vemos também que valores de  $f(x)$  também se aproximam de 0, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7: Gráfico de  $f(x) = \frac{1}{x-1}$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Estes dois comportamentos podem ser representados das seguintes formas:

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0$$

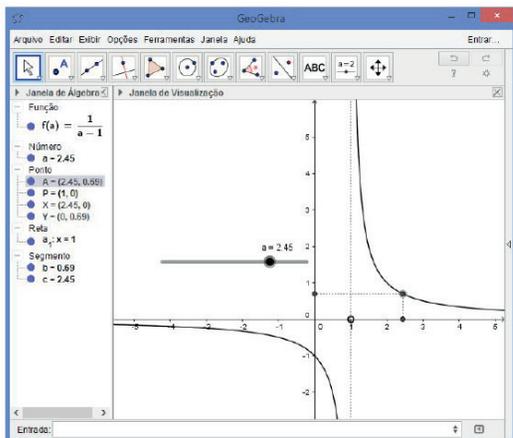
$$\text{e } \lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 0$$

nas quais os símbolos  $-\infty$  indicam que os valores de  $x$  são tomados suficientemente pequenos, e os símbolos  $+\infty$  indicam que os valores de  $x$  são tomados suficientemente grandes.

A simulação do comportamento dessa função, em todos os casos aqui apresentados, podem ser ilustrados por meio de animação no Geogebra, utilizando o controle deslizante  $a$ , variando, por exemplo, de -1000

a 1000, digitando as entradas  $f(a)=1/(a-1)$ ,  $P = (a, f(a))$ ,  $X = (a, 0)$  e  $Y = (0, f(a))$ , e enfatizando o comportamento da função quando  $x$  se aproxima de 1 pela esquerda e pela direita, e também quando  $x$  assume valores cada vez maiores e cada vez menores.

Figura 8: Animação sobre o gráfico de  $f(x) = \frac{1}{x-1}$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

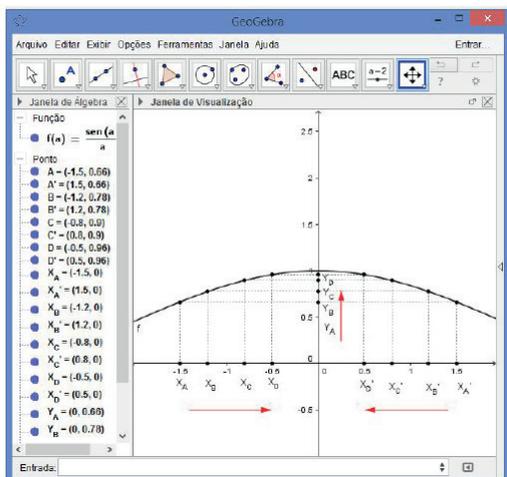
Há que se destacar também as propriedades operatórias dos limites, a saber:

1. O limite da soma é a soma dos limites;
2. O limite do produto é o produto dos limites;
3. O limite do quociente é o quociente dos limites.

Contudo, para o estudo do Cálculo Diferencial, é de suma importância o estudo de dois limites:

**a) Trigonômico fundamental** que pode ser apresentado geometricamente, por meio do programa Geogebra, observando o comportamento da função  $f(x) = \frac{\text{sen } x}{x}$  nas proximidades do ponto  $x = 0$ , como mostra a figura 9.

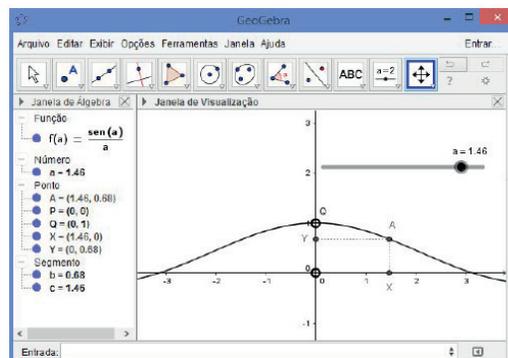
Figura 9: Gráfico de  $f(x) = \frac{\text{sen } x}{x}$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

Uma animação do comportamento da função  $f(x) = \frac{\text{sen } x}{x}$  nas proximidades  $x = 0$  pode ser feita com a criação de controle deslizante  $a$  no intervalo  $[-2,2]$  e com as entradas  $X=(a,0)$ ,  $Y=(0,f(a))$  e  $P=(a,f(a))$ , conforme mostra a figura 10.

Figura 10: Animação do Gráfico de  $f(x) = \frac{\text{sen } x}{x}$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

**b) Exponencial Fundamental**

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$$

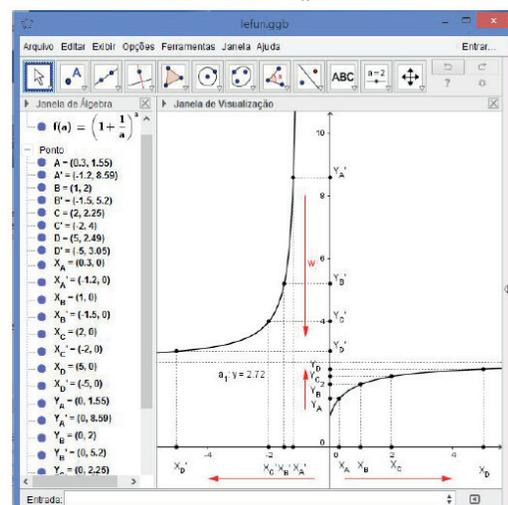
$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$$

Nesse limite, o número irracional  $e = 2,71828\dots$  é denominado número de Euler (Leonhard Euler/1707 - 1783), que é a base dos logaritmos naturais.

A figura 11 mostra o comportamento da função  $f(x) = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$ , com  $x$  tendendo a  $+\infty$  e a  $-\infty$ .

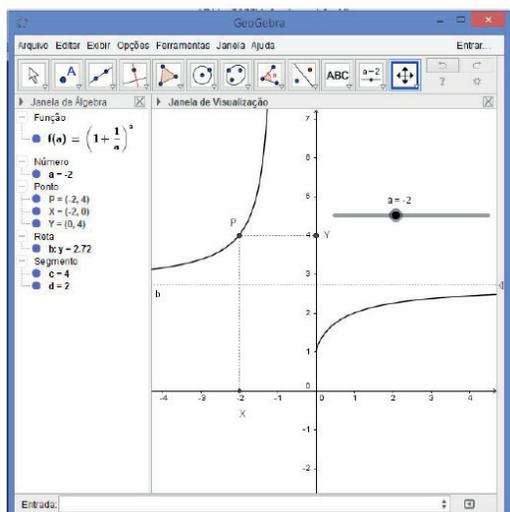
A veracidade de tais limites também pode ser ilustrada, através do Geogebra, analisando o comportamento da função  $f(x) = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$ , quando  $x$  assume valores suficientemente grandes e pequenos.

Figura 11: Gráfico de  $f(x) = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$



Fonte: DIAS A. A. S. (2016)

**Figura12:** Animação sobre o gráfico de  $f(x) = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$



**Fonte:** DIAS A. A. S. (2016)

Problemas relativos ao Movimento Uniformemente Variado (MUV) podem ser solucionados com regras de derivação de funções polinomiais. Como se trata de alunos da Educação Básica, essas regras são apresentadas sem preocupação com as demonstrações. A partir da função horária das posições  $S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$  pode-se obter a função da velocidade  $v = v_0 + a \cdot t$ ; por derivação e derivando novamente, tem-se a aceleração do movimento pois,

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} \text{ e } a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

## CONCLUSÃO

A proposta deste artigo foi apresentar uma alternativa ao ensino de Matemática e Física na Educação Básica, com a finalidade de se melhorar os índices de desempenho dos alunos nessas disciplinas, devido, principalmente, ao caráter interdisciplinar das atividades desenvolvidas. A interdisciplinaridade permite ao professor responder aos porquês de se estudar matemática, frequentemente questionamento por parte dos alunos, e será utilizada como ferramenta na resolução de problemas.

No entanto, para se obter o melhor aprendizado da Física, seus conceitos devem ser priorizados e observar que a Matemática aparece apenas como ferramenta para permitir mais abstração, quando se trabalha com fórmulas para a quantização de grandezas físicas, melhorando a compreensão de fenômenos. Deve-se entender também que frequentes erros de cálculos não implicam necessariamente numa interpretação errônea de conceitos físicos.

A utilização de animações com o Programa Geogebra permite ao professor analisar o comportamento de funções num ponto, introduzindo a ideia de Limite de uma função de forma simples e interessante e com uma conseqüente interação dos alunos. Assim, conceitos podem ser entendidos sem que se utilize uma quantidade grande de fórmulas, reclamação constante por parte dos alunos e que acarreta o desinteresse dos

mesmos. Nesse caminho, se o docente buscar estratégias que relacionem os conteúdos às situações mais concretas, a partir das quais os alunos realizem uma reflexão e criem sentido, acredita-se que um dos obstáculos ao estudo de Física será vencido.

Outro aspecto para qual não se pode fechar os olhos é a necessidade de se investir na formação do profissional com vistas a refletir na qualidade do ensino de Física, pois ele deve, além de dominar os conceitos, perceber que, ao ampliar os métodos de ensino com a utilização de recursos, obterá mais eficácia aliando os saberes espontâneos aos científicos. Assim, esses recursos só alcançarão seu intento se os professores tiverem um bom preparo para utilizar tal metodologia nas formas de ensinar.

Portanto, uma proposta diferenciada para o ensino de Física aliada à experimentação e à visualização, utilizando-se de um recurso computacional, acredita-se que haverá boa aceitação pelos estudantes por ser um recurso dinâmico e repleto de aplicabilidade para os conceitos matemáticos. Acreditamos, também, que por meio de recursos tecnológicos conseguimos nos aproximar da realidade dos discentes, obtendo assim reversão do quadro de dificuldades que os estudantes apresentam em relação às disciplinas que envolvem cálculos, tanto para o Ensino Médio quanto para o Superior.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, G. Limites e derivadas no ensino médio? **Revista do Professor de Matemática**, Rio de Janeiro, n. 60, p. 30-32, 2006. <http://www.rpm.org.br/cdrpm/60/8.htm>. acesso em 28/05/2019.

ÁVILA, G. O ensino de cálculo no 2º grau. **Revista do Professor de Matemática**. Rio de Janeiro, 18. 1991, p.1 <http://rpm.org.br/cdrpm/18/1.htm> acesso em 28/05/2019.

AZEVEDO, M. M.; KRAEMER, E. L.; CASTRO, T. B. Uma introdução do cálculo variacional no ensino da física. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, p. 214-233, 2015. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/14624/pdf> acesso em 28/05/2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996. Seção I, p. 27834-27841.

DIAS, A. A. S. **Cálculo diferencial e integral (CDI) no ensino da Física na educação básica**. TCC do PROFMAT pela UFTM. 2016.

FRESCKI, F.B.; PIGATTO, P. Dificuldades na aprendizagem de cálculo diferencial e integral na educação tecnológica: proposta de um curso de nivelamento. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 1, 2009, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, 2009. p. 910-917. <[www.sinect.com.br/anais2009/artigos/.../Ensinodematematica\\_artigo6.pdf](http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/.../Ensinodematematica_artigo6.pdf)>. acesso em 28/05/2019.

IEZZI, Gelson, "et al". **Matemática**. São Paulo. V.2 e V.3. Atual. 1980.

KAPLAN, W. ; LEWIS, K. **Cálculo e álgebra linear**. Rio de Janeiro: LTC, 1972. 462 p.

LOPES, A. Algumas reflexões sobre a questão do alto índice de reprovação nos cursos de cálculo da UFRGS. **Matemática Universitária**, Rio de Janeiro, n.26/27, p.123-146, jun./dez. 1999. [https://rmu.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/27/2018/03/n26\\_n27\\_Artigo05.pdf](https://rmu.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/27/2018/03/n26_n27_Artigo05.pdf) acesso em 28/05/2019.

PENTEADO, M.G. Redes de trabalho: expansão das possibilidades da informática na educação matemática da escola básica. In: BICUDO, M. A. V. ; BORBA, M.C. (Org.) **Educação matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, p. 283-295, 2004. <<http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/livro/infoacao.pdf>>. acesso em 28/05/2019.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, J. **Fundamentos de física I**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 292 p.

BUSSE, R. S. ; SOARES, F. S. . **O Cálculo Diferencial e Integral e o Ensino Médio**. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática - IX ENEM, 2007, Belo Horizonte. Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007. <https://pt.slideshare.net/laercio181/po02944174789-t> acesso em 28/05/2019.

SANTAROSA, M. C. P.; MOREIRA, M. A. O cálculo nas aulas de física na UFRGS: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 317-351, 2011.

SANTAROSA, M. C. P. Os lugares da matemática na física e suas dificuldades contextuais: implicações para um sistema de ensino integrado. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 215-235, 2013.

SILVA, G.H.G, PENTEADO, M. G. **Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade** - Ciência & Educação (Bauru), 2013 <https://www.redalyc.org/html/2510/251027945004/> acesso em 28/05/2019.

SPINA, C. O. C. **Modelagem matemática no processo de ensino aprendizagem do cálculo diferencial e integral para o ensino médio**. 2002. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

STEWART, J. **Cálculo**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 664p. v 1.

YAMAMOTO, K; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p. 1. v

## ● CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# A PLATFORM FOR DETECTION AND RESOLUTION OF CONFLICTS AMONG MULTIPLE NORMS IN MULTI-AGENT SYSTEMS

*Eduardo Augusto Silvestre<sup>1</sup>, Viviane Torres da Silva<sup>2</sup>, Oscar da Silva<sup>3</sup>,  
Luccas Felipe Oliveira<sup>4</sup>, Wendler Souza Ramos<sup>5</sup>*

**RESUMO:** In open Multi-Agent Systems, norms are being used to regulate the behavior of the autonomous, heterogeneous and independently designed agents. Norms describe the behavior that can be performed, must be performed, and cannot be performed in the system. One of the main challenges on developing normative systems is that norms may conflict with each other. Norms are in conflict when the fulfillment of one norm violates the other and vice-versa. In previous works, the conflict checkers consider that conflicts can be detected by simply analyzing pairs of norms. However, there may be conflicts that can only be detected when we analyze several norms together. This work presents a complete approach for conflict detection and conflict resolution among pairs and multiple norms. The strategy for conflict detection is divided into three steps in order to smooth the computational cost since the problem is intrinsically exponential. The strategy for conflict resolution applies famous strategies found in literature to rewrite or remove conflicting norms. The paper describes a tool, named Multiple Norms Conflict Checker Tool (MuNoCC), that integrates different screens for conflict detection and resolution. This approach works as a basis to assist MAS literature, defining norms formally, checking conflicts among pairs and multiple norms and resolving the conflicts found.

**Palavras-chave:** software agent, multi-agent systems, normative system, conflict detection, conflict resolution.

1 Doutor em Computação. Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), *Campus* Avançado Uberaba Parque Tecnológico, Uberaba, MG, Brasil. [eduardosilvestre@iftm.edu.br](mailto:eduardosilvestre@iftm.edu.br)

2 Doutora em Computação. IBM Research, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. [vivianet@br.ibm.com](mailto:vivianet@br.ibm.com)

3 Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), *Campus* Avançado Uberaba Parque Tecnológico, Uberaba, MG, Brasil. [oscardasilva52@gmail.com](mailto:oscardasilva52@gmail.com)

4 Graduando em Engenharia da Computação. Instituto Federal do Triângulo Mineiro, *Campus* Avançado Uberaba Parque Tecnológico, Uberaba, MG, Brasil. [lfelippeoliveira@gmail.com](mailto:lfelippeoliveira@gmail.com)

5 Graduando em Engenharia da Computação. Instituto Federal do Triângulo Mineiro, *Campus* Avançado Uberaba Parque Tecnológico, Uberaba, MG, Brasil. [wendler.ramos@etec.sp.gov.br](mailto:wendler.ramos@etec.sp.gov.br)

## INTRODUCTION

Multi-Agent Systems (MAS) have been gaining great importance in the development of various applications. MAS are autonomous, and heterogeneous societies that can work to achieve common or different goals (WOOLDRIDGE, 2009). MAS has been applied in different areas, such as, power engineering applications (MCARTHUR et al., 2007), robotic (TANG et al., 2016) and health-care (IQBAL et al., 2016).

In order to deal with the autonomy and diversity of interests among different members, the behavior of agents is governed by a set of norms specified to regulate their actions (DA SILVA, 2008). The norms govern the behavior of agents by defining obligations (stating the actions that the agents must perform), prohibitions (stating the actions that the agents must not perform) or permissions (stating the actions that the agents can perform). In a MAS with many agents with different goals, an important issue to tackle is that norms can conflict with each other. A conflict occurs when norms regulating the same behavior have been activated and are inconsistent (VASCONCELOS; KOLLINGBAUM; NORMAN, 2009). In such cases, the agent is unable to fulfill all the activated norms. The detection and resolution of conflicts are two of the most challenges of the area.

Although there are several works that deal with normative conflicts such as (CHOLVY; CUPPENS, 1995; DA SILVA; ZAHN, 2013a; ELHAG; BREUKER; BROUWER, 1999; KOLLINGBAUM et al., 2007; VASCONCELOS; KOLLINGBAUM; NORMAN, 2009), to the best of our knowledge, all those approaches check for conflicts by analyzing the norms in pairs. However, there are conflicts that can only be detected when we consider several norms together.

For instance, let's consider a conflict that can only be detected if norms N1, N2 and N3 are analyzed together. N1 obliges agent A to dress a red shirt. N2 forbids agent A to dress red pants. N3 obliges agent A to dress pants and shirt of the same color. There are no conflicts between the pairs N1-N2, N2-N3 and N1-N3, but when the three norms are analyzed together, we can figure out the conflict.

In this paper, we present an approach to detect and resolve direct conflicts among multiple norms in MAS. The analysis of all possible combinations of norms is a NP-complete problem (MORALES et al., 2014; SHOHAM; TENNENHOLTZ, 1995). A strategy to address this problem was proposed. This paper doesn't deal with indirect conflicts.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 presents the background material about the definition of norms. Section 3 describes the conflict detection mechanism. Section 4 describes the conflict resolution approach. Section 5 analyzes some of the main works related to this research. Section 6 presents details about the implementations performed in this research. Finally, Section 7 states some conclusions and future work.

## NORMS

Norms have been vastly used in open MAS to cope with the heterogeneity, autonomy and diversity of interests among the different members. Norms describe the behavior that can be performed, that must be performed, and that cannot be performed.

Our norm definition is based on (DA SILVA FIGUEIREDO; DA SILVA; DE OLIVEIRA BRAGA, 2011), where the authors analyze the key strategies found in the literature for describing a norm. According to the authors, a norm prohibits, permits or obliges an entity to execute an action in a given context during a certain period of time. The difference between our norm definition and the one presented by them is the representation of the action being regulated. They represent the action by a single constant (e.g. pursue, reach). Our representation is more expressive. Furthermore, we consider only action for the behavior; we are not considering states. From now, it will only be used the term action.

For our definition of norm, consider the following definitions for sets:  $Nrm$  is the set of all norms,  $C$  is the set of all contexts,  $E$  is the set of all entities,  $A$  is the set of all actions,  $Cd$  is the set of all activations and deactivations condition,  $Org$  is the set of all organizations,  $Env$  is the set of all environments,  $Ag$  is the set of all agents and  $R$  is the set of all roles.

A norm  $n \in Nrm$  is a tuple of the form:

$$(deoC, c, e, a, ac, dc)$$

where  $deoC$  is a deontic concept from the set  $\{O, F, P\}$ , respectively, obliged, forbidden and permitted;  $c \in C$  is the context where the norm is defined;  $e \in E$  is the entity whose action is being regulated;  $a \in A$  is the action being regulated;  $ac \in Cd$  indicates the condition that activates the norm and  $dc \in Cd$  is the condition that deactivates the norm.

Every norm is defined in the scope of a context. The entity, whose action is being regulated, must fulfill the norm when executing in the context where the norm is being defined. In this paper, we consider that a norm can be defined in the context of an organization  $o \in Org$  or of an environment  $env \in Env$ . The set of possible contexts are defined as  $C = Org \cup Env$ . A norm regulates the action of an agent  $a \in Ag$ , an organization (or group of agents)  $o \in Org$  or a role  $r \in R$ . Agents, organizations and roles are entities of the set  $E = Ag \cup R \cup Org$ .

The activation and deactivation conditions,  $ac \in Cd$  and  $dc \in Cd$ , can state an event that can be a date, the execution of an action, the fulfillment of a norm, etc. In this paper, we will focus on the specification of dates since it is easier to figure out which event has occurred first. Thus, we use simple mathematic symbols such as  $\leq$  and  $\geq$  to indicate that an event occurs before or after another ( $\forall n \in N, ac \leq dc$ ).

An action is defined by the name of the action and, optionally, an object where the action will be executed and

a list of attributes (with their values). Thus, in this paper we define four different ways to represent the action:

- (i) action;
- (ii) action object;
- (iii) action (attribute1 = {value1}, attribute2 = {value2}, ...);
- (iv) action object (attribute1 = {value1}, attribute2 = {value2}, ...).

The designer of a MAS can set any of the types of norms to represent his/her domain. These different ways of defining a norm represent a great flexibility in creating a MAS. In order to exemplify these four ways to describe an action, let's consider the following four prohibition norms:

- (i) *Na forbids agent A to get dressed;*
- (ii) *Nb forbids agent A to dress pants;*
- (iii) *Nc forbids agent A to dress red;*
- (iv) *Nd forbids agent A to dress red pants.*

The actions described in the norms are represented as:

- (i) *Na: dress;*
- (ii) *Nb: dress pants;*
- (iii) *Nc: dress (color={red});*
- (iv) *Nd: dress pants (color={red}).*

With the purpose of formally describe norms, the authors (OLIVEIRA; SILVESTRE; SILVA, 2017) developed a grammar in the language Backus-Naur form (BNF) (MCCRACKEN; REILLY, 2003).

## CONFLICT DETECTION

The main goal of this section is to present the approach that is able to detect direct conflicts among multiple norms. The conflict checker algorithm is divided in three steps. The first step is responsible for filtering the norms by including them into sets of similar norms. In order to do so, such step uses three filters. The first filter separates into sets the norms that apply in the same context, the second filter separates into subsets the norms that govern the same entity and the third filter separates into subsets the ones that regulate the same action.

After applying all filters, only the norms stored in the same set are the ones that may be in conflict. Norms stored in different sets apply in different contexts, govern different entities and regulate different actions, thus, they do not conflict.

The second step of the algorithm is done to solve the problem of analyzing several norms with different deontic concepts at the same time. Our strategy to overcome such problem is to use a single deontic concept to analyze the norms. A copy of the original norms (that are not permissions) with all its deontic concepts transformed to permissions is created. Note that we do not change the original norms, but the copies of such norms.

Several approaches studied the deontic transformations. Some approaches use the O operator as primitive (MCNAMARA, 2014) while others use the P

operator (VON WRIGHT, 1951). In this work, we use the P operator as primitive and apply the following abbreviations to transform an obligation to a permission (case (1)) and a prohibition to a permission (case (2)):

$$1. Op \leftrightarrow \neg P\neg p \quad 2. Fp \leftrightarrow \neg Pp$$

a) From obligation to permission

Von Wright (1951) proposed the weak axiom  $Op \rightarrow Pp$  that indicates that when p is obliged, p is permitted. Following such axiom and assuming that the designer wants to enable agent A to execute p, we consider that if there is a norm obliging an agent A to execute an action p, such norm can be used as a permission to execute action p. Thus, in this step of the algorithm, all obligations are used as permissions.

b) From prohibition to permission

In this paper we are using the Closure Principle which says that what is not explicitly forbidden is permitted (CZELAKOWSKI, 2015; TRYPUZ, 2013). Therefore, if there is not a prohibition addressed to an agent to execute an action over an object, the agent is permitted to execute such action over the object.

Following this principal, we consider that if there is a norm prohibiting an agent A to execute an action p, such norm states that A is not permitted to execute p. We assume that it is not necessary to create permissions related to everything that is not said in the prohibition. Thus, in this step of the algorithm, all prohibitions are used as negations of permissions.

The checking for conflicts is executed in the third step of the algorithm. The algorithm checks if the norms in each set are in conflict. Since all norms are permissions, the analysis made by the conflict checker is very simple; it checks if the norms "intersect". Two or more norms intersect if there is at least one possible situation where all the permissions are activated and can be fulfilled. In such case, the norms are not in conflict because there is a situation where the agent is able to fulfill all the original norms.

The conflict checker starts by checking the norms in a set by pairs of norms and then consider all possible set of k-norms until k be equal to the number of norms in the set. At the end, the algorithm has checked for conflicts among all the norms of the set at the same time.

In order to exemplify our approach, let's consider the three norms described in Section 1. We have augmented these norms by including the context where the norms are executed and the periods during while the norms are activated.

*N1: Obliges agent A in orgO to dress a red shirt in 03/01/2015.*

*N2: Forbids agent A in orgO to dress red pants from 01/01/2015 until 12/31/2015.*

*N3: Obliges agent A in orgO to dress pants and shirt of the same color after 02/01/2015.*

Norm N3 applies to two objects. It is natural to imagine (without loss of information) that this norm can be divided into two norms: one on pants and one on shirt (strategy to facilitate visualization and checking for conflicts). As the color of the pants and the shirt are indifferent, but must be the same color, a variable is used (for convenience, X) and this variable must have the same value for pants and shirt. We get:

*N1:(O, orgO, agentA, dress shirt (color = {red}), 03/01/2015, 03/01/2015)*

*N2:(F, orgO, agentA, dress pants (color = {red}), 01/01/2015, 12/31/2015)*

*N3a:(O, orgO, agentA, dress pants (color = {X}), 02/01/2015, \_)*

*N3b:(O, orgO, agent A, dress shirt (color = {X}), 02/01/2015, \_)*

In the first step, the algorithm groups all norms in the same set since they are applied in the same context (*orgO*), govern action of the same entity (*agentA*) and regulate the same action (*to dress*).

In the second step, the algorithm transforms the norms to permissions. Remembering that this transformation is not made in the original norms. Let's take a look to norm N2 that prohibits agent A to dress red pants. N2 does not say anything about agentA to dress shirts (of any color), to dress white or black pants or to execute the action of writing papers. In short, the prohibition is just about to dress red pants.

In order to transform a prohibition into a permission, we assume that it is not necessary to create permissions related to everything that is not said in the prohibition (since it is already done by applying the Closure Principle). In addition, any permission that talks about actions and objects that are not the ones refereed in the prohibition are not relevant to the checking of conflicts between the prohibition and any other norm. Therefore, a prohibition like N2 is transformed to a permission that only talks about the agent, action, object and attributes described in the norm. N2 is transformed to a norm that permits agent A to dress pants NOT red.

Returning to our example, the transformation of norms N1, N3a and N3b into permissions is very simple since they are obligations, as follows:

*N1: (P, orgO, agentA, dress shirt (color = {red}), 03/01/2015, 03/01/2015)*

*N3a: (P, orgO, agentA, dress pants (color = {X}), 02/01/2015, \_)*

*N3b: (P, orgO, agent A, dress shirt (color = {X}), 02/01/2015, \_)*

The transformation of N2, which is a prohibition, to a permission is done by negating the color of the pants, that is, the color of the pants is changed to its complement.

*N2: (P, orgO, agentA, dress pants (color = {NOT red}), 01/01/2015, 12/31/2015)*

In the third step, the checking for conflicts is executed. In our example of N1, N2 and N3, it is easy to see that any group of two norms is not in conflict. Therefore, it is possible to find out situations where all norms can be fulfilled. The conflict only takes place when we consider the three norms together. In 03/01/2015, when the three norms are activated, agentA executing in orgO is permitted to dress a red shirt, a not red pants and a pants and a shirt of the same color.

## CONFLICT RESOLUTION

This section presents the strategies that have been developed to resolve the conflicts detected by the conflict checker. Section 4.1 presents the main strategies found in the literature used for conflict resolution among pairs of norms. Section 4.2 describes the strategies that have been created that can be used to resolve conflicts among multiple norms. Section 4.3 details the implementation of conflict resolution.

### Famous Strategies for Conflict Resolution

Another important point in the study of normative conflicts is the resolution of the conflicts found. After the detection of the conflicts by the conflict checker a strategy of conflict resolution is necessary. To resolve the conflict two basic operations can be performed:

- Removal of one or more existing norms for conflict elimination
- Rewriting of one or more existing norms for conflict elimination

In summary, some of the main strategies found in the literature are described in subsections.

#### Removal of one or more existing norms for the elimination of conflicts.

Lex Posterior, Lex Superior and Lex Specialis (KOLLINGBAUM; NORMAN, 2004; LEITE; ALFERES; PEREIRA, 2001; LOPES CARDOSO; OLIVEIRA, 2008). In the case of Lex posterior, the newer norm takes precedence over older norms. In the case of the Lex Superior, the norm imposed by the greater power has priority. In the case of Lex Specialis, the more specific norm takes precedence.

Precedence of modality (KAGAL; FININ, 2007; MOFFETT; SLOMAN, 1994). If the positive modality is chosen then, in cases of conflicts, permission and obligation will overwrite the prohibition. If negative modality is chosen then, in cases of conflict, the prohibition will overwrite the permission and the obligation.

Priority among the norms (GAERTNER et al., 2007; GOVERNATORI; ROTOLO, 2011). At design time, a priority

is chosen for the norms arbitrarily. Norms with the lowest priority are excluded to resolve the conflict. In (GARCÍA-CAMINO; NORIEGA; RODRÍGUEZ-AGUILAR, 2007) authors define priority as the salience of the norm.

### **Rewritten one or more existing norms for the elimination of conflict.**

Direct Conflict with Restrictions (VASCONCELOS; KOLLINGBAUM; NORMAN, 2009). In this case, besides the normal definition of the norm, the representation of authors also has restrictions. The conflict is solved by manipulating these constraints; by manipulating the constraints, the conflicting intersections are eliminated.

Indirect Conflicts (VASCONCELOS; KOLLINGBAUM; NORMAN, 2009). The strategy for resolving indirect conflicts is the same applied to direct conflicts described previously.

## **Strategies for Resolving Conflicts Developed**

As the conflict among multiple norms was first addressed in the literature recently (SILVESTRE, 2017; SILVESTRE; DA SILVA, 2015, 2016a, 2016b; SILVESTRE; SILVA, 2018), no approach was also found for conflict resolution among multiple norms. Using the strategies presented previously as inspiration, the authors developed and implemented some conflict checking strategies among multiple norms. Strategies can be based on the removal of conflicting norms (Strategy 1, Strategy 2 and Strategy 3) or strategies can be based on changing conflicting norms (Strategy 4, Strategy 5 and Strategy 6).

Strategy 1. This strategy of conflict resolution is divided into two steps: removal of all norms with variables at a single time and application of the policy of conflict resolution among pairs of norms.

The first step is to remove all norms that have variables at a single time. Because conflicts among multiple norms only occurs if there is a variable, if these norms are excluded, there will automatically be no conflict among multiple norms. In this strategy, all norms are deleted at one time.

The second step of the strategy is to resolve existing conflicts among pairs of norms. The strategy is applied by changing the activation period of the norms, so that the norms do not have more conflict. The norm that participates most in conflicts is chosen, its activation period is modified so that it does not intercept with any other norm and is checked again if a new conflict still exists. This step is done repeatedly until there are no more conflicts among the input norms. The second step is the same for all the six strategies, so it will only be described here.

Strategy 2. This strategy of conflict resolution is divided into two steps: removal of all norms with variables (one norm at a time) and application of the policy of conflict resolution among pairs of norms.

The first step is to remove all norms that have variables until conflicts among multiple norms are no longer found. Unlike Strategy 1, norms with variables are deleted in a process repeatedly, one at a time. A norm is chosen with the variable that participates in most conflicts among multiple norms and this norm is removed. The conflict checker runs again until there is no more conflict among multiple norms. In this approach, it is not mandatory that all norms with variables be removed.

Strategy 3. This strategy of conflict resolution is divided into two steps: removal of all norms with greater participation in conflicts and application of the policy of conflict resolution among pairs of norms.

The first step is to remove norms that participate most in conflicts until there is no conflict among multiple norms. The norm that participates in the largest number of conflict combinations is chosen and is removed from the set. This process is repeated until there is no more conflict among multiple norms. The norm chosen may have a variable or not.

Strategy 4. This strategy of conflict resolution is divided into two steps: change of all norms with variables (one norm at a time) and application of the policy of conflict resolution among pairs of norms.

The first step is to change the activation period for all norms that have variables at one time. Because the conflict among multiple norms only occurs if there is a variable, if these norms are changed, and no longer intercept, there will be no conflict automatically. In this strategy, all norms are changed at once.

Strategy 5. This strategy of conflict resolution is divided into two steps: change of all norms with variables (one norm at a time) and application of the policy of conflict resolution among pairs of norms.

The first step is to change the activation period of norms that have variables until no conflicts between multiple norms are found anymore. Unlike Strategy 4, norms with variables are changed in a process repeatedly, one at a time. It is chosen a norm with variable that participates of more conflicts and this norm has its period of activation changed. The conflict checker runs again until there is no more conflict among multiple norms. In this approach, it is not mandatory that all norms with variables be changed.

Strategy 6. This strategy of conflict resolution is divided into two steps: change of all norms with greater participation in conflicts and application of the policy of conflict resolution among pairs of norms.

The first step is to change the activation period of the norms that participate most in the conflicts until there is no conflict between multiple norms. The norm that participates in the largest number of conflict combinations is chosen and has its activation period changed. This process is repeated until there is no more conflict between multiple norms. The norm chosen may have a variable or not.

## Implementation of Conflict Resolution.

In order to implement previously defined conflict resolution strategies, an input norms scenario was used. In this scenario the authors have manually defined 40 norms in a given domain (9 norms of TYPE (i), 9 norms of TYPE (ii), 9 norms of TYPE (iii) and 13 norms of type (iv)). The conflict checker detected 625 conflicts (6 conflicts among norms of TYPE (i), 6 conflicts among norms of TYPE (ii), 10 conflicts among norms of TYPE (iii), 510 conflicts among norms of TYPE (iv), 12 conflicts between norms of TYPE (i) and TYPE (ii), 12 conflicts between norms of TYPE (i) and TYPE (iii), 17 conflicts between norms of TYPE (i) and TYPE (iv), 0 conflict between norms of TYPE (ii) and TYPE (iii) (as expected), 17 conflicts between

norms of TYPE (ii) and TYPE (iv) and 35 conflicts among norms of TYPE (iii) and TYPE (iv)). The program was able to detect these conflicts without identifying false positives and forgetting false negative conflicts.

The Table 1 presents a summary of the application of conflict resolution strategies implemented in Java. It is worth mentioning that the execution time of conflict resolution strategies was similar in all cases. In strategies that remove norms the total number of norms at the end is less than the number of norms at the beginning. Some strategies require a greater number of executions of conflict checker, in larger applications this requirement can be an impediment in terms of computational cost. The conflict resolution strategy to be used will depend on the need to maintain the number of original norms or not.

**Table 1.** Summary of implementation of conflict resolution strategies.

	Strategy 1	Strategy 2	Strategy 3	Strategy 4	Strategy 5	Strategy 6
Norms Initially	40	40	40	40	40	40
Norms TYPE(i)	9	9	9	9	9	9
Norms TYPE(ii)	9	9	9	9	9	9
Norms TYPE(iii)	9	9	9	9	9	9
Norms TYPE(iv)	13	13	13	13	13	13
Conflicts Initially Detected	625	625	625	625	625	625
Conflicts Detected at the end	0	0	0	0	0	0
Time for Resolution	5978ms	6124ms	6174ms	5279ms	6724ms	6250ms
Norms at the end	33	33	35	40	40	40
Executions of conflict checker	13	16	15	13	16	15

## RELATED WORK

There are many approaches to detect and solve normative conflicts. These approaches were nicely summarized in (SANTOS et al., 2017).

Some approaches focus on the identification of direct and indirect conflicts (i.e., conflicts that occurs when the elements of norms being analyzed are not the same, but are somehow related), such as (BEIRLAEN; STRAßER; MEHEUS, 2013; CHOLVY; CUPPENS, 1995; DA SILVA; ZAHN, 2013b; ELHAG; BREUKER; BROUWER, 1999; GAERTNER et al., 2007; KAGAL; FININ, 2007; KOLLINGBAUM et al., 2007; OREN et al., 2008; VASCONCELOS; KOLLINGBAUM; NORMAN, 2009). All of these approaches analyze the norms in pairs when checking for conflicts.

Some approaches focus on the resolution of conflicts. Some were specified to be used at *design time* while others at *runtime*. In addition, some of them are able to solve only *direct* normative conflicts while others are also able to solve indirect conflicts.

The strategies used by the analyzed proposals can be divided into two kinds: norm prioritization (one norm overrides another in particular circumstances) and norm update (one of the norms in conflict is updated).

As an example of norm prioritization, (CHOLVY; CUPPENS, 1995) present two norms: (N1) a Christian ought not kill his neighbor; and (N2) if a soldier is ordered to kill an enemy, then he ought to kill him; and assume that

there is an individual that is a Christian soldier who received the order to kill. Then, norms N1 and N2 are addressed to this individual and there is a normative conflict between N1 and N2. The strategy applied to resolve the conflict consists in deciding which norm is more relevant based on the role. In this example, the norms addressed to the role soldier are stated to be more relevant than norms addressed to the role Christian. Thus, norm N2 takes precedence on norm N1.

A situation of norm update is found in (VASCONCELOS; KOLLINGBAUM; NORMAN, 2009), where norms regulate parameterized actions. The authors present two conflicting norms: (N1) agent1 is forbidden to deploy (X), where  $5 \leq X < 10$ ; and (N2) agent1 is obliged to deploy (X), where  $8 < X < 10$ . The mechanism used for resolving the conflict updates a norm by modifying the values of its constraints in order to reduce the scope of the norm and eliminate the conflict

The majority of proposals establish an order of prioritization between norms to specify which norm is more relevant. In this sense, there are three classic principles found in the literature (VASCONCELOS; KOLLINGBAUM; NORMAN, 2009) that have been used to solve deontic conflicts: *lex posterior* (it prioritizes the most recent norm), *lex specialis* (it prioritizes the most specific norm), and *lex superior* (it prioritizes the norm imposed by the most important issuing authority). Other approaches reduce the scope of influence of the conflicting norms in order to eliminate the overlap between them. They do so by manipulating the components of one of the norms.

## IMPLEMENTATIONS Overview

This section provides details about the implementations performed in this research. The code was developed using the Java language and its frameworks. Details are available at <https://goo.gl/PqKHZ4>. The implementations were divided into three main parts: (i) conflict verification and resolution, (ii) formal verification, and (iii) the integrator tool named MuNoCC (Multiple Norms Conflict Checker).

(i) Conflict verification and resolution: These projects contain all the code for verification and resolution of conflicts.

(ii) Formal verification: This project contains the code used to formally prove the algorithms used. Design-by-contract technique was used through JML (Java Modeling Language) (GARY T. LEAVENS ERIK POLL; DIETL, 2013).

(iii) MuNoCC integrator tool: The MuNoCC is a complete tool for checking and resolving conflicts. The main functionalities are: registering the components of the norms, creating norms and verifying conflicts (Figure 1); generate norms randomly and verify the program's ability to capture conflicts (Figure 2); import norms from a grammar (using a developed compiler) and verify conflicts (OLIVEIRA; SILVESTRE; SILVA, 2017); generate norms randomly and verify the program's ability to capture conflicts (Figure 3, Figure 4 and Figure 5); insert norms, detect and resolve conflicts and; import norms from an ontology and check their conflicts (Figure 6 and Figure 7).

The next two subsections present details of the parser developed and the verification of conflicts from an ontology.

Figure 1. Screen where you can manually create norms.

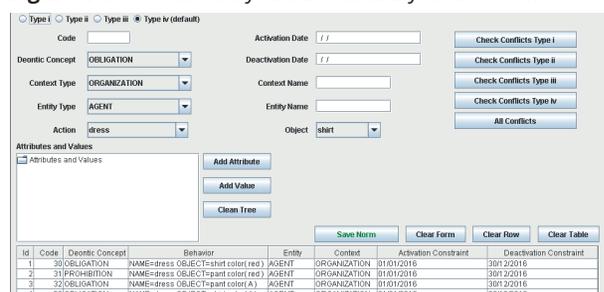
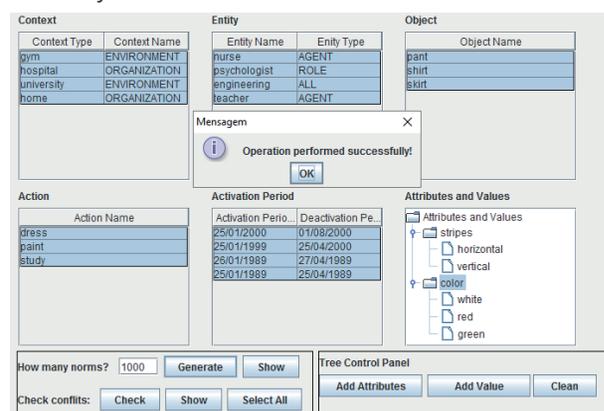


Figure 2. Screen where it is possible to generate norms randomly.



## Conflicts from BNF

These subsections introduce the compiler developed. For further details check (OLIVEIRA; SILVESTRE; SILVA, 2017). Figure 3 shows the screen where the user can import norms and check their conflicts. It shows the norms described in Section 1 and the conflict that the algorithm found. The authors created a compiler to make the process of translating a norm in semi-structured language to Java objects.

The Lexical Analysis is the first phase of the compiler. It takes the user input written in the form of sentences and break the sentences into a series of tokens.

The Syntax Analysis is the second phase of the compiler. It takes the input from a lexical analyzer in the form of token streams. The parser analyzes the token stream against the production rules to detect any errors in the code. To verify the order of the tokens is correct a state machine has been implemented (Figure 4).

The state machine of Figure 4 shows the sequence of states that pass tokens for the sentence to be accepted by the compiler. Figure 5 illustrates the "Action" state, which is a composite of several states. Notice the state machine accepts sentences according to the norm defined in Section 1.

Figure 3. Import norms, parse them and detect conflicts

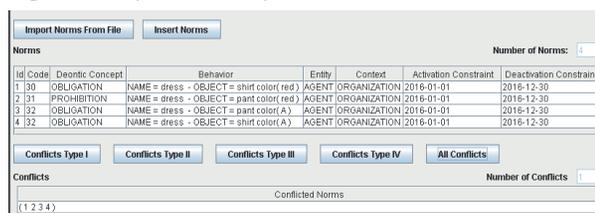


Figure 4. State machine of the norm.

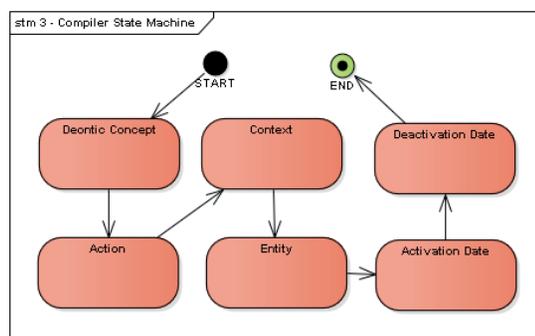
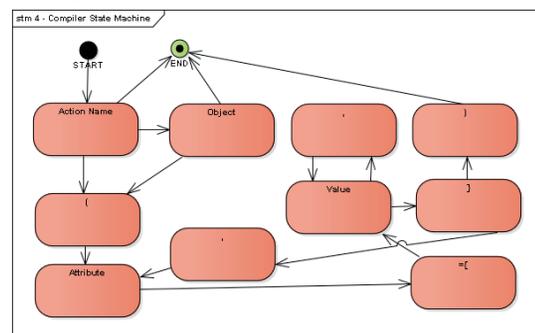


Figure 5. State machine of state "Action"



The Code Generation is the final phase of compilation. It takes the result of syntax analysis and produce java objects instances of class Norm.java. Each line as input produces one instance.

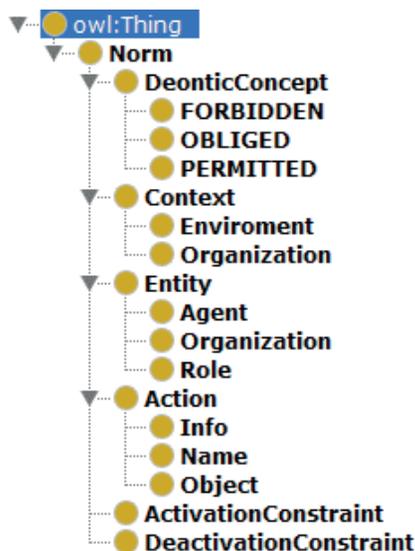
### Conflicts from Ontology

Another strategy for conflict verification was the use of ontologies. According to (BORST; BORST, 1997), an ontology is defined as a formal and explicit specification of a shared conceptualization, where formal specification means something that is readable for computers, explicit refers to concepts, properties, relations, functions, constraints, and explicitly defined axioms, conceptualization represents an abstract model of some real and shared world phenomena means consensual knowledge.

It was identified that it is possible to represent, through an ontology, a normative system as a MAS, since the ontology offers several resources that can be used to represent the characteristics of a MAS and its norms and relationships. In addition, Protégè (MUSEN, 2015) was chosen as a computational tool to develop this project, since it has a simple and interactive visual interface, a high market acceptance and a vast amount of related contents in bibliographies.

The definition of norm represented in Section 1 was represented by classes in Protégè (Figure 6). These classes are used to instantiate the norms of Section 1.

Figure 6. Class tree created in Protégè.



An ontology in Protégè is defined by an OWL (Ontology Web Language) file. This file is used in the tool as input for conflict checking. The software reads the OWL file and transforms the content into Java objects. To perform this process, the Hermit library (HERMIT, 2016), which verifies if an OWL file is consistent and its relationships, is used. From the Java objects it is possible to verify conflicts. Figure 7 shows the MuNoCC screen responsible for this task. The norms of Section 1 are used as input.

Figure 7. Conflict found from the norms defined in OWL.



The use of Protégè to define an ontology and the Hermit library to reason about it provides an alternative vision in the verification of normative conflicts, using techniques known in the literature in the area of normative MAS.

### CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

After an extensive literature search, several articles were found on the identification and resolution of normative conflicts. Such works focus on the identification and resolution of normative conflicts by considering pairs of norms. However, there are conflicts, as the ones exemplified in the text, which can only be detected and resolved when checking for conflicts among multiple norms.

The paper presents an approach able to check for conflicts among multiple norms that uses filters and transformations to reduce the computational cost of the algorithm.

The paper also discusses and implements several strategies for conflict resolution. Two groups of strategies were applied. Strategies 1, 2 and 3 remove norms and apply the policy of conflict resolution among pairs of norms. Strategies 4, 5 and 6 change norms and apply the policy of conflict resolution among pairs of norms. After applying the strategies, the initial set of norms will be free of conflicts. The strategies used appear as a first alternative for further research on conflict resolution among multiple norms.

Lastly, the paper describes a tool, named MuNoCC that integrate different screens for conflict detection and resolution.

In this work, we have not considered indirect conflicts (DA SILVA; ZAHN, 2013a). The algorithm presented in this paper does only check for direct conflicts, i.e., conflicts among norms that have the same entities, contexts and actions. An important and necessary extension of our work is the identification of indirect conflict among multiple norms.

### REFERENCES

BEIRLAEN, M.; STRAßER, C.; MEHEUS, J. An Inconsistency-Adaptive Deontic Logic for Normative Conflicts. *Journal of Philosophical Logic*, v. 42, n. 2, p. 285-315, 2013.

BORST, W. N.; BORST, W. N. **Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse**. Netherlands: University of Twente, 1997.

- CHOLVY, L.; CUPPENS, F. **Solving Normative Conflicts by Merging Roles**. Proceedings of the 5th International Conference on Artificial Intelligence and Law. Anais...: ICAIL '95. New York, NY, USA: ACM, 1995
- CZELAKOWSKI, J. **Freedom and Enforcement in Action: A Study in Formal Action Theory**. [s.l.] Springer Publishing Company, Incorporated, 2015.
- DA SILVA FIGUEIREDO, K.; DA SILVA, V. T.; DE OLIVEIRA BRAGA, C. **Modeling Norms in Multi-agent Systems with NormML**. Proceedings of the 6th International Conference on Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems. Anais...: COIN@AAMAS'10. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011
- DA SILVA, V. T. From the specification to the implementation of norms: an automatic approach to generate rules from norms to govern the behavior of agents. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, v. 17, n. 1, p. 113–155, 2008.
- DA SILVA, V. T.; ZAHN, J. **Normative Conflicts that Depend on the Domain**. Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems {IX} - {COIN} 2013 International Workshops, COIN@AAMAS, St. Paul, MN, USA, May 6, 2013, COIN@PRIMA, Dunedin, New Zealand, December 3, 2013, Revised Selected Papers. Anais...2013a
- DA SILVA, V. T.; ZAHN, J. **Normative Conflicts that Depend on the Domain**. Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems {IX} - {COIN} 2013 International Workshops, COIN@AAMAS, St. Paul, MN, USA, May 6, 2013, COIN@PRIMA, Dunedin, New Zealand, December 3, 2013, Revised Selected Papers. Anais...2013b Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-07314-9\\_17](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-07314-9_17)>
- ELHAG, A. A. O.; BREUKER, J. A.; BROUWER, B. W. On the Formal Analysis of Normative Conflicts. (H. J. van den Herik et al., Ed.) JURIX 1999: The Twelfth Annual Conference. Anais...: Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Nijmegen: GNI, 1999
- GAERTNER, D. et al. **Distributed Norm Management in Regulated Multiagent Systems**. Proceedings of the 6th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. Anais...: AAMAS '07. New York, NY, USA: ACM, 2007 Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1329125.1329235>>
- GARCÍA-CAMINO, A.; NORIEGA, P.; RODRÍGUEZ-AGUILAR, J.-A. **An Algorithm for Conflict Resolution in Regulated Compound Activities**. Proceedings of the 7th International Conference on Engineering Societies in the Agents World VII. Anais...: ESAW'06. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007
- GARY T. LEAVENS ERIK POLL, C. C. Y. C. R. D. C. P. M. J. K. P. C. D. M. Z.; DIETL, W. **JML Reference Manual**. [s.l.: s.n.].
- GOVERNATORI, G.; ROTOLO, A. Justice Delayed Is Justice Denied: Logics for a Temporal Account of Reparations and Legal Compliance. In: LEITE, J. et al. (Eds.). **Computational Logic in Multi-Agent Systems**. Lecture Notes in Computer Science. [s.l.] Springer Berlin Heidelberg, 2011. v. 6814p. 364–382.
- HERMIT, O. Hermit Reasoner. URL: <http://www.hermit-reasoner.com>, 2016.
- IQBAL, S. et al. Application of Intelligent Agents in Healthcare: Review. **Artif. Intell. Rev.**, v. 46, n. 1, p. 83–112, jun. 2016.
- KAGAL, L.; FININ, T. Modeling conversation policies using permissions and obligations. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, v. 14, n. 2, p. 187–206, 2007.
- KOLLINGBAUM, M. et al. Norm Conflicts and Inconsistencies in Virtual Organisations. In: NORIEGA, P. et al. (Eds.). **Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems II**. Lecture Notes in Computer Science. [s.l.] Springer Berlin Heidelberg, 2007. v. 4386p. 245–258.
- KOLLINGBAUM, M.; NORMAN, T. Strategies for resolving norm conflict in practical reasoning. **ECAI Workshop Coordination in Emergent Agent Societies 2004**, 2004.
- LEITE, J. A.; ALFERES, J. J.; PEREIRA, L. M. **Multi-dimensional Dynamic Knowledge Representation**. Proceedings of the 6th International Conference on Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning. Anais...: LPNMR '01. London, UK, UK: Springer-Verlag, 2001
- LOPES CARDOSO, H.; OLIVEIRA, E. **Norm Defeasibility in an Institutional Normative Framework**. Proceedings of the 2008 Conference on ECAI 2008: 18th European Conference on Artificial Intelligence. Anais...Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press, 2008
- MCARTHUR, S. D. J. et al. Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications—Part I: Concepts, Approaches, and Technical Challenges. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 22, n. 4, p. 1743–1752, nov. 2007.
- MCCRACKEN, D. D.; REILLY, E. D. Backus-naur form (bnf). 2003.
- MCNAMARA, P. Deontic Logic. In: ZALTA, E. N. (Ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Winter 201 ed. [s.l.: s.n.].
- MOFFETT, J. D.; SLOMAN, M. S. Policy conflict analysis in distributed system management. **Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce**, v. 4, n. 1, p. 1–22, 1994.
- MORALES, J. et al. **Minimality and Simplicity in the On-line Automated Synthesis of Normative Systems**. : AAMAS '14. Paris, France: IFAAMAS, 2014
- MUSEN, M. A. The ProtÉGÉ Project: A Look Back and a Look Forward. **AI Matters**, v. 1, n. 4, p. 4–12, jun. 2015.
- OLIVEIRA, L. F.; SILVESTRE, E. A.; SILVA, V. T. DA. Um compilador para definição e geração de normas em sistemas multiagentes. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, 2017.
- OREN, N. et al. An argumentation inspired heuristic for resolving normative conflict. 2008.
- SANTOS, J. S. et al. Detection and resolution of normative conflicts in multi-agent systems: a literature survey. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, p. 1–47, 2017.
- SHOHAM, Y.; TENNENHOLTZ, M. On social laws for artificial agent societies: off-line design. **Artificial Intelligence**, v. 73, n. 1–2, p. 231–252, 1995.
- SILVESTRE, E. A. **Verificação de Conflitos entre Múltiplas Normas em Sistemas Multiagentes**. [s.l.] Universidade Federal Fluminense, 2017.
- SILVESTRE, E. A.; DA SILVA, V. T. **Verifying Conflicts Between Multiple Norms in Multi-agent Systems**. Proceedings of the 2015 International Conference on Autonomous Agents

and Multiagent Systems, {AAMAS} 2015, Istanbul, Turkey, May 4-8, 2015. Anais...2015Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2773552>>

SILVESTRE, E. A.; DA SILVA, V. T. **Verifying Conflicts Among Multiple Norms in Multi-agent Systems: (Extended Abstract)**. Proceedings of the 2016 International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems. **Anais...: AAMAS '16**. Richland, SC: International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2016aDisponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2936924.2937171>>

SILVESTRE, E. A.; DA SILVA, V. T. **An Approach to Verify Conflicts among Multiple Norms in Multi-agent Systems**. 2016 {IEEE/WIC/ACM} International Conference on Web Intelligence, {WI} 2016, Omaha, NE, USA, October 13-16, 2016. **Anais...2016b**Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/WI.2016.0058>>

SILVESTRE, E. A.; SILVA, V. T. DA. Conflict Detection among Multiple Norms in Multi-Agent Systems. **Applied Artificial Intelligence**, v. 0, n. 0, p. 1-31, 2018.

TANG, Y. et al. Tracking Control of Networked Multi-Agent Systems Under New Characterizations of Impulses and Its Applications in Robotic Systems. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 63, n. 2, p. 1299-1307, fev. 2016.

TRYPUZ, R. **Kristen Segerberg on Logic of Actions**. [s.l.] Springer Publishing Company, Incorporated, 2013.

VASCONCELOS, W. W.; KOLLINGBAUM, M. J.; NORMAN, T. J. Normative conflict resolution in multi-agent systems. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, v. 19, n. 2, p. 124-152, 2009.

VON WRIGHT, G. H. Deontic Logic. **Mind**, v. 60, n. 237, p. 1-15, 1951.

WOOLDRIDGE, M. **An Introduction to MultiAgent Systems**. 2nd. ed. [s.l.] Wiley Publishing, 2009.

## ● EDUCAÇÃO

# O TRABALHO DOCENTE NO ENSINO SUPERIOR E AS POLÍTICAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO CONTEXTO UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL

*Noádia Munhoz Pereira<sup>1</sup>*

**RESUMO:** Neste artigo se discute a problemática da formação humana no contexto do ensino superior. O objetivo a ser alcançado parte da perspectiva de que a valorização da classe trabalhadora é o fio condutor para a diminuição da contradição entre saber e fazer. Os pensadores clássicos, quais sejam, Marx (2010a), (2010b), Mészáros (2010) e (2008); Marx e Engels (2009a), (2009b); Cunha (2007), Chauí (2014), Bourdieu (2004); Lukács (2012) sinalizam para a possibilidade conceitual da travessia tumultuada da sociedade capitalista que marcou os processos formativos emancipatórios para a sociabilidade humana. A formação integral e integrada de uma sociedade capitalista periférica ressignifica as forças produtivas desvinculando os interesses dos grupos sociais ora uniformizando ora generalizando as linhas do pensamento teórico na composição de correntes hegemônicas de modernização do ensino superior. A universidade pública brasileira tampouco superou as vicissitudes reformistas e já lança-se para o desafio de uma nova composição curricular para a formação dos professores. Portanto, traremos aqui da análise do plano curricular evidenciado pelo programa Universidade Aberta do Brasil (UAB) mediante implementação de um novo modelo didático-pedagógico sob a orientação de um perfil de docente advindo das licenciaturas. Nesse contexto, a pesquisa ressalta que os parâmetros incorporados pela UAB provocam no trabalho o controle dos conteúdos e ritmos a ser aprendidos e mensurados pelas condições recentes de expansão dos cursos de licenciatura digitais, semipresenciais com o uso da tecnologia digital da informação em espaços de interação, web, chat, email, tele-aula e até mesmo o espaço tradicional de formação.

**Palavras-chave:** Formação. Trabalho docente. Universidade Aberta do Brasil (UAB).

# THE TEACHING WORK IN HIGHER EDUCATION AND THE TEACHER TRAINING POLICIES IN THE BRAZILIAN PUBLIC UNIVERSITY

**ABSTRACT:** The article discusses the problem of human formation in the context of higher education. The goal to be achieved is from the perspective that the valorization of the working class is the guiding thread for the reduction of the contradiction between knowing and doing. The classical thinkers, namely, Marx (2010a), (2010b), Mészáros (2010) and (2008); Marx and Engels (2009a), (2009b); Cunha (2007), Chauí (2014), Bourdieu (2004); Lukács (2012) point to the conceptual possibility of the tumultuous crossing of capitalist society that marked the emancipatory formative processes for human sociability. The integral and integrated formation of a peripheral capitalist society redefines the productive forces, untying the interests of the social groups, sometimes unifying and generalizing the lines of theoretical thought in the composition of hegemonic currents of modernization of higher education. The Brazilian public university has not overcome the reformist vicissitudes and is already launching itself into the challenge of a new curricular composition for the formation of teachers. Therefore, we will present here the analysis of the curricular plan evidenced by the Open University of Brazil (UAB) program through the implementation of a new didactic-pedagogical model under the guidance of a teacher profile coming from undergraduate degrees. In this context, the research highlights that the parameters incorporated by the UAB provoke in the work the control of the contents and rhythms to be learned and measured by the recent conditions of expansion of digital degree courses, semi-presential with the use of digital information technology in spaces Interaction, web, chat, email, tele-class and even the traditional training space.

**Keywords:** Training, teaching work and Open University of Brazil (UAB).

<sup>1</sup> Doutora em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [noadiamunhoz@doutorado.ufu.br](mailto:noadiamunhoz@doutorado.ufu.br).

## INTRODUÇÃO

Os elementos principais para a caracterização das condições de trabalho que encerram a rotina brasileira despertou simultaneamente para a observação de dois fenômenos, um sobre a intervenção pedagógica disponibilizada pelas ações governamentais estatais e outra pela adoção de programas direcionados para o controle do trabalho docente, o que ocasiona, por sua vez, a desqualificação, requalificação e intensificação do trabalho docente no ensino superior.

Sobre o primeiro fenômeno, temos que os arranjos organizacionais em torno da reconfiguração das relações de poder e autoridade combinada com novas palavras de ordem ao profissionalismo e a burocracia, inauguram uma nova autoridade gerencial complexa, híbrida e ideológica respaldada pelo conceito teórico do gerencialismo aplicados aos projetos de reforma estatal. O estudo de Newman & Clarke (2012) exemplifica a proliferação dessa particularidade gerencial e seus efeitos de reforma. O que denominaram de gerencialismo nada mais era do que a implementação de uma nova gestão pública pós década de 1980 proclamadas pelas agências internacionais de desenvolvimento monetário (período Thatcherian). No entanto, destacam que o gerencialismo tornou-se um modelo global para reforma estatal, as quais trazem as seguintes características: abordagens mercadorocêntricas, com um retorno à contratualização, separação comprador fornecedor e mercados internos ou quase mercados; uma economia mista emergente de prestação e financiamento de serviços; um processo complexo de reestruturação e desregulação da força de trabalho; e um privilegiamento retórico subsequente do cliente ou consumidor de serviços público. Quanto ao aspecto da gestão, temos que: o controle prático de custos na busca por maior eficiência, principalmente pela produtividade do trabalho intensificado produziu a celebração mais dinâmica do gestor-como-herói sendo articulado no novo gerencialismo, particularmente naquelas novas concepções de gestor como líder e formatador da cultura corporativa, inspirando a infinita busca de qualidade e excelência. Entretanto, estavam centradas em uma pré-condição essencial para transformar as burocracias profissionais de bem-estar social em organizações modernas (NEWMAN & CLARKE 2012, p. 357-358).

Quanto ao aspecto dessa configuração gerencialista do Estado incorporada nas relações de trabalho educacionais, temos Gandin & Lima (2015), em exame sobre a gestão do trabalho docente, os quais constataram a execução de programas pré-concebidos com a perda de parte de sua autonomia pedagógica ao voltar seu trabalho para o controle dos conteúdos e ritmos de aprendizagem. A pesquisa analisa como decorre o processo de intensificação do trabalho docente devido à adoção de programas de intervenção pedagógica advindos da configuração gerencialista do Estado.

Em específico, para as constatações pertinentes à classe trabalhadora no interior da universidade pública brasileira a hipótese reside nas influências recebidas pelo Estado gerencial acabaram por espalhar limitações

nas práticas gestoriais, os desdobramentos para o docente, em especial, consistem no aumento do controle no trabalho e constante perda de autonomia. Para a gestão, o incentivo à modernização e a inserção da racionalização aos meios de trabalho acabam por encerrar um perfil de gestor autocentrado, burocrático e impessoal, reflexo da cultura organizacional subjacente ao contexto mais amplo das políticas educacionais e suas tendências.

Contudo, a esse respeito, chamo a atenção para a defesa de uma reforma sistêmica da própria estrutura do sistema do capital, no sentido de romper com a lógica do capital e contemplar na educação a alternativa de uma reforma radical e concretamente sustentável. Portanto, concordo com Mészáros (2008) no cumprimento dessa tarefa histórica que envolve a mudança das condições objetivas de reprodução da sociedade, no sentido de reconquistar o controle total do próprio capital e não simplesmente das personificações do capital que afirmam os imperativos do sistema.

O papel da educação é soberano, tanto para a elaboração de estratégias apropriadas e adequadas para mudar as condições objetivas de reprodução, como para a *automudança consciente* dos indivíduos chamados a concretizar a criação de uma ordem social metabólica radicalmente diferente (MÉSZÁROS 2008, p.65).

Nesse contexto, de fato a educação, em seu papel principal desalienante de transformação progressiva da consciência, demonstra suas condições concretizadoras de pensar em sua universalização indissociada da ideia de universalização do trabalho. Não somente o controle do trabalho, mas o controle da educação assume em conjunto o domínio da personificação do capital em sua relação de subordinação e dominação estrutural em igualdade. As razões históricas dos efeitos concretos e benéficos da educação sob a classe trabalhadora ensejam os imperativos pontuados pelo autor como requisitos na condução de alternativas contra as ofensivas do capital.

Uma educação para além do capital é comprometida em romper com o círculo vicioso de um sistema deficiente regido pelos apetites artificiais ora de desperdício, outrora de escassez orientada pela expansão do capital em nome de sua contraproducente acumulação. Em oposição a esse crescimento, a autogestão das funções metabólicas sociais entende que a redefinição educacional caminha para a proclamação de uma educação continuada, de transformação social, ampla, emancipadora e de automeiação. O conceito de mediações de segunda ordem inclui a sobrevivência do *Estado*, a relação de troca orientada para o *mercado* e o *trabalho* em sua subordinação estrutural ao capital. A interposição desses três entes – Estado, mercado e trabalho – impõe à humanidade na contemporaneidade o fetichismo, a reificação e a alienação em suas diferentes formas de reprodução.

A educação para o trabalho, nesse caminho, também leva outra conotação por estar direcionada

pela ideia de um novo trabalhador, ou seja, mais escolarizado e mais qualificado. Assim, o aprender continuamente tornou-se uma nova palavra de ordem para o cumprimento das necessidades momentâneas do mercado de trabalho. A educação, nesse sentido, toma outro direcionamento e caminha para o conceito de multifuncionalidade, flexibilidade e empregabilidade (MACIEL; PREVITALI, 2011).

Na abstração dessa realidade é evidente o papel desempenhado pela produção humana determinada pelas relações extra econômicas imediatizadas pelos modos de produção concretos derivados da teoria marxista que conclui que a ação das leis puramente econômicas do capitalismo estratifica as relações entre os homens. A explicação fica assim entendida, segundo o ponto de vista marxista,

O processo só se torna misterioso quando as relações econômicas não são entendidas como relações entre homens – o que já ocorreu e continua a ocorrer, até mesmo no interior do marxismo –, mas, ao contrário, são fetichizadas, 'reificadas' – por exemplo, através de uma identificação das forças produtivas com a técnica tomada em si mesma, concebida como algo autônomo (LUKÁCS 2012, p. 336).

Daí a manifestação do ser social, do homem e sua abstração do real partir da complexidade do processo de trabalho, o que significa dizer em outras palavras que a ação humana é modelada pelo desenvolvimento do trabalho. O desenvolvimento objetivo do homem em sua autenticidade ontológica<sup>1</sup> necessita da *presença do trabalho* socialmente necessário. A maneira mais explícita de valorização da ação humana social e de efetivo desenvolvimento de sua essência ontológica se vincula diretamente ao trabalho. É o trabalho segundo suas peculiaridades que produz a gênese do ser social, as consequências de todo e qualquer trabalho humano assumem de imediato alternativa autêntica de transformação sobre o sujeito e possuem a significativa tendência a naturalizar as suas relações e as estruturas da práxis social para não desaparecer no ato da efetivação do trabalho a essência social do homem. Por isso, é preciso, sobretudo direcionar o exercício do trabalho docente em sua cotidianidade, ou seja, em sua materialidade, a fim de evitar imediatismos ou generalizações em termos ontológicos de interpretação da realidade imediata subjetiva que circunda o trabalho social do professor universitário e do gestor do ensino.

<sup>1</sup> No que se refere à filosofia da natureza, Marx sempre se posicionou rigorosamente contra a tradicional separação entre natureza e sociedade, que Feuerbach tampouco superou, sempre considerou os problemas da natureza, predominantemente, do ponto de vista de sua inter-relação com a sociedade. Marx reconhece uma só ciência, a ciência da história, que engloba tanto a natureza quanto o mundo humano, contrapôs a exigência de levar em conta, de modo concreto e materialista, todas as relações da vida humana e, antes de tudo, as relações histórico-sociais. A luz ontológica de sua teoria consiste em problematizar essas relações natureza/sociedade (LUKÁCS 2012, p. 285).

Na sociedade capitalista, determinadas condições de trabalho destituem os pressupostos de determinação do processo real da vida em sua historicidade, as abstrações da realidade e a determinação da consciência social começam, portanto, a substituir as bases materiais de produção e a própria força de trabalho é apresentada apenas na imaginação. Assim, o contrário dessa concepção Marx & Engels (2009) apresentam a consciência como elemento diretamente entrelaçado com a atividade material, como sendo intercâmbio material dos homens, isto é, a linguagem da vida real. As diferentes formas de consciência correspondem à vida real do homem, e o que importa é a sua consciência, por isso, a abstração da realidade não perde o seu meio de existência resultando no processo real da vida e da ação dos indivíduos de cada época. A consciência manifesta a identidade da natureza humana, a relação limitada homem/natureza, bem como a relação limitada de uns com os outros em sociedade e inaugura a descoberta da consciência da necessidade em meio à divisão do trabalho por conta do intercâmbio social.

A concepção de objetivação do trabalho, mediante a descoberta da relação de intercâmbio do homem com a natureza e após com a sociedade, exprime que os trabalhadores não apenas produzem mercadoria que possuem valor no mundo das coisas, se desapropriam do objeto criado e começa a estabelecer uma relação de dependência nociva não somente à sua própria vida, aos objetos do trabalho. Daí então, Marx conceitua o processo de objetivação do trabalho em sua apropriação de estranhamento no trabalho. Vejamos:

Sim, o trabalho mesmo se torna um objeto, do qual o trabalhador só pode se apossar com os maiores esforços e com as mais extraordinárias interrupções. A apropriação do objeto tanto aparece como estranhamento (*Entfremdung*) que, quanto mais objetos o trabalhador produz, tanto menos pode possuir e tanto mais fica sob o domínio do seu produto, do capital. Na determinação de que o trabalhador se relaciona com o produto de seu trabalho como [com] um objeto estranho estão todas estas consequências. Com efeito, segundo este pressuposto está claro: quanto mais o trabalhador se desgasta trabalhando (*ausarbeitet*), tanto mais poderoso se torna o mundo objetivo, alheio (*fremd*) que ele cria diante de si, tanto mais pobre se torna ele mesmo, seu mundo interior, [e] tanto menos [o trabalhador] pertence a si próprio (MARX, 2010, p. 81).

A medida mais apropriada para determinar o trabalho docente em sua profissionalização consiste em trazer o sentido de pertencimento de si quando na ação de seu exercício reduzindo o esforço desnecessário desalienante e mecânico da realidade social na qual estamos inseridos. A sociedade capitalista produz objetos de valor, estipula contratos de gestão que aderindo ou não acabamos vitimizadas ao dispensar esforços inutilmente.

As mediações *online* desenvolvidas em fóruns de discussão para a formação nos cursos de licenciatura dos futuros professores compõem elementos desejáveis e não desejáveis por apresentar múltiplos letramentos à formação universitária. As novas práticas sociais deveriam ser categorizadas por conceitos de mediação e de orientação didática fundamentada pelo esclarecimento de dúvidas, explicações teóricas, exemplificações, proposição de perguntas para estimular o debate na direção adequada dentre outras múltiplas mediações da aprendizagem. O trabalho docente virtual ou o teletrabalho, assim denominado, deslocaliza o trabalhador, propõe uma nova relação com o espaço físico e permite contornar dois limitantes organizacionais: o tempo e o espaço o que acarreta, por sua vez, a perda do sentimento de pertencimento e a aproximação da inserção do trabalho pedagógico nas relações de produção do capital (MILL & FIDALGO; 2009 p.223).

Para Rangel et al. (2015), a performance da educação a distância deve apresentar uma reedição de práticas para a formação de professores universitários, quais sejam: a) a necessidade de explicitar os objetivos de cada fórum, indo além do que parece óbvio; b) a possibilidade de flexibilização de prazos de acordo com o ritmo e andamento de cada turma; c) os objetivos e contornos da mediação em cada fórum; d) a eventualidade de conflitos e discussões superficiais; e) o domínio da escrita necessária, visto que a mediação online baseia-se fortemente nela; f) a qualidade da mediação; g) o forte apelo de mediação praxiológicas em fóruns de cursos de formação continuada; h) a importância das mensagens afetivas, baseadas em papéis colaborativos; i) um espaço definido para questões de gerenciamento do curso.

Vale ressaltar que a reedição dessa prática tem sujeitado o trabalho docente a certo desamparo didático-metodológico, no sentido de caminhar para espaços de mediação subjetivos demais para uma aprendizagem significativa para o professor universitário o que acaba por promover uma cultura do desgaste funcional e da culpabilização de si.

O que há de problemático nisso a teoria marxista responde, no entanto, à luz dos conceitos marxistas promoveu sem querer a sensação de culpa diante do regime utilitarista totalmente moldado pelas preferências do capital. O trabalho docente agrega essa controversa entre ser e não ser produtivo no regime da modernidade, pois depende do conceito de docência que implica a análise da natureza desse trabalho. As políticas públicas disponibilizam a contribuição da distribuição de ampla formação em serviço, com slogans, argumentos, dados de crescimento das taxas de matrícula, acesso e expansão da universidade pública, as crenças são favoráveis, mas as condições nem tanto para o professor universitário.

A natureza econômica do trabalho pela ciência fora comprometida pela lógica do universo da economia que assume aqui duplo sentido, ou seja, o ganho político e/ou o ganho econômico<sup>2</sup>. O comprometimento

<sup>2</sup>... o fetichismo inerente à mercadoria e ao dinheiro parece ter sido contido durante algumas décadas com a ajuda das instituições sociais e políticas

reside em passar por cima das questões sociais que engendram as questões fundamentais das relações transnacionais, à multiplicação das inovações, o espaço cibernético, a transposição de barreiras geográficas, a criação de novos espaços, a ampliação do lucro, a racionalização da produção, a adaptação dos comportamentos às novas circunstâncias, o empreendedorismo, as microempresas, o crescimento do mercado informal, o fluxo do capital rentável, o ócio, o individualismo exacerbado, o consumismo, o incentivo ao entretenimento, o apego a futilidades, são apenas algumas características da natureza econômica do trabalho segundo o ponto de vista da mundialização do capital científico.

Para participar desse mercado efêmero, a literatura, por exemplo, abandona o romance pelo conto, os intelectuais abandonam o livro pelo *paper*, o cinema é vencido pelo videoclipe ou pelas grandes montagens com 'efeitos especiais'. Para a ideologia pós-moderna, a razão, a verdade e a história são mitos totalitários; o espaço e o tempo são sucessão efêmera e volátil de imagens velozes e a compressão dos lugares e instantes na irrealidade virtual, que apaga todo o contato com o espaço-temporal enquanto estrutura do mundo; a subjetividade não é a reflexão, mas a intimidade narcísica, e a objetividade não é conhecimento do que é exterior e diverso do sujeito, e sim um conjunto de estratégias montadas sobre jogos de linguagem, que representam jogos de pensamento. A história do saber aparece como troca periódica de jogos de linguagem e de pensamento, isto é, como invenção e abandono de 'paradigmas', sem que o conhecimento jamais toque a própria realidade (CHAUÍ 2003, p.11).

A mundialização geograficamente volátil cria relações sociais e sistemas de produção marcados por rearranjos políticos distintos no que diz respeito a maneiras de viver e suas sociabilidades. No entanto, a situação da classe trabalhadora basicamente fica reduzida a espaços evolutivos estressantes e conflituosos o que em nada contribui para a qualidade estrutural da sociedade como um todo. Chamo a atenção principalmente para o âmbito do trabalho educacional, especificamente produto da ciência, o qual fica a margem, sujeito a uma sociabilidade educacional periférica reduzida a espaços tensos e contraditórios de relações de poder entre a política e a economia.

Efetivamente, a força da ideologia neoliberal se apoia em uma espécie de neodarwinismo social: são "os melhores e os mais brilhantes", como se diz em Harvard, que triunfam. Por trás da visão mundialista da internacional dos dominantes, há uma filosofia da competência, segundo a qual

que comprimiram o capital em um quadro nacional, a mundialização do capital apresenta-se como sendo o quadro onde" a relação social dos produtores no conjunto do processo do trabalho aparece mais uma vez e com uma força renovada como uma relação social externa a eles, uma relação entre objetos". (CHESNAIS 2000, p.9)

são os mais competentes que governam, e que têm trabalho, o que implica que aqueles que não têm trabalho não são competentes. (...) Para o sofrimento social, contribui em grande medida a miséria do desempenho escolar que não determina apenas os destinos sociais, mas também a imagem que as pessoas fazem desse destino. (...) Porque se passou do intelectual engajado ao intelectual descolado? Em parte porque os intelectuais são detentores de capital cultural e porque, mesmo que sejam dominados pelos dominantes, fazem parte dos dominantes. É um dos fundamentos de sua ambivalência, de seu tímido engajamento nas lutas. Eles participam confusamente dessa ideologia da competência (BOURDIEU, 1997 p. 35 grifos).

A esse processo educacional destacamos que a função da ideologia consiste em pensar o que devemos e como devemos pensar o que devemos e como devemos valorizar sentir, fazer. Enfim, a ideologia é um conjunto lógico, sistemático e coerente de representações, ideias, valores e condutas e dissemina para toda a sociedade as ideias e os valores da classe dominante que, por sua vez, são tomadas como universais para todas as classes sociais. A educação não deve, portanto, ocultar a divisão social das classes e nem legitimar o discurso competente, pois se assim o fizer estará contribuindo para exigências e demandas das organizações empresariais, isto é, do capital, configurando o que podemos denominar de o empresariamento da educação. Vejamos:

Se reunirmos o discurso competente da organização e o discurso competente dos especialistas, veremos que estão construídos para assegurar dois aspectos hoje indissociáveis no modo de produção capitalista: o discurso da organização afirma que só existe racionalidade nas leis do mercado; o discurso do especialista afirma que só há felicidade na competição e no sucesso de quem a vence. Na medida em que essa ideologia está fundada na desigualdade entre os que possuem e os que não possuem o saber técnico-científico, este se torna o lugar preferencial da competição entre indivíduos e do sucesso de alguns deles contra os demais. Isso se manifesta não só na busca do diploma universitário a qualquer custo, mas também na nova forma assumida pela universidade como organização destinada não só a fornecer diplomas, mas também a realizar suas pesquisas segundo as exigências e demandas das organizações empresariais, isto é, do capital. Dessa maneira, a universidade alimenta a ideologia da competência e despoja-se de suas principais atividades: a formação crítica e a pesquisa (CHAUÍ, 2014, p.58).

O capitalismo tornou a ciência uma força produtiva e mais um agente de acumulação do capital, sendo que os cientistas e pesquisadores tornaram-se

fragmentos econômicos e força geradora do conhecimento e da informação diretamente convertida em matéria-prima no setor de serviços e prestação de serviços educacionais. Como consequência tem-se a desvalorização das classes sociais, o aumento da pobreza, a dispersão da comunidade científica, aceleração da qualificação, desqualificação de mão de obra, proliferação do setor de serviços, desregulamentação econômica e formação de monopólios financeiros mundiais.

### Vicissitudes reformistas: projeto UAB (universidade aberta do brasil)

A partir da segunda década do século XXI, mais especificamente a partir do governo Lula da Silva, foram empreendidas uma série de programas no setor do ensino superior com ênfase para o aumento e melhoria de oferta dos serviços educacionais em todo o país. Nesse sentido, o maior acesso à educação deveria ser distribuído em todo o território nacional por intermédio de uma política pública de reestruturação desse nível de ensino. Silva, Vicentim, Nascimento e Oliveira (2015) identificaram os seguintes programas: Programa Universidade para Todos (PROUNI), Fundo de Financiamento Estudantil (FIES), Sistema de Seleção Unificada (SISU), Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), Expansão da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica e Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB).

A composição de um sistema de ensino na modalidade à distância com a finalidade de expandir a oferta de cursos e programas e com o objetivo de *ampliar o acesso* à educação superior e reduzir as desigualdades de oferta de ensino superior entre as diversas regiões brasileiras configura-se da seguinte maneira:

... embora a nomenclatura indique Universidade, se trata de uma rede de instituições de ensino superior públicas atuando em consórcio. Embora a nomenclatura indique Aberta, o acesso se dá apenas aos aprovados em exames de seleção, e, embora a modalidade seja a distância, por normativa do Ministério da Educação, são necessários encontros presenciais nos polos de apoio, sendo que para a graduação estes encontros são semanais (SILVA, VICENTIM, NASCIMENTO E OLIVEIRA 2015, p.12).

Pela análise da implementação do sistema UAB, após nove anos, identificamos uma grande expansão estando a UAB presente com seus polos em 622 municípios brasileiros, mais que duas vezes o número de 252 municípios que abrigam campus das Universidades Federais. Quando se trata de redução da desigualdade da oferta de ensino superior em termos regionais, em se tratando da instalação de unidades, a UAB não compensa os desequilíbrios das instalações dos *campi* universitários, municípios de pequeno e grande porte, de modo que, é possível reduzir a desigualdade de oferta entre municípios pequenos. Vejamos:

**Tabela 1:** Panorama da expansão universitária

	2002	2014
IFES	45	63
Campus	148	321
Cursos de Graduação Presencial	2.047	4.867
Vagas Graduação Presencial	113.263	245.983
Matrículas Graduação Presencial	500.459	932.263
Matrículas Educação à Distância	11.964	83.605
Matrículas Pós-Graduação	48.925	203.717

**Fonte:** CENSO/2013-Inep

Sendo assim, o Plano de Desenvolvimento da Educação (2007) estabeleceu três ações para a formação docente contidas no contexto da Universidade Aberta do Brasil-UAB (dec. 5.800/2006). O que, por sua vez, favoreceu a ampliação da qualificação de professores a cargo da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES) (lei 11.502/2007), concomitantemente, estimulou a iniciação à docência. Tanto a UAB quanto a CAPES apresentam estratégias para a formação de professores com o objetivo de estabelecer a formação e a valorização dos trabalhadores em educação movida pela concepção de formação sólida, teórica e interdisciplinar com articulação teórico-prática, que tenha o trabalho como princípio educativo e a pesquisa com princípio cognitivo. A qualidade do ensino aos egressos dos cursos de licenciatura é parte integrante do núcleo de saberes para a formação mediante educação à distância e presencial.

O Plano Nacional de Educação (2014)<sup>3</sup> exige fontes orçamentárias e operação de créditos, além da redistribuição de recursos educacionais, principalmente após a promulgação das Emendas Constitucionais nº. 53/2006 e nº 59/2009, responsáveis pela criação do Fundo de Desenvolvimento da educação básica e valorização dos profissionais da educação e pela Lei Federal nº 11.494/2007 que cria o FUNDEB, outro regime cooperativo consolidado pelo PNE que sintonizam um equilíbrio do pacto federativo entre a União e o Estado, exprimem o esforço organizado em regulamentar o Sistema Nacional de Educação de maneira articulada, materializa-se com a criação do Piso Salarial Profissional Nacional do Magistério – PSPN respaldado pela Lei nº. 11.738/2008.

A aprovação do PNE é a expressão institucional do esforço organizado, autônomo e permanente do Estado e da sociedade brasileira pela educação, tendo como finalidade precípua a garantia de um padrão unitário de qualidade nas instituições educacionais em todo o país. Esse documento redimensiona o cenário atual e contribui na viabilização de uma educação de qualidade, princípio

<sup>3</sup> O documento referência da Conferência Nacional de Educação CONAE (2014) é responsável pelo movimento de discussão referente às diretrizes do novo PNE para a educação superior. O referido documento traz o debate político e social pelo eixo de sistema nacional de educação, assegurando a articulação entre os entes federados e os setores da sociedade civil, cujos eixos temáticos têm como perspectivas: democratização, universalização, qualidade, inclusão, igualdade, diversidade e a valorização dos profissionais da educação, constituindo-se em um marco histórico para a educação brasileira na contemporaneidade (FRANÇA, 2014, p.418).

há muito requerido pela Constituição Federal de 1988, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 e Plano Nacional de Educação (PNE) de 2001. O novo regime de colaboração assumiu características de descentralização no contexto educacional com o objetivo de combater as desigualdades regionais entre regiões e municípios, outro aspecto, a ação entre as esferas do governo e as unidades subnacionais mantém significativa autonomia decisória e capacidade de autofinanciamento.

A política de financiamento tornou-se premente após a reforma educacional iniciada na década de 1990, principalmente com as políticas de fundos e de descentralização financeira. Portanto, o ex-Fundef e o Fundeb são programas focalizados, de cunho descentralizador e indutores do regime de colaboração. Nesse contexto, a descentralização deve ser entendida como sendo a transferência ou a ampliação e competências e responsabilidades de planejamento, gestão e controle dos recursos financeiros. O regime de cooperação acontece no financiamento por meio do compartilhamento de responsabilidades. Seria, pois, a responsabilização dos órgãos educacionais na gestão financeira da educação (FRANÇA, 2014, p. 427).

O financiamento da educação, pela via do regime de colaboração entre os entes federativos mediante a gestão de recursos públicos apresenta a forte implementação de políticas neoliberais. A composição dos recursos destinados a manutenção e expansão do sistema educacional encontram-se vinculado aos recursos da União e dos Estados, os quais apenas um percentual de 25% tem aplicabilidade à educação dos recursos somados e arrecadados no todo. No documento do CONAE (2014), o debate gira em torno da proposta para o aumento dos índices, ficando de 25% a 30% para a União, Estados e Municípios, respectivamente, proposta que se encontra em fase de aprovação pelo Projeto de Lei Federal nº103/2012.

Tanto a lei<sup>4</sup> da “nova CAPES”<sup>5</sup> quanto as exigências

<sup>4</sup> Portaria n. 1403 de 9 de junho de 2003 que institui o Sistema Nacional de Certificação e Formação Continuada de Professores.

<sup>5</sup> Busca a finalidade de transformar a formação de professores numa política de Estado com vistas à qualidade da formação. A palestra de abertura da coordenadora da Diretoria de Educação Básica Da Capes teve como chamada o fortalecimento da formação acadêmica nas Faculdades de Educação e afins, aproximar as Faculdades de Educação e os Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia e os Centros Federais de Educação Tecnológica e demais licenciaturas. Uma tensão entre o aumento da demanda por formação de professores em nível superior e a incapacidade de atendimento ou oferta de formação, afora a questão do abandono dos cursos de formação pelas estudantes. Uma segunda tensão representada pelo índice de Desenvolvimento da Educação Básica IDEB, por uma formação que desconsidera o preparo do cidadão. Há ainda o problema do ingresso da juventude na carreira do magistério (a universidade forma apenas 34% dos licenciados) o que implica pensar a aproximação do estudante por meio do Estágio e das Práticas de Ensino. As políticas e ações da “nova CAPES” cuida dessas questões, em termos de fomento a pesquisa o programa oferece bolsas de iniciação a Docência/PIBID/CAPES; cuida do programa de Consolidação das Licenciaturas/PRODOCÊNCIA/MEC (apresenta financiamento de bolsas desde 2006); o observatório da educação (edital com financiamento

advindos da UAB e as regras do regime de colaboração do sistema nacional de educação pautados pelo PNE, traduzem a composição neoliberal na esfera político-econômica de forte conotação ideológica direcionada para as ações de profissionalização e valorização do magistério. Essa política tem tentado moldar a profissão docente ao combinar elementos problemáticos e instáveis com o objetivo último de controle da profissão.

Para Marques (2009), os profissionais da educação estariam sendo alvo de novas estratégias de controle ou regulação, posto que os professores estivessem reivindicando certo grau de autonomia e de descentralização administrativa. A formação de professores ligada, sobretudo ao processo de expansão do REUNI e vinculada ao desenho da Universidade Nova, as duas novas palavras de ordem até então existentes exigem expansão e reestruturação. No entanto, a autora chama atenção para que no momento de análise a contrapartida dos representantes dos professores no âmbito do Fórum dos Dirigentes Universitários (FORUMDIR) seja de expandir e reestruturar resguardando a qualidade da formação como pressuposto e finalidade. A formação e o trabalho docente são subtemas, partes da composição da programação de temáticas mais relevantes sobre a formação de professores; portanto, a prioridade é valorizar e não medir esforços no campo das disputas pela formação.

Nessa mesma direção, Del Pino, Vieira e Hypólito (2009) identificaram que com a inserção exacerbada da tecnologia no espaço educacional aspectos de um novo gerencialismo inaugura a dimensão do controle de cada docente dentro de fora da sala de aula, o controle é um mecanismo intrínseco da sociedade do conhecimento e produz inseridos no discurso do gerencialismo a intensificação do trabalho docente. A conversão das capacidades individuais e da liberdade de escolha em autogovernança do mercado emitem juízos de valor para o discurso do novo gerencialismo e constitui-se um novo modelo de resistência nas relações de trabalho na universidade pública. Trata-se de uma concepção estratégica que coordena e conduz a ação do outro. O domínio das tecnologias cristaliza as subjetividades dos professores por meio de práticas educativas e pedagógicas de responsabilidade individual sobre a eficiência, a qualidade e a produtividade do processo de trabalho educacional. A naturalização da lógica do mercado é presente nesse discurso, pois é efeito dessas governamentalidade.

O processo de produção do trabalho docente permite a instalação de padronização do fazer educativo, aprofundando a separação entre concepção e execução sobre cada dimensão do ensino. A profissionalização coloca-se a mercê da instauração de processos de avaliação e comparação direcionados para a necessidade de alinhar a própria identidade dos professores que são agora reduzidos a clientes e consumidores, não havendo distinção entre liberdade e consumo, educação e treinamento.

de projetos direcionados para a formação dos professores na carreira do magistério no âmbito de programas de formação continuada). A intenção é manter a ideia de centros de Formação de Professores envolvendo pesquisas e a pós-graduação em universidades públicas por meio das Faculdades de Educação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plano ideológico sustenta basicamente esses micropoderes reformistas concedidos a princípio pelas transformações na organização da divisão do trabalho. Ainda são estimulados métodos e técnicas rígidos para se justificar a não redução do tempo de trabalho mesmo que sejam veementemente contestados.

É bem verdade que fazer da profissão professor uma rotina incessante de corrida para resultados impulsiona para a mesma reinvenção, ao invés de condenar o ofício, é preciso colocar-se profundamente no emaranhado de suas relações sociais e buscar o compromisso não da condenação, mas da memória do trabalho e do conjunto de realizações alcançadas. Em estudo crítico sobre a formação do professor foi possível despertar para o desenvolvimento em primeiro lugar das respostas encontradas no exercício da reflexão no afã da docência, os princípios da autobiografia, da história de vida, do ego história, da biografia educativa, da narrativa de formação e da cartografia perfazem o interesse em suscitar o enfrentamento de si mesmo e do escolher ser professor. Evidentemente, quando tratamos do processo de formação nos cursos de licenciatura, o ponto de partida é inventariar toda uma vida e enchê-la de princípios organizativos de uma prática em sua totalidade.

Nesses marcos, identifico-me com a instância teórica de Pereira (2013) que conceitua o professor em seu vir a ser, em seus dizeres, para o exercício de um novo professor em mim. O devir-professor-em-mim era virtual e abandonou o caminho seguro e repetitivo das aulas/palestras e se permitiu trilhar o caminho das aulas/pesquisa. O 'dador de aulas', alguém que, sobretudo, abreviava o trabalho dos alunos, o desempenho concentrava-se em ler o que os alunos deveriam ter lido, pensar o que eles deveriam ter pensado, compor a aula e, em seguida, apresentar o percurso, de fato, o professor seria um atalho para a formação de seus alunos. Segundo o ponto de vista institucional, a universidade contribuía para trazer a forma pronta, a redução dos tópicos a serem planejados e a formação instrucional de treinamento e fabricação de identidades. Nesse contexto, a realidade do trabalho docente conjuga o trivial. Que se restaure o movimento infinito e cíclico das disciplinas e dos campos do saber e espalhem o desvelamento da apropriação dos meios de produção da subjetividade. Em suma, a mediação no processo de formação de professores incorpora a didática do recomeço, da recriação, da cristalização, da referência, do parâmetro, da decisão, da vontade, da consciência, do compromisso, da ruptura, da emancipação, dos sonhos, do experimentar, da possibilidade.

## REFERÊNCIAS

BOURDIEU, P. **Os usos sociais da ciência**: Por uma sociologia clínica do campo científico. Tradução de Denice Barbara Catani.. São Paulo: Editora UNESP, 1997.

BRASIL/MEC/INEP. Censo da educação Superior 2013. Acessado em outubro de 2015 (25 páginas). Acesso: [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)

BRASIL/MEC/SESu. **Balanco Social**: a democratização e expansão da educação superior no país de 2003 a 2014. (106 páginas). Acesso: [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)

BRASIL, Decreto nº5. 800. **Regulamenta o sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB)** ago. 2006.

BRASIL/MEC/SESU. **Relatório de gestão**. Prestação de contas ordinária anual. Relatório de Gestão consolidado. Abril, 2015 (1628 p.). Disponível: <[www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)>. Acesso: data

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, ano CXXXIV, n.1.248, 23 dez. 1996. P.27833-27841.

BRASIL. **Ministério Público do Trabalho e os Direitos dos Trabalhadores** / Ministério Público do Trabalho, Procuradoria Regional do trabalho da 17ª Região, Projeto PCDLegal. – Vitória: Procuradoria Regional do Trabalho da 17ª Região, 2014.

CUNHA, L. A. **A universidade reformanda: o golpe de 1964 e a modernização do ensino superior**. 2ª edição. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

CHAUÍ, M. **A ideologia da competência**. André Rocha (org). Belo Horizonte: Autêntica Editora; São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2014.

\_\_\_\_\_. A universidade pública sob nova perspectiva. In: **Revista Brasileira de Educação**, set-dez, n. 24. ANPED, São Paulo (pp. 5-15), 2003.

CHESNAIS, F. **A mundialização do capital**; tradução Silvana Finzi Foá. São Paulo: Xamã, 1996.

\_\_\_\_\_. Mundialização: o capital financeiro no comando. In: **Revista o capital financeiro no comando**. Out. (p.7-28), 2000.

DEL PINO, M. A. B. & VIEIRA, J. S. & HYPOLITO, A. M. Trabalho docente, controle e intensificação: câmeras, novo gerencialismo e práticas de governo. In: FIDALGO, F., OLIVEIRA, M. A. M. & FIDALGO, N. L. R. (orgs). **A intensificação do trabalho docente: tecnologias e produtividade**. Campinas, SP: Papyrus, 2009. (série Prática Pedagógica)

FRANÇA, M. Plano Nacional de Educação e o regime de colaboração: os indicadores educacionais e financeiros. In: **Revista Brasileira de Política e Administração da educação (RBPAAE) ANPAE**; Editora: Janete Maria Lins de Azevedo. Recife: ANPAE, 2014, v.30, n.2 (maio./ago. – 2014).

LUKÁCS, G. (1885-1971). **Para uma ontologia do ser social**. Tradução Carlos Nelson Coutinho, Mario Duayer e Nélio Schneider. São Paulo: Boitempo, 2012.

MACIEL, R. M. & PREVITALI, F. S. Impacto das políticas públicas do trabalhador da educação na rede estadual de ensino de patos de Minas / MG em 2011. **Revista Labor**. 2011. (6). p. 326-343.

MARX, K. **O capital crítica da economia política. O processo de produção do capital (livro I)**, vol. 1. 26ª edição. Tradução de Reginaldo Santana. Civilização Brasileira. Rio de Janeiro. 2008.

MARX, K. (1818-1883). **Trabalho assalariado e capital & salário, preço e lucro**. 2ª edição. São Paulo: Expressão Popular, 2010. (144p)

MARX, K. **Manuscritos Econômico-filosóficos**. Tradução, apresentação e notas Jesus Ranieri. 4ª reimpr. São Paulo: Boitempo. 2010. (189p)

MARX, K & ENGELS, F. **A ideologia alemã**. Tradução de Álvaro Pina. 1ª edição. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

MARX, K & ENGELS, F. **Textos sobre educação e ensino**. Editora Moraes, SP, 1976.

MARX, K. **O capital**. São Paulo: Abril Cultural, 1983, v.1, t.1.

MARX, K. **Contribuição à crítica da econômica política**. SP. Expressão Popular. 2008.

MARX, K. **Manifesto do Partido Comunista**. Braga. São Paulo: Editora Escala, 2009.

NEWMAN, J. & CLARKE, J. Gerencialismo. In: **Revista Educação e Realidade**. Porto Alegre, v. 37, n.2, p.353-381, maio/ago.2012.

PEREIRA, M. V. **Estética da professoralidade: um estudo crítico sobre a formação do professor**. Santa Maria: Ed da UFSM, 2013. (248p)

SILVA, M. R.; VICENTIN, I. C.; NASCIMENTO, D. E.; OLIVEIRA, G. B. A universidade aberta do Brasil como política pública de ampliação do acesso ao ensino superior e redução das desigualdades de oferta de ensino superior entre as regiões do Brasil. In: **Revista eletrônica FAFIT/FACIC**. V.6, n. 01, jan/jun, 2015 (p. 8-18).

● REVISTA

# INOVA

Ciência &  
Tecnologia

[periodicos.iftm.edu.br](http://periodicos.iftm.edu.br)



MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO

