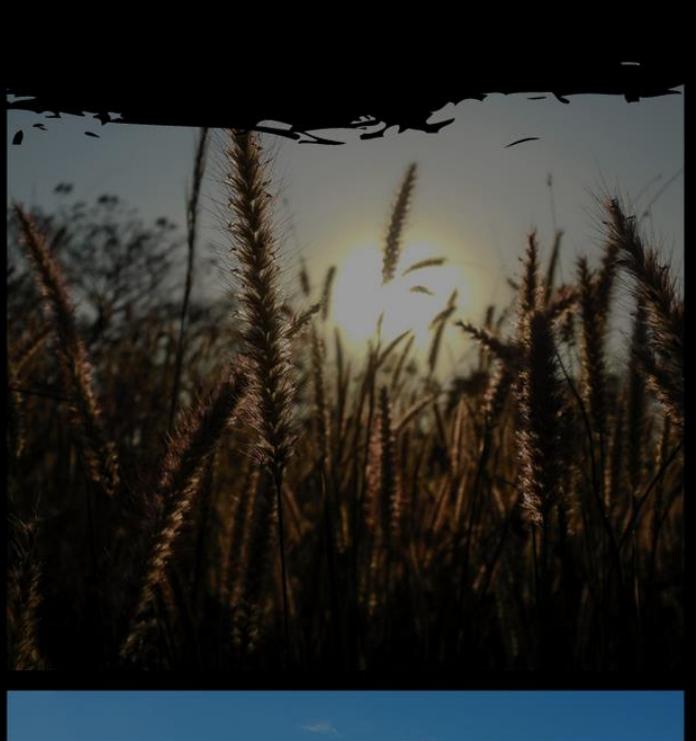


# CIÊNCIAS RURAIS EM FOCO

VOLUME 2



ORGANIZADOR

---

EZEQUIEL REDIN



 Editora Poisson

1º Edição  
2021

Ezequiel Redin  
(Organizador)

# Ciências Rurais em Foco

## Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte  
Poisson  
2021

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais  
Msc. Davilson Eduardo Andrade  
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas  
Msc. Fabiane dos Santos  
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia  
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC  
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy  
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

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

C569

Ciências Rurais em Foco - Volume 2 -  
Organização: Ezequiel Redin - Belo  
Horizonte - MG: Poisson, 2021

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-066-8

DOI: 10.36229/978-65-5866-066-8

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Agricultura 2. Meio Ambiente 3.  
Zootecnia 4. Ciências Agrárias I. REDIN,  
Ezequiel II. Título.

CDD-630

**Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896**

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

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

[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Determinação da Velocidade de Infiltração Básica da água no Neossolo por meio de anéis de concêntricos na área experimental da UFS..... 07

Amanda de Azevedo Gonçalves, Elisângela Ferreira de Sousa, Idamar da Silva Lima, Ricardo David Castillo Salazar, Raimundo Rodrigues Gomes Filho

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.01

**Capítulo 2:** Interação lâmina e qualidade da água de irrigação na salinização edáfica no sertão pernambucano ..... 12

Renato Veríssimo da Silva Filho, Carlos André de Souza Sá, Romário Monteiro Horas, Edimir Xavier Leal Ferraz, Antônio Henrique Cardoso do Nascimento

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.02

**Capítulo 3:** Densidade mínima de rede pluviométrica para o Município de Rio Largo-AL, com base na diversidade fisiográfica. .... 16

Cibelle Rodrigues Calheiros Lucena, Carlos Brancildes Monte Calheiros, Ewerton Christiano Lopes Cordeiro, Saniel Carlos dos Santos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.03

**Capítulo 4:** Índice de anomalia de chuva para mesorregião Sul Maranhense ..... 24

Leosvânio de Jesus Costa Ramos, Eduardo Silva dos Santos, Sheyla Sales de Oliveira, Tamara Sousa da Silva, Breno dos Santos Silva, Plinio Antonio Guerra Filho

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.04

**Capítulo 5:** Geoprocessamento aplicado ao potencial natural de erosão na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Peixe, SP ..... 28

Gildriano Soares de Oliveira, Luiz Sergio Vanzela, André Medeiros de Andrade, Bianca Kastembal Ferreira Silva

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.05

**Capítulo 6:** Atributos físicos, químicos e biológicos do solo sob influência do feijão guandu cajanus cajan (L. Millsp.) no município de Pacajá, Pará, Brasil ..... 42

Jhonatas Mota de Assis, Sandra Andréa Santos da Silva, Samia Cristina de Lima Lisboa, Vivian Dielly da Silva Farias, Amanda da Silva Nogueira, Marcos Antônio Souza dos Santos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.06

# SUMÁRIO

**Capítulo 7:** Semeadura antecipada e irrigação para incremento na produtividade da soja e milho “Safrinha”, em Tangará da Serra – MT ..... 62

João Danilo Barbieri, Rivanildo Dallacort, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas, Marco Antônio Camillo de Carvalho, Alcir José Modolo

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.07

**Capítulo 8:** Inoculação e coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em soja no sistema de sulco de semeadura ..... 72

Lucas Thomé Koswoski, Ana Paula Morais Mourão Simonetti, Evandro Luiz Nogarolli Casimiro, Gabriel Aires Ribeiro

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.08

**Capítulo 9:** Teste de germinação em sementes de cana-de-açúcar utilizando cruzamentos recíprocos..... 78

Luiz Gustavo da Mata Borsuk, Hugo Zeni Neto, Letícia Martins Montini, Renato Frederico dos Santos, Joseli Cristina da Silva, Túlio Felix José Golçalves, Claudete Aparecida Mangolin

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.09

**Capítulo 10:** Composição e propriedades da própolis, com ênfase em amostras de abelhas africanizadas e nativas do Semiárido Brasileiro ..... 81

Joselena Mendonça Ferreira, Dejour Message, Caroline C. Fernandes-Silva, Giuseppina Negri, Kátia Peres Gramacho, Antonio Salatino

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.10

**Capítulo 11:** Morfometria e índices zoométricos de ovinos da raça Morada Nova submetidos a diferentes estratégias de alimentação ..... 96

Francisco da Costa Rodrigues Terceiro, Elissimone Silva dos Santos, Breno Noronha Rodrigues, Francielle Gurgel de Castro Alves, Jesane Alves de Lucena

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.11

**Capítulo 12:** Proposta de implementação de área silvipastoril no Cariri Cearense.... 101

Dyovana Silva Pontes, Brisa do Svadeshi Cabral de Melo

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.12

**Capítulo 13:** Avaliação zootécnica de fêmeas suínas mantidas em sistema de criação ao ar livre no Semiárido Pernambucano ..... 107

Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, Marco Aurélio Carneiro de Holanda, Jefferson Moraes Azevedo

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.13

# SUMÁRIO

**Capítulo 14:** Infecção por *Myxobolus* sp. (myxozoa) em *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) oriundo do rio Uraim, em Paragominas, PA ..... 123

Isadora Sousa Farias, Isabelly Layla Freitas Santos, Jhonata Eduard Farias de Oliveira, Edilson Rodrigues Matos, Michele Velasco Oliveira da Silva

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.14

**Capítulo 15:** Lisina digestível para leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente semiárido..... 128

Jefferson Moraes Azevedo, Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, Marco Aurélio Carneiro de Holanda, Wilson Moreira Dutra Júnior

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-066-8.CAP.15

**Autores** ..... 139

# Capítulo 1

## *Determinação da Velocidade de Infiltração Básica da água no Neossolo por meio de anéis de concêntricos na área experimental da UFS*

*Amanda de Azevedo Gonçalves*

*Elisângela Ferreira de Sousa*

*Idamar da Silva Lima*

*Ricardo David Castillo Salazar*

*Raimundo Rodrigues Gomes Filho*

**Resumo:** A dinâmica de penetração vertical da água através da superfície do solo é denominada de Infiltração. Fenômeno em que a água presente na superfície penetra no interior do solo. Esse processo é relevante, afetando proporcionalmente o escoamento superficial, componente do ciclo hidrológico que produz impactos, como erosão e inundações. O presente trabalho objetivou determinar a Velocidade de Infiltração Básica (VIB), as equações de estimativa da Velocidade de Infiltração (VI) e a Infiltração Acumulada (I), utilizando os modelos de Kostiakov e Kostiakov – Lewis. A metodologia utilizada foi baseada no método do infiltrômetro de anéis concêntricos, constituído por um anel de 30 cm e outro de 60 cm de diâmetro, possuindo uma altura de 30 cm. O experimento foi realizado na área do viveiro agroecológica próximo ao departamento de medicina veterinária da Universidade Federal de Sergipe, no município de São Cristóvão. Obtendo uma VIB = 750 mm.h<sup>-1</sup>, característica de uma velocidade de infiltração básica muito alta, justificada pela textura arenosa do solo (Neossolo) encontrado na área de estudo.

**Palavra-chave:** Cilindro infiltrômetro, Kostiakov, Kostiakov-Lewis.

## 1. INTRODUÇÃO

A infiltração é o processo de entrada de água por meio da superfície do solo (LIU *et al.*, 2019), com relevante função nos processos hidrológicos (MORAES *et al.*, 2019). A taxa de infiltração da água no solo muda com o tempo e devido à variação do gradiente potencial seu valor diminui, tornando-se praticamente constante (MORAES *et al.*, 2020).

Para Nunes (2012) essa taxa é alta no início do processo de infiltração, principalmente, quando o solo está inicialmente muito seco, mas tende a decrescer com o tempo aproximando-se de um valor constante, denominado taxa de infiltração estável ou velocidade de infiltração básica da água no solo – VIB.

Para Lepsch (1993) e POTT (2001), o processo da VIB ocorre porque a água da chuva ou da irrigação na superfície do solo tem potencial aproximadamente nulo, e o da água percolando o solo tem potencial negativo. Se o solo estiver seco a VIB é mais rápida, pois o potencial é mais negativo, mas à medida que vai umedecendo a VIB vai diminuindo até atingir a velocidade de equilíbrio. Sendo estabelecido um gradiente de potencial total, que é a soma dos potenciais gravitacional e matricial.

A VIB depende diretamente da textura e da estrutura dos solos (MARCOS *et al.*, 2011). Determinando o tempo em que se deve manter a água na superfície do solo, sendo um importante parâmetro a ser utilizado nas práticas conservacionistas no controle das erosões hídricas (PRUSKI, *et al.*, 2005).

A VIB aumenta com a temperatura, devido à diminuição da viscosidade da água. Sua determinação é de extrema importância na implantação de projetos de irrigação. A escolha da metodologia depende do sistema de irrigação a ser utilizado. O método do infiltrômetro de anéis concêntricos se adequa melhor para a implantação de projetos de irrigação por superfície.

Na área em estudo encontrou-se um Neossolo Quartzarênico com textura arenosa. Caracterizando-se como um solo sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura de areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) (EMBRAPA, 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou determinar a VIB de um Neossolo situado na área próxima ao departamento de medicina veterinária da Universidade Federal de Sergipe, no município de São Cristóvão.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados experimentos de campo em solos na Universidade Federal de Sergipe no viveiro agroecológico próximo ao departamento de medicina veterinária. Área utilizada para testes de diversas espécies forrageiras e leguminosas. Iniciado às 09:00 horas do dia 04 de julho de 2014.

Para esse teste foi utilizado dois anéis concêntricos um com 30 cm e outro com 60 cm de diâmetro, possuindo uma altura de 30 cm, sendo que 15 cm foram enterrados ao solo. A infiltração em função do tempo foi medida no anel de menor diâmetro. Nesse anel a água infiltra apenas verticalmente, o de maior diâmetro a água infiltra de forma vertical e horizontal.

Os tempos de observação da infiltração foram de 2 minutos, no início do teste até 4 minutos, no final do experimento. Sendo que, os anéis foram abastecidos após cada leitura, tende o cuidado de manter uma carga hidráulica semelhante entre os dois cilindros, interno e externo. Não foi possível a realização de leituras com tempos superiores a 4 minutos, pois corria-se o risco do flutuador se aproximar do chão, devido a alta taxa de infiltração observada no local.

No final do experimento verificaram-se as temperaturas: da água utilizada, no teste; do solo, dentro do anel; e do solo, próximo ao local da prática a uma profundidade de 5 cm. Obtendo-se 29° C, 30° C e 36° C.

Para representativa da infiltração demonstra-se a equação Kostikov, Kostikov-Lewis.

## Equação de Kostiakov

$$I = K T_0^a \quad (1)$$

Em que,

I - infiltração acumulada, cm;

K - parâmetro dependente da condição de umidade inicial do solo;

T - tempo de oportunidade de infiltração, min;

a - constante dependente do solo, variando entre 0 e 1.

A forma final da equação de velocidade de infiltração instantânea será:

$$VI = 0,3581 T^{-0,1837} \quad (2)$$

A forma final da equação de infiltração será:

$$I = 1,6784 T^{0,936} \quad (3)$$

## Equação de Kostiakov-Lewis

$$I = 8,425 T^{0,097} \quad (4)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os dados obtidos no teste de infiltração, de acordo com a metodologia supracitada, fez-se uma comparação entre os métodos empíricos: Kostiakov e Kostiakov-Lewis.

No início do teste a velocidade de infiltração foi de 1,55 cm.min<sup>-1</sup>, valor esse reduzido gradativamente em função do tempo. Estabilizando a infiltração no valor de 1,25 cm.min<sup>-1</sup>, denominado de VIB (Velocidade de Infiltração Básica do solo) utilizou-se o valor constante de 1,25 cm.min<sup>-1</sup>. A estabilização da infiltração ocorre após a saturação do solo, neste caso ocorreu entre 30 e 40 minutos após o início do teste, essa rápida estabilização pode esta relacionada à presença de umidade já existente antes do início da prática e a textura do solo já que solos arenosos tendem a saturar em menor tempo.

Segundo Bernardo *et al.* (2006) os solos podem ser classificados quanto a VIB em: > 30 mm/h (VIB muito alta), de 15-30 mm/h (VIB alta), 5-15 mm/h (VIB média) e < 5 mm/h (VIB baixa). Com auxílio das equações representativas de infiltração pode-se obter a VIB do método de Kostiakov e Kostiakov-Lewis. Assim, a velocidade de infiltração reduziu de 1,25 cm.mm<sup>-1</sup> para 1,19 cm.mm<sup>-1</sup>, em Kostikov e 0,01 cm.mm<sup>-1</sup> em Kostiakov – Lewis corroborado nos gráficos das figuras 1 e 2.

Figura 1 - Curva Comparativa dos Valores da Infiltração Acumulada para os Dados Obtidos em Campo e Estimados pela Equação de Kostiakov e Kostiakov -Lewis.

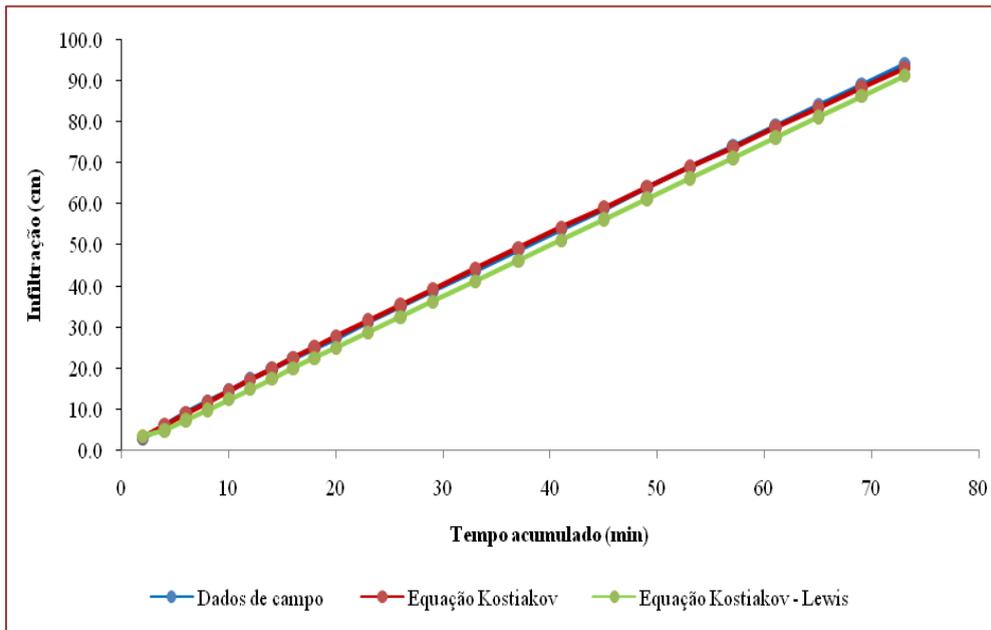
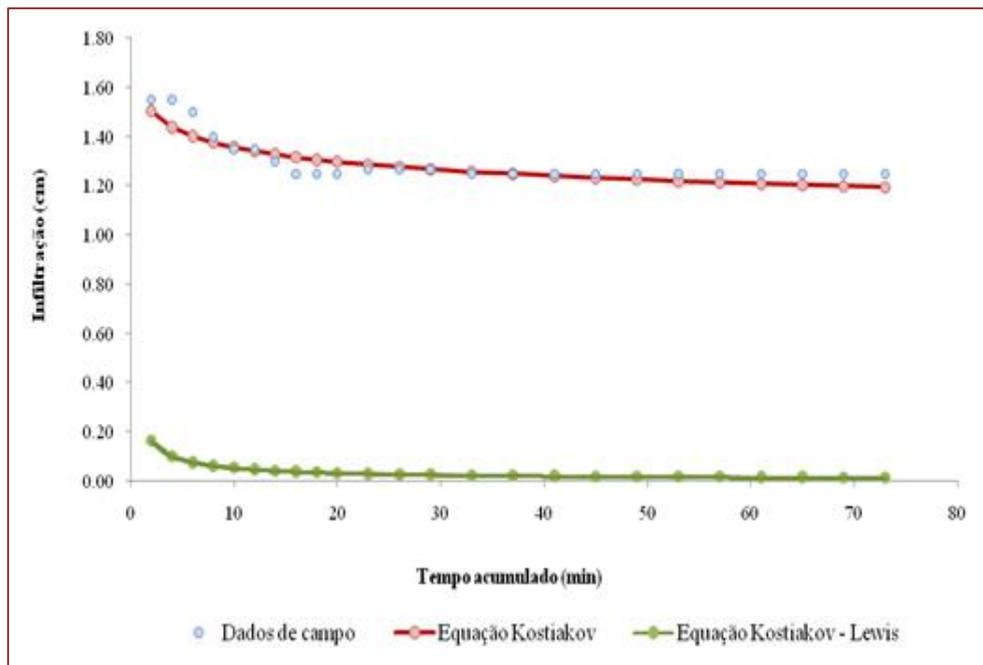


Figura 2 - Curva Comparativa Curva Comparativa dos Valores da Velocidade de Infiltração para os Dados Obtidos em Campo e Estimados pela Equação de Kostiakov e Kostiakov - Lewis.



#### 4. CONCLUSÃO

Diante do exposto, observou-se que a carga hidráulica foi reduzida rapidamente. Apresentando uma VIB muito elevada, podendo explicar esse comportamento devido à granulométrica do solo - Neossolo Quartzarênico com textura muito arenosa.

Percebe-se que o solo em estudo apresenta baixa capacidade de retenção de água. Devendo optar por sistema adequado de irrigação que forneça água em pequenas quantidades distribuída ao longo do dia. Indicando um sistema de pôr microaspersão e gotejamento.

## REFERÊNCIAS

- [1] BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. p.625.
- [2] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. p.306.
- [3] LEPSCH, Igor. Solos: formação e conservação. 5ed. São Paulo: Melhoramentos, 1993.
- [4] LIU, Y.; CUI, Z.; HUANG, Z.; LÓPEZ-VICENTE, M.; WU, GAO-LIN. Influence of soil moisture and plant roots on the soil infiltration capacity at different stages in arid grasslands of China. *Catena*, v.182, p. 1041-1047, 2019.
- [5] MORAES, A. G. de L.; DE CARVALHO, D. F.; ANTUNES, M. A. H.; CEDDIA, M. B.; FLANAGAN, D. C. Steady infiltration rate spatial modeling from remote sensing data and terrain attributes in Southeast Brazil. *Geoderma Regional*, v.20, p. 00242, 2020.
- [6] POTT, C. A. Determinação da velocidade de infiltração básica de água no solo por meio de infiltrômetro de aspersão, de pressão e de tensão, em três solos do estado de São Paulo. Campinas – SP, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico.
- [7] PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; TEIXEIRA, A.F.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, J.M.A.; GRIEBELER, N.P. Hidros, dimensionamento de sistemas hidroagrícolas. Viçosa, Ed. UFV, p. 259p. 2005.
- [8] VELOSO, M. E. da C.; ROCHA JUNIOR, A. F.; LEITE, L. F. C.; BLANCO, F. F.; CARVALHO, T. T. C. B. A. de. Granulometria e velocidade infiltração da água do solo em área degradante em Gilbués – PI. In: II Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-Manso. Brasília – DF, 2011.

# Capítulo 2

## *Interação lâmina e qualidade da água de irrigação na salinização edáfica no sertão pernambucano*

*Renato Veríssimo da Silva Filho*

*Carlos André de Souza Sá*

*Romário Monteiro Horas*

*Edimir Xavier Leal Ferraz*

*Antônio Henrique Cardoso do Nascimento*

**Resumo:** Objetivou-se com essa pesquisa, estimar o acúmulo de sais no solo utilizando diferentes lâminas de irrigação e duas qualidades de água, estabelecendo-se assim uma lâmina que possibilite o menor acúmulo de sais no solo, atendendo a demanda da cultura do algodoeiro e favorecendo a economia de água. O experimento foi conduzido na UFRPE/UAST, em Serra Talhada/PE. A cultivar utilizada no experimento foi a do algodão mocó (*Gossypium hirsutum* L.r. marie galante). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, avaliando o efeito de cinco lâminas de reposição (50, 75, 100, 125, 150%), duas qualidades de água no solo, com quatro repetições. Para avaliar os efeitos das diferentes lâminas e qualidade de água foram coletadas amostras de solos indeformadas aos 130 dias após a semeadura, sendo obtida a condutividade elétrica da amostragem do solo de cada tratamento. As aplicações de água salina, juntamente com a variação da lâmina, provocaram um aumento da salinidade do solo. A lâmina de 50% foi responsável pelo menor incremento de sais, no entanto, a lâmina de 75% a mais eficiente para atender a demanda da cultura.

**Palavras-Chave:** Acúmulo de sais, algodão mocó, semiárido.

## 1. INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, a distribuição de chuvas ao longo do ano é irregular, tornando o uso da irrigação muito importante para o desenvolvimento das culturas, visto que permite a obtenção de maiores produtividades com a oferta de água às plantas no momento oportuno, possibilitando o seu máximo potencial produtivo. Além disso, diminuindo os riscos decorrentes da má distribuição espacial e temporal das chuvas e a possibilidade da obtenção de uma fibra de melhor qualidade, em razão da intensidade de brilho solar, característica da região nordeste (BEZERRA et al., 2010).

No entanto, grande parte da água utilizada para irrigação nas pequenas propriedades provém de poços artesianos, que na maioria dos casos em virtude de estarem presentes em rochas de embasamento cristalino possuem elevados teores de sais (Suassuna & Audry, 2005). Ademais, o uso de água com teores de sais elevados, podem contribuir para o aumento da salinização do solo, e devido o balanço hídrico negativo e a composição do material de origem do solo nas regiões Semiáridas e Áridas essa situação pode ser agravada.

Ainda, existem variedades de algodoeiro como a Mocó que apresentam tolerância moderada a presença de sais no solo (Taiz & Zeiger, 2004). Contudo, quando não é feita a associação de práticas conservacionistas e de manejo de irrigação, existe uma diminuição da permeabilidade do solo, reduzindo o aproveitamento da lâmina de irrigação necessária para atender a demanda da evapotranspiração da cultura, e conseqüentemente perda na eficiência do uso da água.

Desse modo, objetivou-se com essa pesquisa estimar o acúmulo de sais no solo utilizando diferentes lâminas de irrigação e duas qualidades de água, estabelecendo assim uma lâmina que possibilite o menor acúmulo de sais no solo, atendendo a demanda da cultura do algodoeiro e contribuindo com a economia de água.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 15 novembro de 2017 a 25 de março de 2018, na UFRPE/UAST, em Serra Talhada/PE, cujas coordenadas geográficas no sistema SIRGAS 2000, são 7°57'10" de latitude sul e 38°17'43" de longitude oeste, na Mesorregião do Sertão Pernambucano, Microrregião do Pajeú, a uma altitude de 429 metros.

O clima da região é do tipo BSw'h', segundo a classificação de Köppen., a precipitação média anual é de 639 mm e temperatura média anual em torno de 25,2°C (LAMEPE/ITEP, 2017).

A Cultivar utilizada foi a do algodão mocó (*Gossypium hirsutum* L.r. marie galante), o delineamento utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, em esquema fatorial (5 x 2), em que avaliou-se 5 lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da ETc), com duas qualidades de água, sendo uma água de poço artesiano (APA) com condutividade elétrica elevada (2,7 dS.m<sup>-1</sup>) e outra do abastecimento público (AAP), e quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais, composta por um vaso de área 0,062 m<sup>2</sup>, com uma planta de algodoeiro.

Utilizou-se vasos com capacidade para 20 litros, preparados numa proporção 5:3:1, de solo peneirado da região, composto orgânico e areia. A lâmina de irrigação foi calculada com base na evapotranspiração da cultura (ETc) conforme a equação proposta por Allen et al. (1998). A aplicação das cinco lâminas de irrigação foi realizada com o auxílio de baldes e provetas graduadas de 100 ml.

Para avaliar os efeitos das diferentes lâminas e qualidade de água foram coletadas amostras de solos indeformadas aos 130 dias após a semeadura, as quais tiveram seu extrato de saturação obtido por meio da metodologia proposta no Manual de Métodos de Análise de solos da EMBRAPA (CLAESSEN, 1997).

Por meio da condutividade elétrica foi estimado o conteúdo de sais das lâminas em t/há de acordo com os procedimentos da EMBRAPA (CORDEIRO, 2003). Os resultados foram submetidos à análise de variância para avaliar os efeitos das diferentes lâminas de irrigação no desenvolvimento do algodão mocó, através do teste de Tukey, a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico Sisvar 5,6.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de realizada a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, constatou-se que houve diferença significativa nos tratamentos qualidade da água e lâminas de irrigação, avaliando a variável CE, tal como o acúmulo de sais no solo. No qual, os solos irrigados com a água do poço apresentaram as

maiores CE, mediante a isso, também proporcionou maior acúmulo de sais no solo como pode ser observado nas tabelas 1 e 2 respectivamente, corroborando assim com os resultados obtidos por Souza (1995), onde o incremento da salinidade foi proporcional ao aumento da CE e conseqüentemente acúmulo de sais no solo. O aumento da CE no solo acarreta efeitos negativos nas plantas, alguns deles é explicado pela redução na transpiração afetando assim o desenvolvimento da cultura, desta forma como o acúmulo de sais na rizosfera vai causar uma impermeabilidade a água levando ao estresse hídrico (TÁVORA et al., 2005).

Tabela 1 – Teste de Tukey para CE do solo irrigado ( $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ )

TRATAMENTOS	MÉDIAS
Água tratada	1,786500a
Água do poço	3,660500b

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2 – Teste de Tukey para sais acumulados no solo ( $\text{Kg} \cdot \text{H}^{-1}$ )

TRATAMENTOS	MÉDIAS
Água tratada	6,172500a
Água do poço	13,227500b

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Quando avaliado a interação qualidade da água e lâminas de irrigação para a variável sais acumulados, não ocorreu interação para a água tratada, entretanto, para a água do poço artesiano observou-se resultados contrários, obtendo assim, acréscimos mediante o aumento das lâminas, porém as lâminas de 100, 125, e 150% da ETC não se diferenciando estaticamente entre si (tabela 3). Os melhores tratamentos que proporcionaram menores incrementos foram as lâminas de 50 e 75% da ETC, não se diferenciando estatisticamente, isso ocorre, por que a salinidade no solo em áreas irrigadas está intimamente relacionada a quantidade de água aplicada e a sua respectiva qualidade, como é visto por Rhoades et al. (1992). Nesse sentido, a lâmina de irrigação de 50% se destaca, por proporcionar um menor acúmulo de sais, no entanto, em relação as condições hídricas ela se apresenta deficitária, podendo afetar nos parâmetros de produção do algodoeiro, desta forma, como não existe diferença significativa em relação ao acúmulo de sais seria recomendado aplicar a lâmina de 75% para diminuir o déficit hídrico da cultura e depositar uma quantidade de sais inferior as lâminas de 100%, 125% e 150%, porém, são necessário mais trabalhos que venham consolidar dados para a cultura do algodoeiro mocó.

Tabela 3 – Teste de Tukey para a interação lâmina de irrigação e qualidade da água.

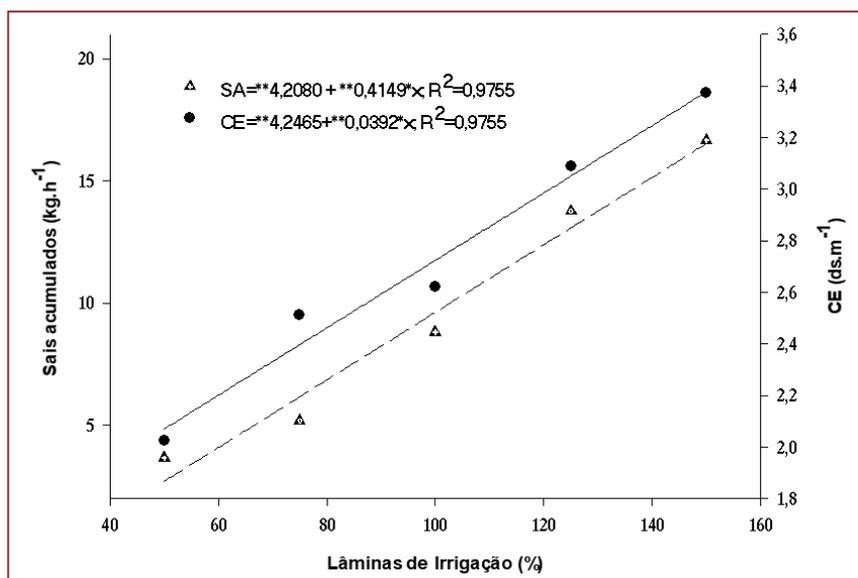
QUALIDADE DA ÁGUA	LAMINA DE IRRIGAÇÃO				
	50%	75%	100%	125%	150%
Tratada	2,342a	5,025a	5,710a	7,962a	9,822a
Poço	4,460a	7,637a	11,902b	17,972b	24,165b

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Como pode ser observado na Figura 1, os sais acumulados e a CE aumentou proporcionalmente a lâmina de irrigação. Ainda, pode ser observado que a condutividade elétrica do extrato de saturação ficou inferior a  $3,5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ , faixa da salinidade limiar do algodoeiro Mocó. No entanto, devido ao acúmulo de sais que

ocorre com o incremento da lâmina de irrigação pode ocorrer o aumento da CE ao decorrer do tempo como foi observado por Souza (1995), tornando o solo inadequado para o desenvolvimento da cultura do algodoeiro.

Figura 1. Acúmulo de sais no solo e condutividade elétrica em função das lâminas de irrigação.



#### 4. CONCLUSÕES

As aplicações de água salina, juntamente com a variação da lâmina, provocaram um aumento no acúmulo de sais no solo e condutividade elétrica. Sendo, a lâmina de 50% responsável pelo menor incremento de sais, no entanto, a lâmina de 75% a mais eficiente atendendo a demanda da cultura e acúmulo de sais estatisticamente igual a de 50%.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56).
- [2] BEZERRA, J. R. C.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B.; DIAS, J. M.; Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS 200 – Marrom, irrigado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 625-632, 2010b.
- [3] CLAESSEN, Marie Elisabeth Christine. Manual de métodos de análise de solo. Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E), 1997.
- [4] CORDEIRO, G.G. Salinidades em áreas irrigadas – EMBRAPA Solos- Documentos (INFOTECA-E), 2003.
- [5] LAMEPE/ITEP. Informações climáticas do Estado de Pernambuco. Disponível em: <http://www.itep.br/LAMEPE.asp>. Acesso em 18 de março de 2017.
- [6] RHOADES, J. D.; CHANDUVI, F. LESCH, S. Soil salinity assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. Rome: FAO. 327 p 1999.
- [7] SOUZA, M. R. de. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- [8] SUASSUNA, J; AUDRY, P. Qualidade da água na irrigação do trópico semiárido: um estudo de caso. Disponível em Acesso em: 12 de dezembro 2005.
- [9] TAIZ L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- [10] TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. 2001. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.2, p.441–446.

# Capítulo 3

## *Densidade mínima de rede pluviométrica para o Município de Rio Largo-AL, com base na diversidade fisiográfica*

*Cibelle Rodrigues Calheiros Lucena*

*Carlos Brancildes Monte Calheiros*

*Ewerton Christiano Lopes Cordeiro*

*Saniel Carlos dos Santos*

**Resumo:** Foram feitos estudos no Território do Município de Rio Largo, Alagoas (MRL-AL) com o objetivo de definir a densidade mínima da rede de medidores de alturas de água de chuvas (DmMAC). Para tanto, adotou-se, como base científica, as recomendações da WMO (2008). Essas recomendações determinam o estudo das Regiões Fisiográficas (RFs) existentes e as áreas de suas respectivas superfícies. É a partir das áreas das superfícies de cada RF que se calcula o número mínimo de medidores de alturas de água de chuvas (NmMAC), e, com os valores deste, o de DmMAC. Portanto, de início, foi feito um estudo inerente dos atributos (natureza e magnitude) dos elementos técnicos-científicos que compõem as recomendações da WMO (2008), para subsidiar as discussões. As RFs foram caracterizadas por estudos da bibliografia e visitas locais. As áreas dessas RFs foram delimitadas utilizando Mapas do Município e calculadas pela técnica da quadrícula. Com os dados obtidos e as análises feitas, foram identificadas três Regiões Fisiográficas (RFs): (01) RF Urbana (Tradicional), (02) RF Amorrada e (03) RF Plana Interior. A RF Urbana está predominantemente ocupada por edificações de pequeno porte, contíguas, à margem do Rio Mundaú, a 10m de altitude. A RF Amorrada, formada por Morros com Chãs pouco extensas, está ocupada por silvicultura e cultivos de subsistência, situando-se numa faixa de 20 a 80 m de altitude. A RF Plana Interior, situada em parte do Tabuleiro Costeiro de Maceió, a 126m de altitude, se encontra ocupada por cultivo de cana-de-açúcar e conjuntos de edificações, esparsos e pouco extensos. Há um grande dinamismo populacional no Município, no aspecto de ocupação do espaço. No MRL-AL, portanto, ocorrem, pelo menos, dois diferentes regimes pluviométricos: (01) o de baixas altitudes, em áreas Ribeirinhas, e (02) o de médias altitudes, em área de Tabuleiros Costeiros. As áreas das respectivas RFs foram de: 4,17 (1,395), 116,76 (39,070) e 177,92 (59,535) km<sup>2</sup> (%). A quantificação dos medidores de alturas de chuva, por RF, foi, então, de 5 (cinco) pluviômetros para a RF Urbana (tradicional) e 1 (um) pluviômetro para cada uma das outras RFs, totalizando 7 (sete) MAC para o MRL-AL. Os 5 (cinco) pluviômetros da RF Urbana (tradicional) poderão ser substituídos por 1 (um) pluviógrafo. Os autores recomendam a execução de estudos mais aprofundados sobre a pluviologia e a pluviometria desse Município, com foco para (01) as superfícies hídricas, (02) a espacialização das áreas urbanas (dinâmica espacial da população), (03) os diferentes regimes pluviométricos e (04) a viabilidade de implantação de redes pluviométricas mistas (RPM) de medidores de altura de água de chuvas.

**Palavras Chave:** Pluviometria municipal, regiões fisiográficas municipais, densidade de redes pluviométricas.

## 1. INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico representa o movimento natural da água em todos os estados físicos, percorrendo os ambientes atmosféricos, terrestres e subterrâneos, impulsionados pela ação da energia solar associada à força gravitacional (SALGUEIRO, 2005). As chuvas fazem parte do processo que permite a circulação de água na Terra, dando origem a todas as outras águas.

O volume das chuvas numa área é elemento fundamental para a maioria das atividades e dos projetos tanto no meio urbano quanto no rural. O valor da altura anual de água de chuva num ponto ou área é um fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial (BERTONI & TUCCI, 1993). Dessa forma, a quantificação desse volume no tempo num determinado ponto ou área, relaciona-se diretamente, com os projetos de estruturas hídricas e com as atividades da defesa civil contra seus danos sociais, ambientais e humanos. SILVA et al. (2019), estudando o comportamento das chuvas no Município de Cajazeirinhas-PB, concluíram que a variação dos valores das variáveis hidrológicas em cada região é diferenciada, necessitando de estudos individuais para o entendimento da dinâmica da região, possibilitando a definição dos regimes pluviométricos e hídricos de forma consistente e evitando impactos negativos ao ambiente e aos seres humanos. NOBREGA et al. (2020), pesquisando os efeitos pluviométricos das superfícies hídricas, denominaram-nas de Unidades de Resposta Hidrológica (URH), contribuindo para um aprofundamento na dinâmica dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Igarapé Vontade, no Município de Bonfim, Estado de Roraima.

Há vários fatores e elementos tanto das condições ambientais quanto do conjunto tecnológico de medição, que afetam a variação dos valores das alturas de água de chuva. Alguns desses são a magnitude de seus efeitos sobre a altura de água de chuvas (KURTYKA (1953), citado por Brakensiek et al, 1979): evaporação (-1%), aderência das gotas de chuva (-0,5%), cor do aparelho (-0,5%), inclinação do aparelho (-0,5%), salpicos/respingos (+1%) e “vento” (-5 a -80%). Esse último fator, segundo esses pesquisadores, reduz a altura de chuva em 5 a 80%. Mais especificamente, essa amplitude de variação desse efeito se deve aos atributos das correntes de ar no entorno do medidor. Os principais desses atributos são: (01) intensidade, (02) duração, (03) frequência, (04) sentido e (05) direção predominantes. Há um dinamismo muito grande em relação ao comportamento desses atributos no tempo-espaço em cada ponto pluviométrico. Esse dinamismo é função das características da Região Fisiográfica. A rugosidade superficial das áreas urbanas, particularmente, tem efeitos muito significativos sobre a magnitude desses atributos.

Há, ainda, agora inerente à rede de medidores – ou de medição – de alturas de água de chuva (RMAC), os seguintes atributos: (01) espacialização e (02) dimensionalidade relativa entre as RFs. A distribuição espacial foi enfatizada por MARCUZZO E MELATI (2015), em seu estudo sobre a Sub-Bacia 85, parte central do Rio Grande do Sul. Segundo esses pesquisadores, isto possibilitará a construção de séries históricas confiáveis e conferirá maior efetividade à gestão dos recursos hídricos.

As alturas de chuvas num ponto e numa área são obtidas com base numa RMAC, que permita a interpolação entre os dados provenientes de estações distintas. Há três aspectos importantes sobre as RMACs: (01) a sua densidade, (02) a sua espacialização e (03) o seu custo. Esses três aspectos estão interligados, no que respeita à consistência dos dados obtidos e ao gerenciamento da RMAC. Um número elevado de postos pluviométricos possibilita um maior rigor nas análises de consistências (ZULLO JUNIOR, 2005). Para tornar ótima essa relação torna-se imprescindível definir-se o número de PP (postos pluviométricos/pluviográficos) numa área ou região, dado que esse varia com a fisiografia do local (WMO, 2008). VICTORINO et al. (2015) atentam para a importância de se avaliar o volume de chuva ao longo de diferentes topografias. MELATI e MARCUZZO (2015) enfatizam a importância das massas de água no contexto de cálculo de densidade de estações para as sub-bacias de drenagem. Concluíram que a verificação da influência de corpos d’água como área de drenagem de sub-bacias é fundamental para avaliação da densidade na distribuição de novas estações de monitoramento, podendo ocasionar uma redução de custos para acompanhamento do comportamento da precipitação das sub-bacias pelos órgãos responsáveis.

Na busca de disponibilizar dados consistentes sobre alturas de água de chuvas no Município de Rio Largo, Alagoas (MRL-AL), esta pesquisa (01) identifica e quantifica as áreas das regiões fisiográficas e (02) calcula o NmMAC e, a partir desse, os valores das densidades mínimas da rede de medidores de alturas de água de chuvas (DmMAC), para cada uma dessas áreas e para o Município como um todo, com base nas recomendações da WMO (2008). A partir desses mesmos dados e das condições fisiográficas locais, propomos, preliminarmente, aperfeiçoamentos nas relações dessas condições com aquelas dos valores

definidos pela WMO (2008), incluindo uma definição do valor da DmMAC, do tipo pluviômetro, para a RF urbana desse Município.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

De início, chamamos a atenção para o fato de que tudo que se refere a esta pesquisa diz respeito às demandas de RMAC para fins de estudos globais, no âmbito Municipal, e para comparações de dados entre Regiões, desde que detenham Semelhança hidrometeorológica entre si. Para estudos específicos/especializados, no âmbito de cada RF, os resultados obtidos devem servir apenas como indicadores, estimativas. Ou seja, deverá ser projetada e implantada uma RMAC para atender aos objetivos específicos da pesquisa de interesse.

### Atributos característicos do Território do MRL-AL

Quadro 1 – Característicos inerentes do Territorial do MRL-AL. (IBGE, 2017; 2018; 2019); SEPLAG/SINC/SGEO (2019).

CM <sup>1</sup>	Coord. Geog.	Área (km <sup>2</sup> ) (2019)	População (Hab)	DD (Hab km <sup>-2</sup> )	Altitude (m)	Fisiografia Geral
2707701	09°29'04" S 35°51'12" O	293,816	68.481	223,56	TCM <sup>2</sup> : 126	Morros
					VBRM <sup>3</sup> : 10	VBRM
						TCM
						RFU <sup>4</sup>
						SAR <sup>5</sup>
						SAB <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Código Municipal; <sup>2</sup> Tabuleiros Costeiros de Maceió (Valor medido na EMA (Estação Meteorológica Automática) na área ocupada pelo Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da UFAL); <sup>3</sup> Vale do Baixo Rio Mundaú; <sup>4</sup> Regiões Fisiográficas Urbanas; <sup>5</sup> Superfície de água ripária; <sup>6</sup> Superfície de água barrada (reservatórios superficiais).

Dos dados contidos no Quadro 1, é importante atentar para dois deles: (01) A área da SAR, e (02) a expansão e diversidade fisiográfica da RF urbana. A área da SAR, mantendo a coerência com a base científica considerada, não foi obtida nesta pesquisa. No MRL-AL, em virtude de uma expansão populacional desordenada, surgiram novas RFUs, com valores de áreas superficiais relativamente significativas, em diferentes ambientes fisiográficos, além da RFU tradicional, situada à margem do Rio Mundaú, núcleo originário e centro/sede administrativa deste Município. Dada à sua importância geopolítica, comercial e administrativa, nesse trabalho foi considerada apenas essa última RFU. As outras, para efeito dos cálculos objetivados, foram inseridas nas RFs definidas.

### Base científica utilizada e análise inerente de seus característicos

Essa base científica, ou seja, a referência científica, tanto para o planejamento desta pesquisa quanto para a obtenção dos dados, e, também, para a discussão e a conclusão dos resultados, se constituiu nas informações – e nos atributos dessas – contidas no Quadro 2 (WMO, 2008).

Quadro 2 – Densidade mínima recomendada para rede de postos pluviométricos e, ou, pluviográficos (PP) (WMO, 2008).

Região fisiográfica (RF)	Densidade mínima por PP (km <sup>2</sup> PP <sup>-1</sup> )	
	Sem registro (Pluviômetro)	Com registro (Pluviógrafo)
Litoral	900	9.000
Montanhas	250	2.500
Áreas planas interiores	575	5.750
Amorradada ou ondulada	575	5.750
Pequenas ilhas	25	250
Áreas urbanas	-	10 – 20
Áreas áridas e polares	10.000	100.000

As análises foram efetuadas fazendo-se um confronto entre (01) os atributos dos dados existentes no Quadro 2 (WMO, 2008), (02) os fatores de variação das alturas de água de chuva num ponto e (03) os

fatores de variação dessas mesmas alturas numa área ou região, sendo ambos os conjuntos referentes às RFs que ocorrem no MRL-AL.

### Delimitação e cálculo das áreas superficiais das RFs

As Regiões Fisiográficas (RFs) no âmbito do MRL-AL, foram delimitadas com base em Mapa elaborado pelos autores. Esse foi obtido a partir da junção/sobreposição de dois outros Mapas: (01) o de Relevo do Estado de Alagoas (ALAGOAS EM MAPAS, 2014), individualizando-se o Município de Rio Largo e (02) o de pontos de água subterrânea (BRASIL/MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005), também relativo a esse Município. Deste último foi obtida a área urbana do respectivo Município. Ambos os Mapas foram sobrepostos para compatibilizar as áreas de interesse, sob uma mesma escala, e possibilitar os cálculos tanto da área do Município como um todo, quanto das áreas delimitadas correspondentes às superfícies de suas Regiões Fisiográficas. Todos os dados sobre a fisiografia das RFs (Identificação, classificação e descrição) foram obtidas utilizando-se as informações contidas nos mapas e com base numa inspeção visual in loco, descrevendo as feições superficiais de cada RF desse Município.

As áreas das superfícies, tanto do Município quanto das suas Regiões Fisiográficas e RF Urbana delimitadas no mesmo, foram calculadas empregando-se a técnica da quadriculação em conjunção com as escalas gráficas dos Mapas elaborados, já referidos antes nesse texto. Utilizando essa delimitação, foram feitas as descrições topográficas e de ocupação do espaço, obtidas as altitudes, de cada uma dessas RFs.

O NmMAC para as superfícies de cada RF definida, foi obtido relacionando-se os valores das áreas das RFs do MRL-AL, com aqueles prescritos pela WMO (2008) para as mesmas RFs, (Quadro 2). A DmMAC foi calculada, para cada RF, pela divisão entre o NmMAC da RF e o valor da respectiva área da superfície.

### Recomendação de MAC do tipo pluviômetro para RFs urbanas

A base científica para estudo dessa questão foi a relação entre (01) a natureza fisiográfica e hidrometeorológica das RFs urbanas, como enfatizado pela WMO (2008), e (02) uma relação benefício-custo sustentável,  $R\left(\frac{B}{C}\right)S$ , de gestão da dessa RMAC. Na indicação de pluviômetros para medição de alturas de água de chuvas em UF urbanas, considerou-se uma junção entre os característicos dessas RFs e dos tipos de medidores estabelecidos pela WMO (2008) e expostos no Quadro 2. Com base nessa junção, foi inferido que, se, numa UF urbana, houver necessidade de instalação de pluviômetro/s, ao invés de pluviógrafo/s, como determinado pela WMO (2008), teria uma densidade mínima de 1 a 2 medidor/es – tipo pluviômetro – por km<sup>2</sup>, conforme relações numéricas de valores de densidades mínimas entre UFs e entre tipos de medidores de alturas de água de chuva expostas no Quadro 2 – mantendo a coerência interna dos dados contidos nesse mesmo Quadro (base científica referencial).

Os dados obtidos – RFs, áreas de suas superfícies e respectivos NmMAC – foram enquadrados, correspondentemente, na referência científica utilizada. A partir disto, deduziu-se as relações com a DmMAC, discutiu-se os efeitos destas relações, dando subsídios para concluir sobre os objetivos da pesquisa.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Enfatizamos o fato de que toda esta pesquisa, do planejamento à conclusão, teve como assunção científica as recomendações da WMO (2008), as quais definem Regiões Fisiográficas (RFs), suas áreas correspondentes, e as relaciona, em base areal, com o número mínimo areal de medidores (pluviômetro ou pluviógrafos) de alturas de chuva. Isto significa que tanto os procedimentos técnicos-científicos para obtenção dos dados dessa pesquisa quanto suas magnitudes tiveram como base científica essas recomendações. Isto é, estão restritos à natureza e limitações dos elementos dessas recomendações.

Muito embora, admitimos, o que foi obtido nessa pesquisa possa ser utilizado em Rede Hidrometeorológica Semelhante (RHmS<sup>1</sup>), os resultados por ela obtidos são válidos apenas para as condições fisiográficas e hidrometeorológicas do MRL-AL.

<sup>1</sup> Rede pluviométrica instalada e operando em condições fisiográficas e hidrometeorológica assemelhadas, inclusive de mesmos conjuntos (pacotes) tecnológicos de medidores. Isso garantido, os dados podem ser comparados e,

### Regiões fisiográficas. Identificação, classificação e descrição.

Foram identificadas, a partir das recomendações da WMO (2008), no Município de Rio Largo, Alagoas, três Regiões Fisiográficas (RFs) (Quadro 3): (01) Urbana (Tradicional), (02) Amorrada e (03) Plana Interior. O Quadro 3 também contém os valores, em km<sup>2</sup> e %, das áreas das superfícies das RFs e do NmMAC para cada uma delas, tanto com base nas recomendações da WMO (2008) quanto propostos para as condições, fisiográficas e hidrometeorológicas, do MRL-AL. Não foram estudadas as SAR nem as SAB. Embora, no MRL-AL, as áreas relativas das superfícies hídricas sejam de pequenas extensões, a depender de seu número, podem causar efeito significativo sobre o NmMAC e a DmMAC. As diferenças nos valores desses parâmetros variam com a magnitude da área da superfície da RF e com a condição ambiental do entorno dessas superfícies. Há necessidade de aprofundar estudos no sentido de acerca dessa questão.

A RF Urbana, caracteristicamente de elevada rugosidade superficial, é assolada, continuamente, por correntes de ar, afetando em demasia as magnitudes de alturas de chuvas. Há necessidade de, em futuro próximo, aprofundar estudos sobre essa RF, dado ao seu dinamismo e espacialização no MRL-AL. A Região Amorrada, neste Município, é formada quase totalmente por chãs de pequenas extensões e médias altitudes, também sofrendo efeito de correntes de ar, mas em menor magnitude. A Plana Interior é formada por parte dos Tabuleiros Costeiros de Maceió (TCM), com áreas extensas e médias altitudes, próxima ao Litoral, sofrendo influência de ventos relativamente fortes e da orografia regional. Portanto, muito provavelmente, o MRL-AL detém, pelo menos, dois diferentes regimes pluviométricos.

### Áreas das superfícies das RFs, NmMAC e DmMAC

Há uma predominância areal da RF Plana Interior, com área de 177,92 km<sup>2</sup>, (59,535%), a qual corresponde, no interior desse Município, a uma parte da Região dos TCMs. Isto reduz muito a quantidade total de medidores para esse Município, pois essas são RFs, relativamente às outras RFs desse mesmo Município, de menores valores de NMAC – maiores valores de raios de abrangência dos MAC –, reduzindo os custos de implantação e de gestão da RMAC.

Quadro 3 – Regiões Fisiográficas do MRL-AL, respectivas áreas superficiais e NmMAC pela WMO (2008) e propostos.

RF	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	NmMAC <sup>1</sup> (WMO)	NmMAC propostos	
				Pm <sup>4</sup>	Pg <sup>5</sup>
Urbana <sup>2</sup>	4,17	1,395	<b>4,17</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
Amorreada <sup>3</sup>	116,76	39,070	0,2	1	
Plana interior	177,92	59,535	0,31	1	
Total	298,85	100		7	1

<sup>1</sup> Número de medidores de altura de água de chuvas; <sup>2</sup> Inclui parte da superfície hídrica do Rio Mundaú; <sup>3</sup> Inclui a outra parte (complementar) da superfície hídrica do Rio Mundaú; <sup>4</sup> Pluviômetro; <sup>5</sup> Pluviógrafo.

A área da superfície da RF Amorrada também é, relativamente, muito expressiva: 116,76 km<sup>2</sup> (39,070%). Dado que, de acordo com a WMO (2008), o NmMAC para essa RF é igual àquele para a RF Plana Interior, e, em conjunção, ambas corresponderem a 98,608% da área do Município, houve grande diminuição do NmMAC e da DmMAC. Relacionando os valores das áreas das superfícies das RFs desse Município, a área da RF Urbana (RFU) foi diminuta, 4,17 km<sup>2</sup> (1,395%). Contudo, devido à relação entre a Fisiografia dessas áreas e a necessidade de MAC, ela foi quem mais contribuiu para o aumento do NmMAC no Município. Torna-se fundamental para a gestão de uma RMAC, estudar os efeitos tanto das áreas das superfícies das diversas RFUs quanto os outros atributos dessas Regiões, sobre o NmMAC.

Embora tenham sido identificadas, as áreas das superfícies hídricas não foram quantificadas. Foram incluídas nas Regiões Fisiográficas definidas no Quadro 2. Isto, claro, embute um erro no NMAC nessas RFs. Há necessidade de pesquisas para melhor discernir sobre os efeitos disto.

se/quando necessário, interpolados ou, em caos extremos e para atender à elaboração de projetos pilotos, extrapolados.

### Pluviologia e pluviometria da RFU (Tradicional) do MRL-AL.

O cálculo do número de pluviômetros para essa RF, resultando num valor igual a 4, foi feito por interpolação dos mesmos dados contidos no Quadro 2 (WMO, 2008), relativos a essa RF, como consta do Quadro 4 (quadrículas em destaque).

Isto resultou na obtenção dos dados de DmMAC para pluviômetros em RFs urbanas, onde, antes (nos Quadros 2 e 3), não existia, dado que, como já referido, a WMO (2008) não recomenda pluviômetros para essas RFs. Com base nesse resultado é que obtivemos, para a RF urbana do MRL-AL, o número mínimo de 4,17 pluviômetros. Com base no caráter mínimo e no valor da área da superfície da RF urbana do MRL-AL, de 4,17 km<sup>2</sup>, propomos a instalação de 5 pluviômetros, acrescentando mais uma unidade pluviométrica e aumentando o valor da DmMAC (Quadro 4) para a RF desse Município, em relação à recomendação da base científica utilizada. Isto foi feito raciocinando e ponderando no sentido de garantir uma maior consistência dos dados de altura de água de chuvas e na perspectiva dos benefícios que isto trará para toda a Comunidade, além do que essa RF se encontra em grande expansão areal.

Enfatizamos que a justificativa para isto está na vital importância das interações entre as demandas de dados pluviométricos e os custos envolvidos nisto e, acima de tudo, na possibilidade de maximizar a  $\left[ R \left( \frac{B}{C} \right) S \right]$  (relação benefício-custo sustentável) inerente às atividades de gestão de uma RMAC.

Quadro 4 – Interpolação dos dados do Quadro 3 e cálculo do número de pluviômetros para a RF Urbana (Tradicional) do MRL-AL.

Região fisiográfica (RF)	DmMAC <sup>1</sup> (km <sup>2</sup> MAC <sup>-1</sup> )		
	Pluviômetro (Sem registro) (APm <sup>2</sup> )	FA (Fator de ajuste)	Pluviógrafo (Com registro) (APg <sup>3</sup> = 10·APm)
Litoral	900	·10 = →	9.000
Áreas planas interiores	575	·10 = →	5.750
Amorrada ou ondulada	575	·10 = →	5.750
Montanhas	250	·10 = →	2.500
Pequenas ilhas	25	·10 = →	250
Áreas urbanas	<b>1 - 2</b>	<b>← = 10:</b>	<b>10 - 20</b>
Áreas áridas e polares	10.000	·10 = →	100.000

<sup>1</sup> Densidade mínima de medidores de alturas de água de chuvas; <sup>2</sup> Área por pluviômetro; <sup>3</sup> Área por pluviógrafo.

Já em relação à medição de alturas de água de chuvas, nas RFUs, utilizando pluviógrafos, a observância dos dados dos Quadros 2 e 4, para o MRL-AL, define que, para a RF urbana do MRL-AL, seria de 0,5 pluviógrafo. Como isto se constitui numa impossibilidade física, a recomendação passa a ser de 1 pluviógrafo para as condições estudadas, considerando as duas bases científicas (recomendação e não-recomendação de pluviômetros para RFU) e de que a base científica considera recomenda um “número mínimo” de MAC. Devemos chamar a atenção, contudo, para o fato de que com apenas um pluviógrafo dotaremos a área, ou região, de apenas um conjunto de dados de alturas de água de chuvas no espaço, correspondente à área de abrangência do MAC na respectiva RF. Isto impossibilita o cálculo da média areal. Exceto se existir e for possível outros dois pluviógrafos em Região Hidrometeorologicamente Homogênea (RHmH) próxima, a RF ficará sem esse dado tão importante, ou, alternativamente, a “média” areal poderá ser considerada igual à média temporal para a área de abrangência do medidor!!! Também dever ser por isto que, quase sempre, essas RFs, bem como a maioria das outras, são dotadas exclusivamente de pluviômetros. Se torna quase uma impossibilidade física e científica encontrar-se dois ou mais pluviógrafos numa mesma RHmH com atributos fisiográficos necessários e suficientes. Daí, então, a imensa viabilidade da RMAC do tipo pluviômetro em relação à do tipo pluviógrafo para as RFUs. Enfim, o mais consistente para o caso da RFU do MRL-AL e assemelhados, caso optar-se por manter apenas um pluviógrafo, seria complementar as informações com uma RmMAC (rede mínima de medidores de alturas de chuva) do tipo pluviômetro (dois pluviômetros), com esta, claro, integrada ao pluviógrafo, formando uma rede mista (RMMAC) – ou rede pluviométrica mista (RPM). Isto, inclusive, já vem sendo feito nos Municípios Membros mais importantes (as Capitais Estaduais). Há necessidade, então, de estender isto para todos os outros Municípios. Nunca será demais reforçar a necessidade de rigorosidade na espacialização tanto do pluviógrafo quanto dos pluviômetros e de que os mesmos devem ser locados de forma integrada, complementando os dados e as informações fornecidos entre ambos.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos e nas análises feitas, o Território do MRL-AL possui três Regiões Fisiográficas (RF), do ponto de vista pluviométrico: (01) RF Urbana, (02) RF Amorrada e (03) RF Plana Interior. Suas áreas foram de, respectivamente, 4,17 (1,395), 116,76 (39,070) e 177,92 (59,535) km<sup>2</sup> (%). O MRL-AL tem sua RF urbana total difundida por mais de uma área. Portanto, essa RF, no Território do MRL-AL detém diferentes regimes pluviométricos. Os dados obtidos para a RF urbana, foram apenas para a RF urbana tradicional, centro comercial, financeiro e político-administrativa desse Município.

As superfícies hídricas existentes no Município, SHR e SHB, não foram definidas e, então, não foram estudadas. Foram, outrossim, consideradas como superfícies pertencentes às RFs na qual se encontram inseridas.

Os pluviômetros devem obedecer à seguinte quantificação: cinco na Região Urbana e um em cada Região Fisiográfica (Amorrada e Plana), totalizando sete medidores do tipo pluviômetro em todo o Município. Alertamos que isto não significa espacialização. Esta dever ser feita, rigorosamente, quando da alocação areal desses medidores.

Os cinco pluviômetros da Zona Urbana, de acordo com a WMO (2008), podem ser substituídos por um pluviógrafo. Claramente, então, não se constitui numa RMAC, não cabendo, portanto, estudar-se DmMAC de RMAC. Enfatizamos, entretanto, que isto é mais consistente para RFs litorâneas (costeiras) – com condições de ventos menos irregulares – com toda a área dentro dessa RF. Em casos como os do MRL-AL, RF Interior, ribeirinha e com significativas diferenciações fisiográficas e hidrometeorológicas, há necessidade de um estudo mais rigoroso antes de uma recomendação de DmMAC, para essa RFU.

#### 5. RECOMENDAÇÕES

O MRL-AL é um Município que detém uma intensa dinâmica populacional. Isto implique em significativas mudanças nos valores das respectivas RFs e nos remete a obrigatório monitoramento desse fenômeno, sob pena de não obter dados consistentes. A RF urbana, particularmente, difundiu-se muito ao longo do Território do Município, por diferentes RFs.

Dada à grande difusão de RF urbanas no MRL-AL, há necessidade de se efetivar estudos no sentido de projetar a RMAC para essas RFs e, com isto, melhor definir o regime pluviométrico dessas, agora, UFs. Esse Município esboça condições fisiográficas que justificam a subdivisão de RFs em UFs.

Considerando-se as várias condições de operação dos pluviômetros nas RFUs dos Municípios do Estado de Alagoas, propõe-se a instalação de RPMs nessas RFUs, tendo o cuidado de considerar as especificidades fisiográficas, hidrometeorológicas, geopolíticas e econômico-financeiras, de cada uma dessas regiões e dos Municípios em que elas estão inseridas.

Todos os MAC e, portanto, a RMAC, devem ser locados de forma rigorosa e racional, maximizando a obtenção de dados de forma consistente.

O MRL-AL detém significativa extensão de área hídrica, correspondendo a parte do trecho do Baixo Mundaú (superfícies ripárias) e superfícies de lagos de barragem (água para irrigação e fertirrigação do CCA (cultivo de cana-de-açúcar). Há necessidade de estudar-se essas superfícies, sob o aspecto pluviométrico, buscando elucidar seus efeitos sobre o NMAC, nas condições em que elas ocorrem.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ALAGOAS EM MAPAS [material cartográfico] / Secretaria de Estado do Planejamento e do
- [2] Desenvolvimento Econômico. 2ª Ed. Maceió: SEPLANDE, 2014.
- [3] BERTONI, J. C. & TUCCI, C. E. M. (1993). Precipitação. In: Tucci, C. E. M. Org. Hidrologia: Ciência e Aplicação, UFRGS, ABRH, Porto Alegre-RS, Cap 5, p177-200.
- [4] BRAKENSIEK, D. L.; OSBORN, H. B. e RAWLS, W. J. (Coord.). Field manual for research in agricultural hydrology. Washington: USDA. p. 1-74. 1979. (Agricultural Handbook, 224).
- [5] BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Mapa de pontos d'água [material cartográfico]: Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado de Alagoas. Escala 1:100.000. - Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2005.

file:///C:/Users/Asus/Documents/Munic%C3%ADpio%20de%20Rio%20Largo,%20AL\_Pluviom/Mapa%20de%20pontos%20de%20C3%A1gua%20subterr%C3%A2nea\_cadastrados\_rio\_largo.pdf

- [6] IBGE. CIDADES@. ALAGOAS. RIO LARGO. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/rio-largo/panorama>. 2017. Acesso em 22 de outubro de 2020.
- [7] MAPA POLÍTICO-ADMINISTRATIVO. RIO LARGO, ALAGOAS. SEPLAG/SINC/GGEO. <http://dados.al.gov.br/ru/dataset/d5e0293f-8d5a-4810-8395-5c4a283ed844/resource/70b7de3f-29df-400e-9ddc-d692e6c27662/download>. Acesso: Outubro, 2020.
- [8] MAPA DO RELEVO DO MUNICÍPIO DE RIO LARGO, ALAGOAS. Reelaboração dos autores. file:///C:/Users/Asus/Documents/COMUNICA%C3%87%C3%95ES%20REALIZADAS/ArtigosCompleto/Densidade%20m%C3%ADnima%20de%20RPP\_Rio%20Largo/Doc2.pdf
- [9] MAPA DE SOBREPOSIÇÃO DE ÁREAS FISIográficas DO MUNICÍPIO DE RIO LARGO, ALAGOAS. Reelaboração dos autores. file:///C:/Users/Asus/Documents/Doc1.pdf
- [10] MARCUZZO, F. F. N. E MELATI, M. D. Cálculo de densidade pelos critérios da OMM e espacialização de novas estações P e Pr na Sub-Bacia 85. CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Segurança hídrica e desenvolvimento sustentável: Desafios do conhecimento e da gestão, 21, Anais..., Brasília-DF, 22 a 27 de novembro de 2015.
- [11] MELATI, M. D. E MARCUZZO, F. F. N. Espacialização da recomendação de novas estações pluviométricas na Sub-Bacia 87 segundo os critérios de densidade da Organização Mundial de Meteorologia. Simp. Bras. De Sens. Remoto, 17<sup>º</sup>, Anais..., João Pessoa, PB, 25 a 29 de abril, 2015.
- [12] NOBREGA, S. N. da, et al. Definição das unidades de resposta hidrológica na Sub-Bacia do Igarapé Vontade, em região de savana da bacia Amazônica. Braz. J. of Develop, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 54337- 54345 aug. 2020.
- [13] SALGUEIRO, J. H. P. B. Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na Bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco. 122f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- [14] SILVA, R. M. G. et al. Análise da variação pluviométrica do Município de Cajazeirinhas-PB a partir de séries históricas. Braz. J. of Develop, Curitiba, v.5, n.7, p.8074-8081, jul. 2109.
- [15] WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Methods of observation. In: Guide to Hydrological Practices: Hydrology from measurement to hydrological information. 6. Ed. Geneva, Switzerland, 2008.
- [16] VICTORINO, M. M.; SESTREM, L. P.; KORMANN, A. C. M.; BENETTI, L. Planejamento, operação e implantação de uma rede de pluviógrafos na Serra do Mar Paranaense. Cong. Bras. de Geolog. E Eng. Ambi., 15, Anais..., Bento Gonçalves, RS, 18-20 de outubro, 2015.
- [17] ZULLO JUNIOR, J.; SILVEIRA PINTO, H.; SILVEIRA PINTO, D. Organização e consistência de banco de dados pluviométricos diários. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGI). UNICAMP, Campinas, SP. 2005.

# Capítulo 4

## *Índice de anomalia de chuva para mesorregião Sul Maranhense*

*Leosvânyo de Jesus Costa Ramos*

*Eduardo Silva dos Santos*

*Sheyla Sales de Oliveira*

*Tamara Sousa da Silva*

*Breno dos Santos Silva*

*Plinio Antonio Guerra Filho*

**Resumo:** O acompanhamento de eventos de precipitação irregular pode ser elaborado através da aplicação de índices de verificação climática. Neste contexto, o presente trabalho buscou analisar a intensidade do índice de anomalia de chuva (IAC) dos municípios de Alto Parnaíba e Balsas, localizada na mesorregião Sul Maranhense (SM) do Estado do Maranhão. Os dados foram obtidos no INMET, totalizando um período de 42 anos. A estação seca abrange os meses de maio a outubro e a estação chuvosa, abrange os meses de novembro a abril. Nessa região os meses de novembro e dezembro sofrem a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Frentes, consolidando o início do período chuvoso na região. Por está correlacionado com o Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VCAN), janeiro é o mês mais chuvoso do ano.

**Palavras-Chave:** Agroclimatologia, Precipitação pluvial, Seca.

## 1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é uma das variáveis meteorológicas de maior importância para a sociedade, por influenciar diretamente as atividades humanas, em que o seu excesso (enchentes) ou escassez (secas) ocasionam danos socioeconômicos e ambientais significativos (DINIZ, 2013). É um elemento meteorológico que é influenciado diretamente pela localização geográfica do local, pelo relevo e também pelas demais variáveis meteorológicas. Todas essas relações são influências sofridas pela precipitação pluviométrica, que remetem a importância de estudos que fundamentarão as tomadas de decisões, especialmente no planejamento agrícola de uma região. Portanto, objetivou-se nesse trabalho apresentar um estudo do IAC, que ajudam a monitorar anos de seca e chuva excessiva na mesorregião Sul Maranhense.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado dados mensais de chuva obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), gerados pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP e usando a normal climatológica de 1981 – 2010, para preenchimento de dados faltosos do INMET. Utilizou-se o Microsoft Office Excel 2007 para análise dos dados, bem como estimativa do Índice de Anomalia de Chuva (IAC). O período estudado foi de 1977 a 2018, totalizando 42 anos. O IAC foi empregado para os municípios de Alto Parnaíba e Balsas, para analisar a frequência e intensidade dos anos secos e chuvosos, necessitando apenas de dados pluviométricos. Para determinação da disposição dos municípios em termos de IAC, foi utilizada a classificação elaborada por Araújo et al. (2009) para os anos secos e úmidos. Na determinação do IAC, utilizou-se a metodologia sugerida por Rooy (1965) e adaptada por Freitas (2004), a fim da obtenção das anomalias positivas e negativas, expresso por:

$$IAC = 3 \frac{[N - \bar{N}]}{[X - \bar{M}]}, \text{ para anomalias positivas (1)}$$

$$IAC = -3 \frac{[N - \bar{N}]}{[X - \bar{M}]}, \text{ para anomalias negativas (2)}$$

Em que:

N = precipitação anual atual, ou seja, do ano que será gerado o IAC (mm);

$\bar{N}$  = precipitação média anual da série histórica (mm);

$\bar{M}$  = média das dez maiores precipitações anuais da série histórica (mm);

X = média das dez menores precipitações anuais da série histórica (mm); e anomalias positivas são valores acima da média e negativas abaixo da média.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Localizada na mesorregião SM, o município de Alto Parnaíba apresentou uma precipitação média anual da série histórica de 1314,99 mm, mantendo-se abaixo da média anual para o Estado do Maranhão que é de 1560,84 mm. Nessa região os meses de novembro e dezembro sofrem a influência da Zona de Convergência do ZCAS e Frentes, consolidando o início do período chuvoso no município. Por está correlacionado com o VCAN, janeiro é o mês mais chuvoso do ano com média mensal de 243,84 mm. As maiores médias de precipitações concentram entre os meses de novembro a abril, concordando com os resultados obtidos por (Nascimento, 2014). O período de maio a agosto se mostrou como o período mais seco do ano, tendo como precipitação mínima 0,96 mm, no mês de julho. A análise e o monitoramento dos períodos úmidos e secos das séries de dados foram realizados por meio do IAC. Sendo possível identificar os períodos onde houve eventos mais intensos e/ou duradouros, mostrada na Figura 1. Os períodos chuvosos representados por valores positivos e os valores negativos os anos secos. Alto Parnaíba apresentou para todo o período estudado de 42 anos, 27 anos com desvios negativos e 15 com desvios positivos, IAC variando entre -6,22 e 9,00. Contemplando assim todas as classificações elaboradas por Araújo et al. (2009). Observando a primeira metade da série histórica de 42 anos, pode-se verificar que até

o ano de 1997 houve mais anos úmidos que após esse ano. Antes de 1997 ocorreram 13 anos de seca e 8 anos chuvosos, ocorrendo três anos com eventos extremos, 1982 classificado como extremamente seco com IAC de -6,22 e classificado como extremamente úmido os anos de 1985 e 1989 com IAC de 9,00 e 4,52, respectivamente. Após o ano de 1997, houve 14 anos com IAC negativo e 7 anos com IAC positivo. O município de Balsas localizada na mesorregião SM apresentou uma precipitação média anual de 1165,02 mm, estando abaixo da média anual para o Estado do Maranhão. Em razão de está relacionado com VCAN e as frentes frias, janeiro é o mês mais chuvoso do ano com média mensal de 243,84 mm. As maiores médias de precipitações concentram entre os meses de novembro a abril, condizendo com os resultados obtidos neste estudo para o município de Alto Parnaíba. Essa semelhança entre os dois municípios está associada ao fato de ambos estarem localizadas na mesorregião e pela região sofrer influência da ZCAS, frentes e VCAN. O trimestre de junho a agosto se mostrou como o intervalo mais seco do ano, tendo como precipitação mínima 1,93 mm, no mês de julho. Aplicando o IAC para o município de Balsas, é possível observar que houve 23 anos com desvios positivos e 19 anos com desvio negativos, IAC variando entre -5,17 e 6,71, Figura 2, contemplando assim todas as classificações desenvolvidas por Araújo et al. (2009). Considerando primeira metade da série histórica de 42 anos, houve 13 anos com desvios negativos e 8 anos com desvios positivos, ocorrendo dois eventos extremos, o primeiro no ano de 1982 foi classificado como extremamente seco com IAC de -5,17 e o segundo no ano de 1985 classificado como extremamente úmido com IAC de 6,71. Verificando a outra metade da série histórica, ocorreram 11 anos com desvios positivos e 10 anos com desvios negativos, tornando o período após o ano de 1977 como o mais úmido dos 42 anos analisados.

Figura 1 - Valores de IAC, positivos e negativos, da normal climatológica de 1977 a 2018, para o município de Alto Parnaíba, Maranhão.

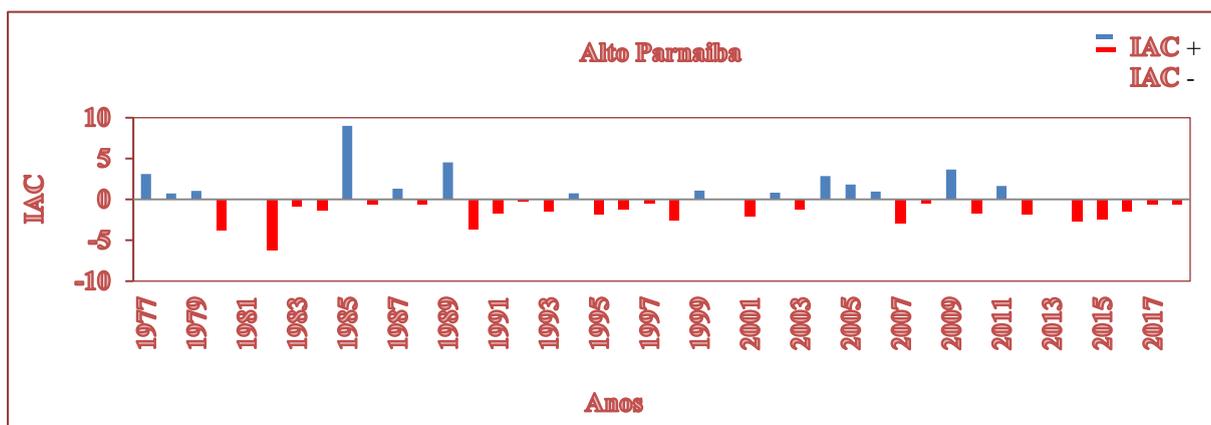
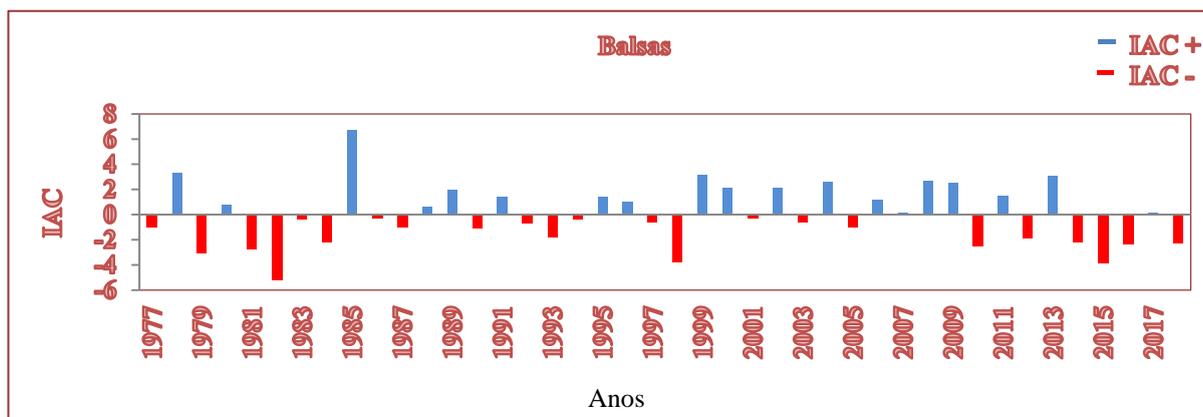


Figura 2 - Valores de IAC, positivos e negativos, da normal climatológica de 1977 a 2018, para o município de Balsas, Maranhão.



#### 4. CONCLUSÕES

A estação chuvosa na região é observada nos meses de novembro a abril e a estação seca nos meses de maio a outubro. Os dois municípios apresentaram o ano de 1985 classificados como extremamente chuvoso. Em relação às anomalias negativas, ambas as cidades apresentaram o ano de 1982 classificados como extremamente seco. Em termos absolutos, os valores máximos negativos foram inferiores aos máximos positivos. Constata-se nesse estudo, que o IAC é um importante método para o monitoramento comportamental da precipitação no Estado do Maranhão. Além disto, realça-se a necessidade de mais estudos sobre as características climáticas das diferentes regiões do Maranhão, objetivando auxiliar na implementação de medidas que atendam as particularidades de cada região, e que sejam adequados com a sua realidade climática e social.

#### REFERÊNCIAS

- [1]. ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Análise Climática da Bacia do Rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Engenharia Ambiental, v. 6, n. 3, p.508-523, 2009.
- [2]. DINIZ, J. M. T., Variabilidade da precipitação e do número de dias com chuvas de duas cidades distintas da Paraíba, Holos, v. 3, p. 171-180, 2013.
- [3]. FREITAS, M. A. S. 2005. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi-Áridas. Revista Tecnologia Fortaleza, Suplementar, 8495.
- [4]. NASCIMENTO, F.C.A. Padrões climáticos associados à periodicidade de eventos extremos de precipitação no Estado do Maranhão. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.
- [5]. ROOY, M. P.; VAN. A. Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space, Notes, v. 14, p. 1- 43, 1965.

# Capítulo 5

## *Geoprocessamento aplicado ao potencial natural de erosão na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Peixe, SP*

*Gildriano Soares de Oliveira*

*Luiz Sergio Vanzela*

*André Medeiros de Andrade*

*Bianca Kastembal Ferreira Silva*

**Resumo:** O potencial natural de erosão laminar é composto por fatores pluviométricos, fatores pedológicos e por fatores topográficos composto pela interação entre as variáveis quanto ao uso e manejo do solo. É necessário verificar a erosão de acordo com a suscetibilidade do solo, as consequências causadas no ambiente, sua frequência de ocorrência, e os fatores que são favoráveis para o seu aparecimento. Sistemas de Informação Geográfica aliados a técnicas de Sensoriamento Remoto e modelagem matemática possibilita obter informações de maneira rápida e com baixo custo econômico e servem na elaboração de ações de planejamento e manejo adequado do solo. O objetivo deste trabalho foi estimar espacialmente o potencial natural de erosão em microbacia hidrográfica O estudo foi realizado na microbacia do Rio do Peixe inserida na área de transição dos biomas de Mata Atlântica para o Cerrado, na região central do Estado de São Paulo. A base cartográfica foi a partir da carta planialtimétrica, articulação SF-22-Z-B-III-4 da quadrícula de Brotas na escala de 1:50.000. Aquisição dos dados cartográficos do TOPODATA no formato TIFF, estruturados em quadrículas com articulação 1:250.000. A erodibilidade foi maior nos solos Litólicos e Argissolos. A erosividade variou entre 6998 a 7833 MJ.mm.ha-1.ano-1, classificada como moderada a alta. As classes de susceptibilidade natural à erosão foram definidas por meio de tabulação cruzada quantitativas, sendo os valores transformados em classes qualitativas, ordenadas em cinco níveis. Os maiores valores de PNE ocorreram nas regiões com maior declividade, evidenciando a forte relação existente entre o PNE e o relevo. A classe predominante de ocorrência do PNE ao longo da microbacia é de menor que 200 t ha-1 ano-1”, demonstrando que a bacia possui um potencial natural de erosão relativamente baixo, embora as demais classes que representam um quadro mais sensível ao processo erosivo ocorrem numa proporção não desprezível.

**Palavras-chave:** manejo e conservação do solo, álgebra de mapas, geoprocessamento.

## 1. INTRODUÇÃO

A dinâmica natural da paisagem por meio dos processos naturais, juntamente com a quebra no equilíbrio naturalmente estabelecido, provocada pela ação do homem, determina a intensidade dos processos erosivos (BUENO e STEIN, 2004).

A estimativa das perdas de solo por meio do processo erosivo é importante para quantificar os sedimentos retirados de uma vertente, revelando o potencial de assoreamento de um manancial e ou reservatório (VALLE JÚNIOR, 2008).

Além disso, a ciência confronta com o problema da quantificação do processo erosivo em tolerável ou permissível. Por esse motivo, é necessário verificar a erosão de acordo com a suscetibilidade do solo, as consequências causadas no ambiente, sua frequência de ocorrência, e os fatores que são favoráveis para o seu aparecimento (COSTA; SOUZA FILHO; RISSO, 2009).

Os estudos de erosão laminar contam hoje com modelos de predição, que associados às técnicas de geoprocessamento permitem a previsão de perdas de solo, possibilitando a seleção de práticas de manejo e controle que possibilitem o uso racional dos recursos solo e água mediante uso do planejamento ambiental (VALLE JÚNIOR, 2008).

Nesse sentido, Mello et al. (2005) discorrem que a introdução de geotecnologias que resultem em informações espaciais sobre a evolução histórica do uso e ocupação do solo diante de seu quadro atual, é primordial não apenas para a quantificação das perdas de solo e identificação de áreas críticas, mas também para o planejamento conservacionista.

Segundo Carvalho (2006), a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aliados a técnicas de Sensoriamento Remoto e modelagem matemática possibilita obter informações de maneira rápida e com baixo custo econômico e servem na elaboração de ações de planejamento e manejo adequado do solo. Integrando-se essas geotecnologias, é possível estimar e analisar perdas de solo a partir de fatores que exercem forte influência nos processos de erosão de solos. Essas estimativas em análise de perdas de solo são realizadas por modelos de predição que ao serem aplicados em ambiente SIG produzem dados espaciais valiosos na identificação e avaliação da suscetibilidade à erosão em diferentes tipos de solo.

O potencial natural de erosão laminar é composto por fatores pluviométricos (emotividade das chuvas), fatores pedológicos (erodibilidade dos solos) e por fatores topográficos (comprimento de rampa e declive) e do potencial antrópico composto pela interação entre as variáveis quanto ao uso e manejo do solo, aliados às práticas conservacionistas praticadas (VALLE JÚNIOR, 2008).

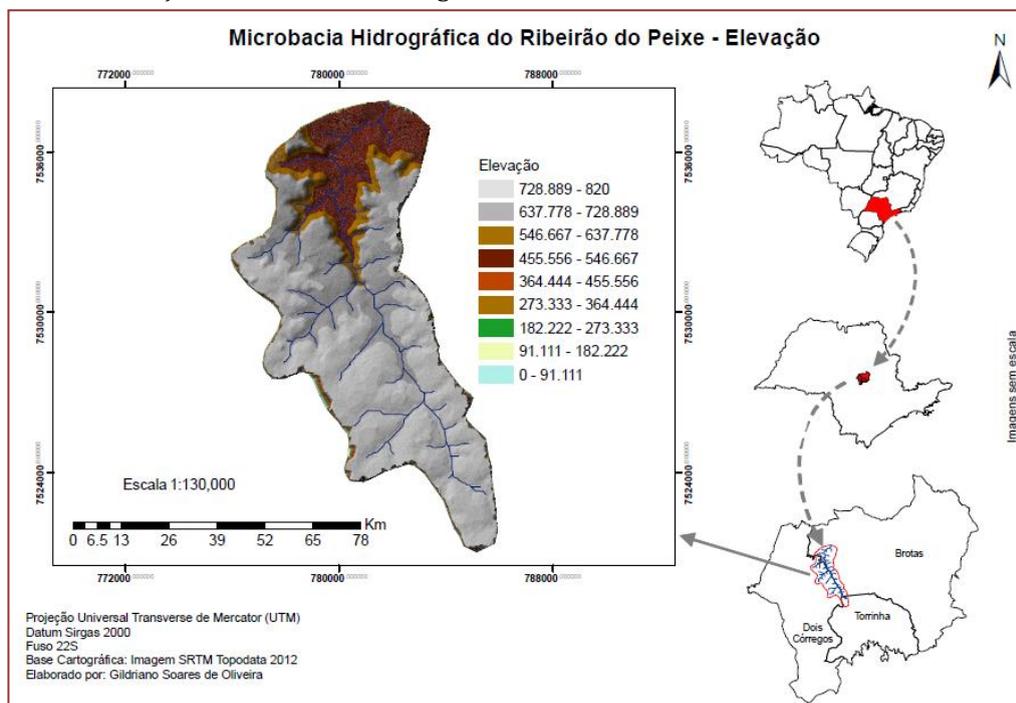
A partir da quantificação dos potenciais natural e antrópico de erosão laminar chegou-se a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) proposta por WISCHMEIER & SMITH (1978).

Sendo assim o objetivo deste trabalho é estimar espacialmente o potencial natural de erosão na microbacia hidrográfica do Ribeirão do Peixe, São Paulo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do Rio do Peixe está inserida na área de transição dos biomas de Mata Atlântica para o Cerrado, na região central do Estado de São Paulo, sua localização encontra-se entre 22° 16' 30" e 22° 23' 25" de latitude S e 48° 02' 14" e 48° 12' 53" de longitude W com área de drenagem de 89,146 Km<sup>2</sup> entre os municípios de Brotas, Torrinha e Dois Córregos (Figura 1). O clima de Koppen é do tipo CWA com precipitação média anual de 1580mm. Situa-se no Planalto Ocidental Paulista, onde este está inserido geologicamente em rochas do Grupo Bauru e da Formação Serra Geral, constituídas de arenitos e basaltos.

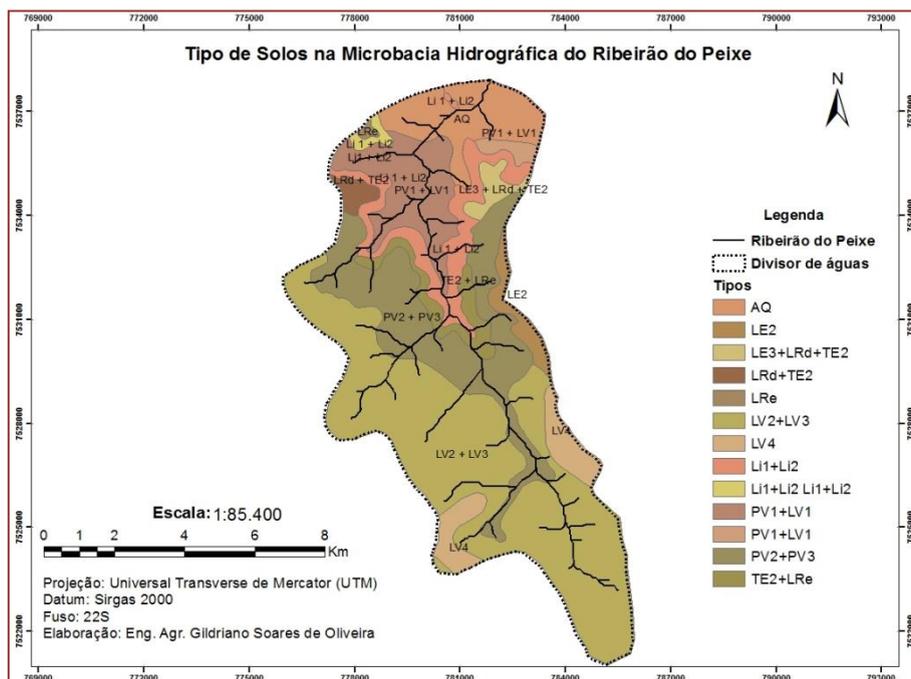
Figura 1. Localização da microbacia hidrográfica do Ribeirão do Peixe no estado de São Paulo, Brasil.



## 2.1 CARACTERIZAÇÃO EDÁFICA DA ÁREA

Os solos encontrados na região supramencionados e visualizados (Figura 2) tiveram como ponto de partida o elaborado por ALMEIDA et al., (1981).

Figura 2. Mapa dos tipos de solos encontrados no Ribeirão do Peixe.



AQ: Areia Quartizosa;  
LE2: Latossolo Vermelho Escuro;  
LE3 + LRd + TE2: Latossolo Vermelho Escuro;  
LRd + TE2: Latossolo Roxo;  
LRe: Latossolo Roxo;  
LV2 + LV3: Latossolo Vermelho Amarelo;  
LV4: Latossolo Vermelho Amarelo;  
Li1 + Li2: Solos Litólicos;  
PV1 + LV1: Argissolo Vermelho Amarelo;  
PV2 + PV3: Argissolo Vermelho Amarelo;  
TE2 + LRe: Terra Roxa Estruturada.

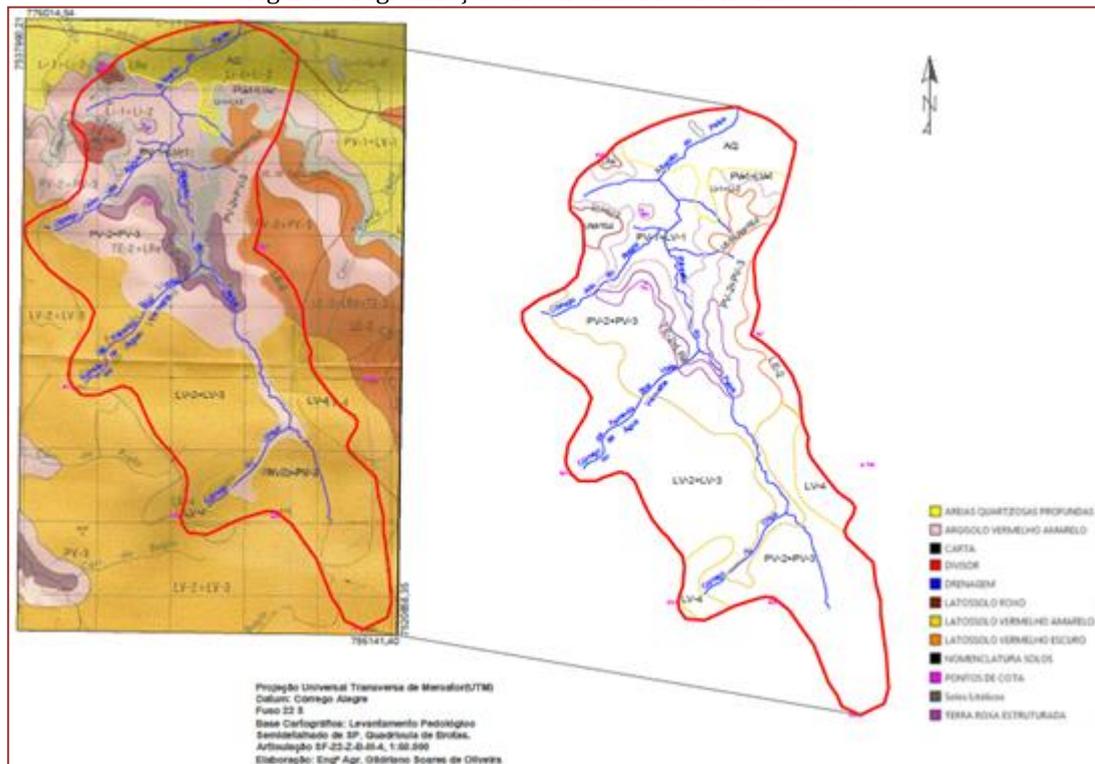
## 2.2. BASE CARTOGRÁFICA E AUTOCAD (COMPUTER AIDED DESIGN – DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR)

A base cartográfica utilizada para digitalização do mapa foi a partir da carta planialtimétrica, articulação SF-22-Z-B-III-4 da quadrícula de Brotas na escala de 1:50.000. O mapa de solos e a rede de drenagem foram obtidos pela vetorização das feições da carta e teve como referência a publicação do IAC para a região, elaborada por ALMEIDA et al (1981).

O mapa da quadrícula de Brotas foi importado para o AutoCAD 2014, realizado o georreferenciamento e colocado em escala.

Com o auxílio deste software foram localizados os limites da área estudada e por meio das cotas hipsométricas digitalizado o divisor de águas, demonstrando a área de contribuição da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão do Peixe e vetorizados os tipos de solos existentes na região e estes exportados para o ArcGIS.

Figura 3. Digitalização da Carta de Brotas no AutoCad®



## 2.3. ArcGIS

Para importação do Modelo Digital de Elevação (MDE) foram adotadas as seguintes etapas:

Aquisição dos dados cartográficos do TOPODATA (2012) no formato TIFF, onde estão estruturados em quadrículas com articulação 1:250.000. As folhas da área de interesse são 22S495 e 22S48. Após o download, para o processamento digital das imagens foram importadas as articulações e mosaicadas (*Windows / Image Analysis / Mosaic*), em seguida procedeu-se a correção radiométrica alterando os níveis de cinza de 32 para 16 bits para melhorar sensivelmente o contraste entre as feições por meio do aumento equilibrado da amplitude (diferença altimétrica) do histograma da imagem (*ArcToolbox / Data Management Tools / Raster / Raster Dataset / Copy Raster*). As imagens passaram por um ajuste de projeção e reprojetaadas para o Sistema de Coordenadas Planas (UTM) e datum Sirgas2000 (*ArcToolbox / Data Management Tools / Projections and Transformations / Define Projection e Project Raster*) e resolução espacial de 30 m.

## 2.4. ERODIBILIDADE DO SOLO (K)

Foi criada uma “field” na tabela de atributos do mapa de solos onde os valores de erodibilidade do solo foram atribuídos a cada polígono de solo conforme valores da Tabela 1, e posteriormente exportou-se em para shapefile criando o mapa de erodibilidade vetorial que em seguida foi realizada a conversão o formato raster.

Tabela 1. Fator erodibilidade (K) e porcentagem de ocupação de cada tipo de solo.

Tipos de Solos	Fator K (MJ mm h <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Área (%)
Li 1 + Li2	0,0394	0,79
Li 1 + Li2	0,0394	0,10
Li 1 + Li2	0,0394	0,16
Li 1 + Li2	0,0394	6,55
PV1 + LV1	0,0316	8,53
PV2 + PV3	0,0376	21,48
TE2 + Lre	0,0170	3,01
LRd + TE2	0,0161	1,01
LRe	0,0122	0,21
PV1 + LV1	0,0316	0,90
LE3 + LRd + TE2	0,0152	1,42
LE2	0,0173	2,08
LV2 + LV3	0,0148	43,34
LV4	0,0173	0,20
LV4	0,0173	2,34
AQ	0,0223	7,88
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Fonte: BUENO, C. R. P. (1994)

## 2.5. EROSIDADE DAS CHUVAS (R)

Os valores de erosividade (fator R) foram calculados no programa netErosividade (MOREIRA, et al., 2006), onde foram locados cinco pontos no mapa com o shape tipo de solos e cruzados com o MDE para obter respectivamente a latitude, longitude e altitude, posteriormente houve a tabulação destes dados no Excel® e calculada a média de erosividade para cada polígono de solo conforme Tabela 2.

Tabela 2. Média do Fator erosividade (R) para cada tipo de solo calculado pelo Software netErosividade.

Tipos	Fator R (MJ mm h <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Área (%)
Li1 + Li2	6998	0,78
Li 1 + Li2	7022	0,10
Li 1 + Li2	7422	0,16
Li 1 + Li2	7154	6,43
PV1 + LV1	7559	8,38
PV2 + PV3	7097	21,10
TE2 + LRe	7409	2,95
LRd + TE2	7597	0,99
Lre	7615	0,20
PV1 + LV1	7617	0,89
LE3 + LRd + TE2	7692	1,40
LE2	7643	2,04
LV2 + LV3	7759	42,57
LV4	7833	1,97
LV4	7797	2,30
AQ	7280	7,74
<b>TOTAL</b>	<b>---</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autor - OLIVEIRA, G. S. (2014)

## 2.6. FATOR TOPOGRÁFICO – COMPRIMENTO DE RAMPA (FATOR L) X DECLIVIDADE (FATOR S)

O comprimento de rampa tem grande importância na perda de solo, uma vez que quanto maior for a sua extensão maior tenderá ser a velocidade do escoamento superficial. A EUPS utiliza o comprimento de rampa adotando o seu valor médio em metros.

Costa (2014), dissertou que para elaboração do comprimento de rampa (L) é necessário importar o DEM (Digital Elevation Model), configurar o sistema de projeção das coordenadas, realizar o processamento da direção do fluxo (Flowdirection) e a direção do comprimento (Flowlength) a jusante do enxutório.

Para elaboração do mapa de declividade (S) foi elaborado no programa ArcGis onde a base foi o modelo digital de elevação TOPODATA (2012) e geradas as declividades da área. A premissa básica para classificação do relevo seguiu os trabalhos desenvolvidos pela EMBRAPA (1999).

Tabela 3. Classes de declividade e respectivo relevo.

Relevo	Fator S
Plano	0 - 3
Suave Ondulado	3,1 - 8
Ondulado	8,1 - 20
Forte Ondulado	20,1 - 45
Montanhoso	45,1 - 75
Escarpado	Acima de 75,1

Fonte: EMBRAPA (1999).

## 2.7. POTENCIAL NATURAL DE EROSÃO (PNE)

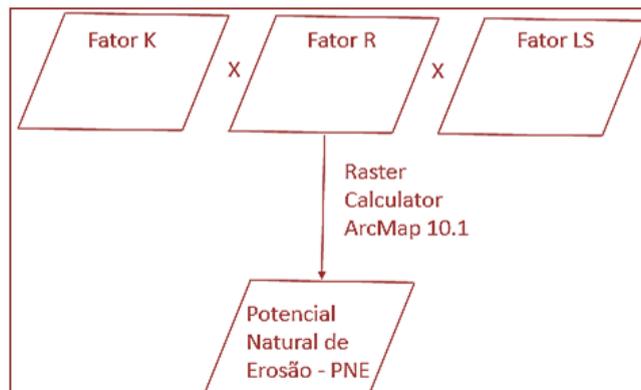
O potencial natural de erosão é uma simplificação da Equação Universal de Perdas de Solo, onde apenas são considerados os fatores: erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), comprimento do declive (L) e grau de declive (S), conforme Equação 1.

$$PNE = R K L S \dots\dots\dots Eq. 1$$

Esta grandeza expressa a suscetibilidade de determinada área à erosão, indicando onde ocorreria maior ou menor erosão, sem levar em consideração os fatores antrópicos, cobertura vegetal e práticas conservacionistas (BRANDÃO, 2001).

O PNE foi calculado a partir da combinação dos *layers* (Mapas) de erosividade da chuva (fator R), erodibilidade dos solos (fator K), e do fator topográfico (LS) de acordo com a Figura 4. A multiplicação destes fatores foi efetuada por álgebra de mapa no ArcMap 10.1 (Ferramenta – *RASTER CALCULATOR*), do que resultou no produto digital PNE. Deste modo, atribui-se para cada pixel um valor associado de PNE em t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Figura 4. Metodologia para calcular o mapa potencial natural de erosão.



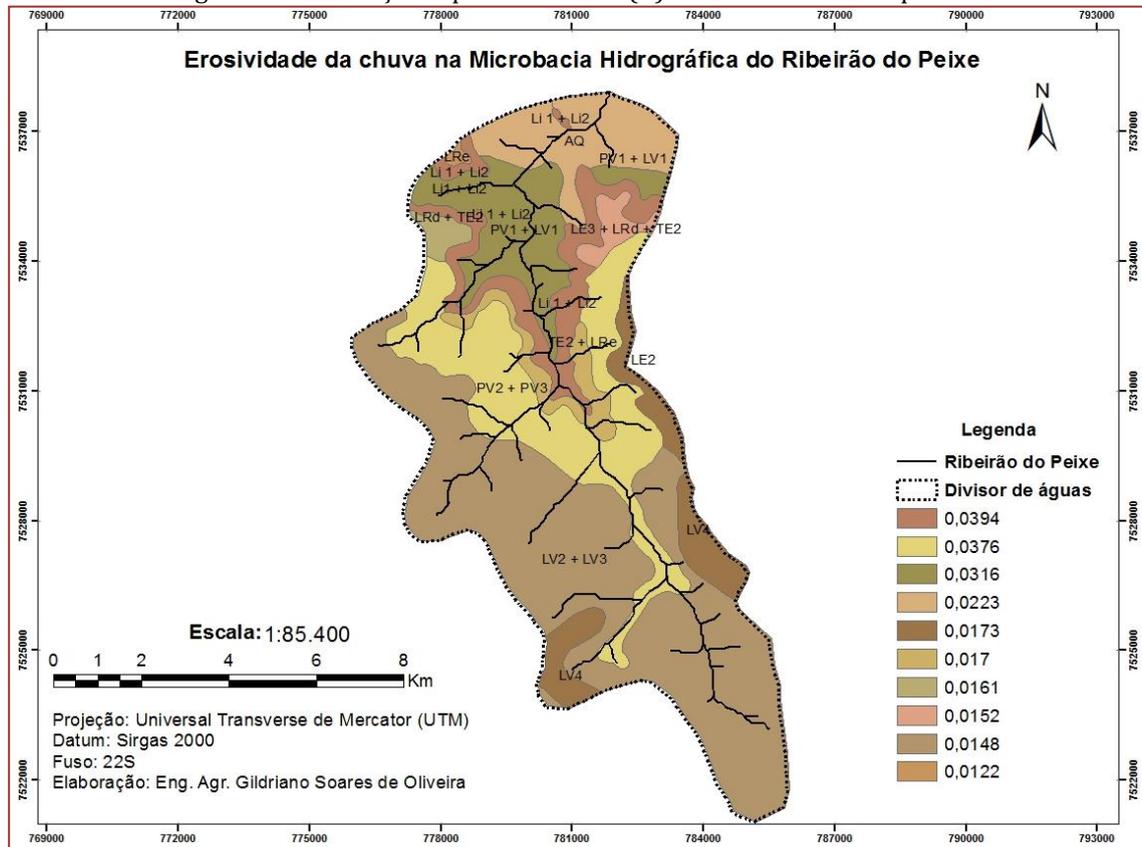
Fonte: Autor - OLIVEIRA, G. S. (2014)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. ERODIBILIDADE DO SOLO (K)

Propriedades físicas, químicas, biológicas e mineralógicas dos solos influenciam no estado de agregação das partículas, aumentando ou diminuindo a resistência do solo à erosão. Portanto, o resultado da espacialização dos valores de K (Figura 4) está diretamente relacionado ao mapeamento dos tipos de solos presentes na microbacia, pois estes valores são diretamente dependentes das propriedades intrínsecas de cada classe de solo.

Figura 4. Visualização espacial do Fator (K) atribuído a cada shape de solo.

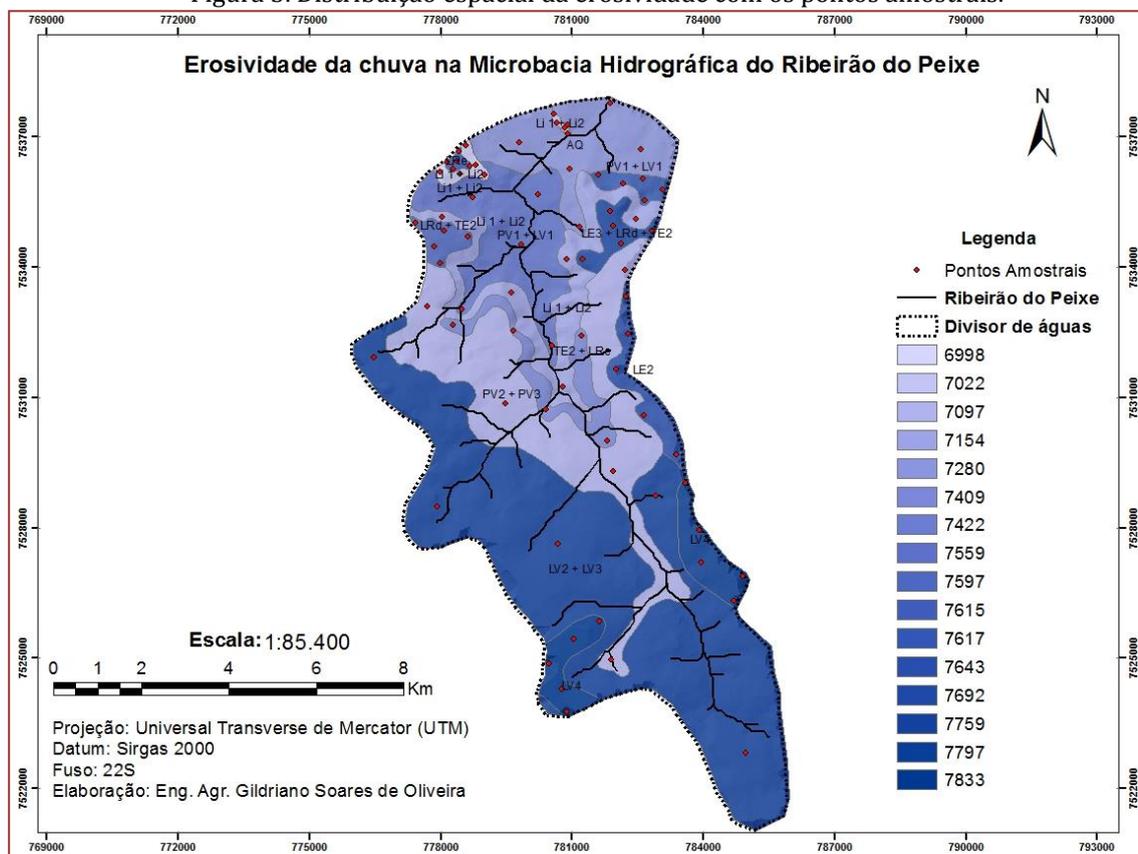


A erodibilidade foi maior nos solos Litólicos e Argissolos. Os solos Litólicos possuem pequena espessura do solo, com frequente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, grande susceptibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado, onde estes solos ocorrem com maior frequência, são as limitações mais comuns para este tipo de solo. Apresentam poucas alternativas de uso por se tratar de solos rasos ou muito rasos e usualmente rochosos e pedregosos. Situa-se em áreas acidentadas de serras e encostas íngremes, normalmente com problemas de erosão laminar e em sulcos severa ou muito severa (JARBAS et al., 2011).

A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos está presente em todo o território nacional, constituindo a classe de solo das mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos. Ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados do que os relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos. As principais restrições são relacionadas à fertilidade, em alguns casos, e susceptibilidade à erosão (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2011).

### 3.2. EROSIVIDADE DAS CHUVAS (R)

Figura 5. Distribuição espacial da erosividade com os pontos amostrais.



A erosividade na microbacia Ribeirão do Peixe variou entre 6998 a 7833 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Esses índices classificam a erosividade na microbacia como moderada a alta, segundo a classificação de Carvalho et al (2008) e Foster et al (1981) (Tabela 4).

Tabela 4. Classes de interpretação do índice de erosividade médio anual (R)

Erosividade MJ.mm.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	Classes de erosividade
R ≤ 2452	Baixa
2452 < R ≤ 4905	Média
4905 < R ≤ 7357	Moderada
7357 < R ≤ 9810	Alta
R > 9810	Muito alta

Fonte: Carvalho (2008); Foster et al (1981)

### 3.3. FATOR TOPOGRÁFICO (LS)

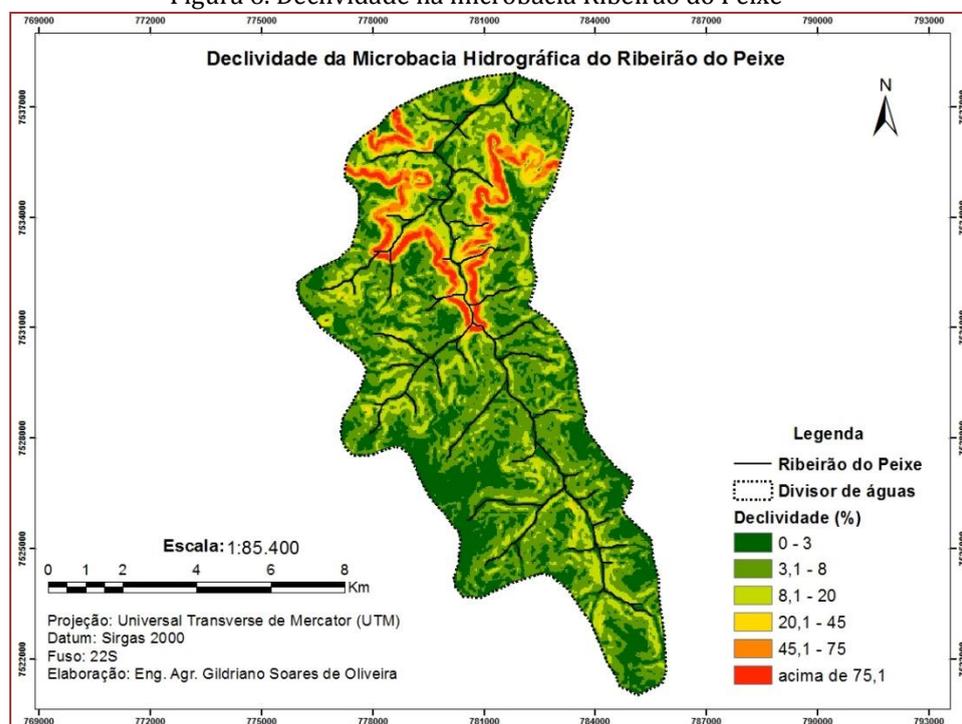
Verificou-se que os maiores valores de declividade, acima de 20%, ocorreram ao longo da microbacia, próximo às redes de drenagem (salvas as declividades maiores que 45%, que estão concentradas ao norte da microbacia, onde há predomínio dos solos Litolíticos) os quais ocupam área de 945,35 ha, correspondendo a 9,6% da área da microbacia. Contudo, a classe de relevo plano a suave ondulado ocupa 72,61% da área total, prevalecendo desta forma na microbacia declividades de 0 a 8% (Tabela 5) (Figura 6).

Tabela 5. Valores de declividade para a microbacia Ribeirão do Peixe de acordo com a classificação da EMBRAPA (1999).

Relevo	Fator S	Área (ha)	Área (%)
Plano	0 - 3	2757,42	30,90
Suave Ondulado	3,1 - 8	3721,86	41,71
Ondulado	8,1 - 20	1497,6	16,78
Forte Ondulado	20,1 - 45	355,5	3,98
Montanhoso	45,1 - 75	329,85	3,70
Escarpado	Acima de 75,1	260,1	2,92
<b>TOTAL</b>	---	<b>8922,33</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autor - OLIVEIRA, G. S. (2014)

Figura 6. Declividade na microbacia Ribeirão do Peixe



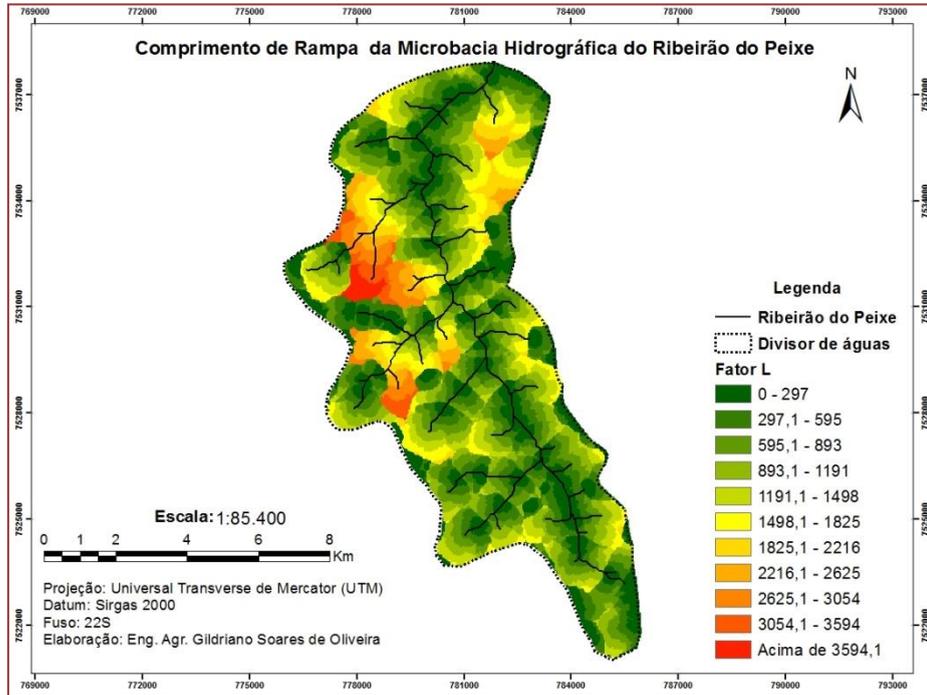
A magnitude dos comprimentos de rampa mostraram existir relação inversa com os valores de declive, isto é, quando se obteve os menores comprimentos de rampa normalmente a declividade foi maior que 8% e com os maiores comprimentos de rampa a declividade foi de 0 a 8% (Tabela 6) e (Figura 7).

Tabela 6. Classes de comprimento de rampa para a microbacia do Ribeirão do Peixe de acordo com Fujihara (2002).

Fator L	Área (ha)	Área (%)
0-297	1679,31	20,48
297,1-595	1757,34	21,44
595,1-893	1534,86	18,72
893,1-1191	1264,95	15,43
1191,1-1498	909	11,09
1498,1-1825	655,92	8,00
1825,1-2216	396,63	4,84
2216,1-2625	273,87	3,34
2625,1-3054	220,05	2,68
3054,1-3594	149,31	1,82
Acima de 3594,1	72,99	0,89
<b>TOTAL</b>	<b>8198,01</b>	<b>100</b>

Fonte: Autor - OLIVEIRA, G. S. (2014)

Figura 7. Classes de comprimento de rampa para a microbacia Ribeirão do Peixe



O produto LS é apresentado na Figura 8, onde se observou que 94,12% da área da microbacia resulta de um valor de LS inferior a 1,7 devido à predominância de declives suaves ondulados a planos e comprimento de rampa médio a baixos (Tabela 7).

Figura 8. Mapa do fator topográfico da Microbacia Ribeirão do Peixe

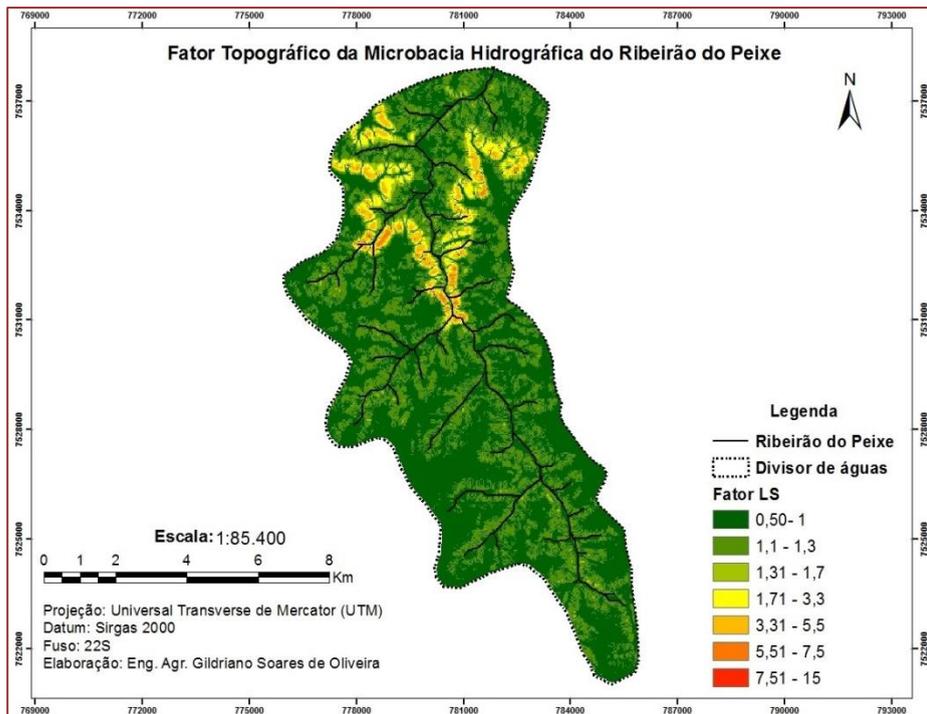


Tabela 7. Comprimento de rampa da Microbacia do Ribeirão do Peixe com adaptação das classes de Silva (2003) e Tomazoni e Guimarães (2005).

Fator LS	Área (ha)	Área (%)
0,5 - 1	5197,59	58,30
1,1 - 1,3	2731,32	31,61
1,31 - 1,7	372,69	4,21
1,71 - 3,3	289,44	3,28
3,31 - 5,5	178,65	2,00
5,51 - 7,5	38,34	0,57
7,51 - 15	1,62	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>8808,03</b>	<b>100,00</b>

Os resultados obtidos por Cabral et al., (2005) para a microbacia hidrográfica do reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG foram semelhantes e mostraram que 76,68% da área possui fator LS entre 0 a 2 e que 23,32% está inserida em área potencialmente crítica quando correlacionada com o fator erodibilidade, sendo que destes, 18,73% pertencem à faixa com fator LS de (2 a 4), 4,14% (4 a 6), 0,36% (6 a 8) e 0,09% (8 a 10), respectivamente.

### 3.4. POTENCIAL NATURAL DE EROSIÃO (PNE)

A dimensão em área das classes de susceptibilidade natural à erosão foi definida por meio de tabulação cruzada das classes quantitativas geradas, sendo os valores transformados em classes qualitativas, ordenadas em cinco níveis (Tabela 3), adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (1999); Scopel (1988) e Nascimento (1998).

Tabela 3. Classes de potencial natural de erosão para microbacia do Ribeirão do Peixe adaptada de Bertoni e Lombardi Neto (1999); Scopel (1988) e Nascimento (1998).

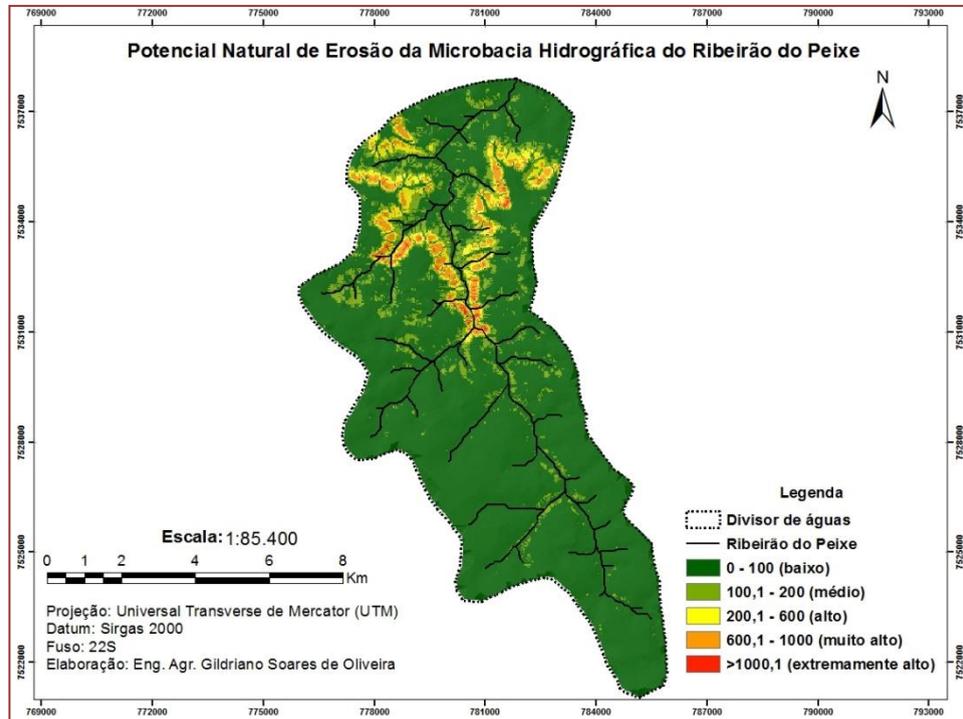
Classes do Potencial Natural de Erosão do Solo	PNE (t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Área (ha)	Área Total (%)
Baixo	0 - 100	6679,62	83,47
Médio	100,1 - 200	758,88	9,48
Alto	200,1 - 600	330,12	4,13
Muito Alto	600,1 - 1000	207,54	2,59
Extremamente Alto	>1000,1	26,37	0,33
<b>TOTAL</b>	<b>---</b>	<b>8002,53</b>	<b>100</b>

Observou-se que as áreas mais sujeitas à erosão natural na microbacia Ribeirão do Peixe, englobaram 7,05 % da sua totalidade, enquanto as menos susceptíveis representaram a sua maior parte (92,95%). De forma geral, a microbacia apresentou poucos problemas com relação à erosão natural, pelo fato de o PNE encontrar-se na faixa de baixo a médio (Tabela 3), desconsiderando a possível ação antrópica e falta de práticas de conservação do solo.

Os maiores valores de PNE ocorreram nas regiões com maior declividade, evidenciando a forte relação existente entre o PNE e o relevo.

Tal fato ressalta a importância do conhecimento sobre a erodibilidade (K) e fator topográfico (LS). Os altos potenciais naturais as erosões associaram-se aos solos Litólicos e aos relevos mais acentuados, enquanto os baixos refletiram formas de topos planos a levemente convexos e vales mais abertos predominando Latossolos. O mesmo resultado foi observado por Valle Júnior (2008), para a Bacia do Rio Uberaba. Segundo estudo realizado por Silva (2008), a relação observada entre o mapa do PNE e seus condicionantes mostrou uma ampla semelhança entre a espacialização do PNE e a topografia da região e muito pouca semelhança entre a espacialização do PNE e os solos, apresentando valor de correlação espacial entre fator topográfico e PNE  $r^2 = 0,96$  e valor de correlação espacial entre fator erodibilidade e PNE  $r^2 = 0,05$ .

Figura 9. Potencial natural de erosão na microbacia do Ribeirão do Peixe



A distribuição espacial da susceptibilidade à erosão está associada à geomorfologia e ao relevo da região. As áreas com estimativas superiores a  $200 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  estão localizadas em regiões de maior declive, nos divisores da microbacia hidrográfica, encostas e cumes de morros, totalizando 564,03 ha. Entretanto, as áreas onde ocorreram menores perdas de solos estão localizadas em terrenos mais planos, onde há predomínio de Latossolos. Resultados semelhantes foram encontrados por Correa e Pinto (2012) para a Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna – SP), onde houve o predomínio de PNE muito baixo, baixo e médio em toda a área de estudo. Tais classes predominaram em 35,16%, 24,76% e 24,34% da área de estudo, correspondendo a um total de 84,26% de ocorrência em toda extensão da área de estudo. Em menor ocorrência têm-se as classes denominadas como alto ( $200\text{-}600 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ), muito alto ( $600\text{-}1000 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) e extremamente alto ( $>1000 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) as quais correspondem, respectivamente a 14,30%, 1,24% e 0,19% do total da área estudada. Segundo Cabral et al (2005), na bacia do reservatório, os valores mais elevados do PNE aparecem entre as classes média a extremamente alta, podendo variar de 100,1 a  $4.000 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , enquanto os menores valores mínimos (classe baixa) correspondem à classe de 0 a  $100 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . Já para o município de Sorocaba, o valor médio observado do PNE por Silva (2008) é  $398,1 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , ficando praticamente no limiar entre a primeira e a segunda classe de interpretação do PNE.

É relevante mencionar que este tipo de estimativa contempla apenas o potencial à erosão laminar. Uma outra informação importante e complementar a esta seria um mapa apresentando o potencial à erosão linear (ravinas e voçorocas) do município, o qual auxiliaria a compreensão do município ao processo erosivo e orientaria tomadas de decisões no sentido de disciplinar a ocupação e, quando cabível, providenciar investimentos e obras no combate e/ou prevenção contra erosão (SILVA, 2008).

#### 4. CONCLUSÕES

O uso da Equação Universal de perdas de solo possibilitou a estimativa qualitativa do potencial de natural de erosão ocasionado por erosão laminar na microbacia do Ribeirão do Peixe.

A classe predominante de ocorrência do PNE ao longo da microbacia é menor que  $200 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , demonstrando que a mesma possui, de forma geral, um potencial natural de erosão relativamente baixo, embora as demais classes que representam um quadro mais sensível ao processo erosivo ocorrem numa proporção não desprezível.

O uso de técnicas de geoprocessamento aliados ao sistema de informações geográficas (SIG) se mostrou uma ferramenta extremamente viáveis para determinar o potencial natural de erosão (PNE), permitindo a visualização espacial e a adoção de práticas conservacionistas para manejar corretamente a perda de solo, contribuindo com a agricultura sustentável.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, C.L.F. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Brotas: SF-22-Z-B-III-4. Campinas: Instituto Agrônomo. Mapa, color, Escala 1:100.000, 1981.
- [2] BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 4. ed. Campinas: Ícone, p.355, 1999.
- [3] BRANDÃO, D. Risco de degradação dos recursos hídricos na bacia do ribeirão Pinhal-Limeira (SP): uma proposta metodológica. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- [4] BUENO, C.R.P. Zoneamento da susceptibilidade à erosão dos solos da alta e média Bacia do Rio Jacaré-Pepira, SP, com vistas ao planejamento ambiental. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.
- [5] BUENO, C.R.P. STEIN, D.P. Potencial natural e antrópico de erosão na região de Brotas, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v.26, n.1, p.1-5, 2004.
- [6] CABRAL, J.B.P.; BECEGATO, V.A.; SCOPEL, I.; LOPES, R.M. Uso de Técnicas de Geoprocessamento para Mapear o Potencial Natural de Erosão da Chuva na Bacia Hidrográfica do Reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG. R. Ra'e Ga, Curitiba, v.10, n.1, p.107-116, 2005.
- [7] CARVALHO, D.F.; MONTEBELLER, C.A.; FRANCO, E.M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. "Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p 7-14, 2005.
- [8] CARVALHO, E.M.; PINTO, A.L.; SILVA, P.V. A evolução do uso e ocupação do solo na bacia do Córrego Porteira, Aquidauana/MS. In: Iº Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Campo Grande. Embrapa Informática Agropecuária, p.438-446, 2006.
- [9] CORREA, E.A.; PINTO, S.A. F.S. Avaliação do potencial natural de erosão da bacia hidrográfica do córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP). *Revista Geonorte, Amazonas*, v.2, n.4, p1356-1367, 2012. [www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009\\_pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_pdf) Acesso em: 09 jun. 2014.
- [10] COSTA, B. O. Perda de solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico utilizando técnicas de geoprocessamento. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Produção Vegetal), maio, 2014.
- [11] COSTA, F.H.S.; SOUZA FILHO, C.R.; RISSO, A. Modelagem espaço-temporal da erosão e potencial contaminação de Arsênio e Chumbo na bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.39, n.2, p.338-349, jun. 2009. [www.sbgeo.org.br/pub\\_sbg/rbg/vol39\\_down/3902/10654.pdf](http://www.sbgeo.org.br/pub_sbg/rbg/vol39_down/3902/10654.pdf) Acesso em: 10 jun. 2014.
- [12] FOSTER, G.R.; MCCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. "Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units". *Journal of Soil and Water Conservation*, v.36, p. 355- 359, 1981.
- [13] JARBAS, T.; SÁ, I.B.; PETRERE, V.G.; TAURA, T. A. Litólicos. 2011. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. [www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma\\_caatinga/arvore](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore). Acesso em: 24 jun. 2014.
- [14] MELLO, G.; BUENO, C.R.P.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de erosão em áreas intensamente cultivadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.2, p.315-322, 2005.
- [15] MOREIRA, M.C.; CECÍLIO, R.A.; PINTO, F.A.C.; LOMBARDI NETO, F. & PRUSKI, F.F. Programa computacional para estimativa da erosividade da chuva no Estado de São Paulo utilizando redes neurais artificiais. *R. Eng. Agric.*, v.14, p.88-92, (netErosividade SP) 2006a.
- [16] NASCIMENTO, M.A. Bacia do rio João Leite: influência das condições ambientais naturais e antrópicas na perda de terra por erosão laminar. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro, 1998.
- [17] SANTOS, H.G.; ZARONI, M.J.; ALMEIDA, E.P. C. Argissolos Vermelho-Amarelos. 2011. [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore). Agência Embrapa de Informação Tecnológica, Acesso em: 24 jun. 2014.

- [18] SCOPEL, I. Avaliação do risco de erosão através de técnicas de sensoriamento remoto e da equação universal de perdas de solo a nordeste de Cornélio Procópio (PR). Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.
- [19] SILVA, A.M. Potencial Natural de Erosão no Município de Sorocaba, São Paulo, Brasil. Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, Mayagüez, v.8, n.1, p.1-10, 2008.
- [20] SILVA, V.C. Cálculo automático do fator topográfico (LS) da EUPS, na bacia do Rio Paracatu. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.33, p.29-34, 2003.
- [21] TOMAZONI, J.C.; GUIMARÃES, E. A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do Rio Jirau. RBC – Revista Brasileira de Cartografia n.57/03, 2005.
- [22] VALLE JUNIOR, R.F. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba. 2008. Tese (Doutorado) – Curso de Agronomia (produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/2807.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.
- [23] VEIGA FILHO, A.A.; SOUZA, M.V.M.; MARTIN B,N.B.; YANAGUISH, C.T.; MATSUNAGA, M. Análise de investimentos em adoção de tecnologias e conservação do solo no estado de São Paulo. Agricultura em São Paulo, v.39, p.133-154, 1992.
- [24] WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington: Department of Agriculture, Agriculture Handbook. n.537, 1978. Disponível em: [http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH\\_537.pdf](http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH_537.pdf) Acesso em: 10 jun. 2014.

# Capítulo 6

## *Atributos físicos, químicos e biológicos do solo sob influência do feijão guandu *cajanus cajan* (L. Millsp.) no município de Pacajá, Pará, Brasil*

*Jhonatas Mota de Assis*

*Sandra Andréa Santos da Silva*

*Samia Cristina de Lima Lisboa*

*Vivian Dielly da Silva Farias*

*Amanda da Silva Nogueira*

*Marcos Antônio Souza dos Santos*

**Resumo:** A implantação de espécies que desempenham processos benéficos a fertilidade do solo, como adubos verdes, permite o melhor desenvolvimento das culturas, e mantém a produtividade desse recurso natural. O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos físicos, químicos e biológicos em solo sob influência e sem influência da copa de feijão guandu em dois períodos de amostragem, tendo área de comparação solo em condições de vegetação secundária em duas diferentes profundidades, no intuito de determinar a possível influência da copa do feijão guandu *Cajanus cajan* (L. Millsp.) na mineralização da Matéria Orgânica (MO), e na melhor disponibilidade de nutrientes ao solo. As análises foram realizadas na Fazenda Sempre Verde, no município de Pacajá, estado do Pará. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, aplicando a ANOVA e teste de Tukey em áreas com três diferentes tratamentos, sendo T1- área de vegetação secundária, T2- área sob influência da copa do feijão guandu e T3- área sem influência do feijão guandu. Foram avaliados os atributos físicos: densidade do solo (DS) e granulometria, químicos: pH em água, Nitrogênio total (N), Matéria Orgânica (MO), Carbono Orgânico (Corg), relação Carbono e Nitrogênio (C/N), e biológicos: identificação e quantificação de colônias de bactérias por meio da unidade formadora de colônias de bactérias (UFC). Amostras físicas do solo foram indeformadas coletadas com trado Uhland pelo auxílio de anel volumétrico, e para granulométrica, química e biológica com trado Holandês nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, nos meses de fevereiro (período chuvoso) e outubro (período seco) de 2018. De modo geral, o maior teor de umidade do solo coletado na época chuvosa, influenciou numericamente de forma negativa nos valores mais elevados para densidade, menores valores de Potencial Hidrogeniônico (pH), Nitrogênio e positivamente para maiores teores de Carbono Orgânico (Corg) e Matéria Orgânica (MO). A DS foi diminuída numericamente para área sob influência da copa do feijão guandu, quando o solo foi coletado no período seco, demonstrando a importância do sistema radicular de espécies leguminosas para o processo de descompactação do solo. Os valores de pH e N aumentaram estatisticamente em ambas as profundidades e todos os tratamentos. A área sob influência do feijão guandu apresentou-se com melhores resultados quando comparadas as demais áreas para o aporte de N na camada de 0 a 20 cm com 16,5 g/kg e 20 a 40 cm 11,5 g/kg, maior número de UFC na diluição  $10^{-2}$  com 0,743 UFC, redução da relação C/N nas camadas de 0 a 20 cm, de 5 para 0,3 e de 20 a 40 cm 10 para 0,2, tornando essa cultura recomendada para melhoria destes parâmetros e propiciando a melhoria da fertilidade do solo reduzindo custos financeiros ao produtor.

**Palavras-chave:** Leguminosas. Densidade do Solo. Propriedades químicas. Bactérias.

## 1. INTRODUÇÃO

O solo como recurso natural, tem papel essencial no desenvolvimento das atividades agrícolas, além de contribuir para melhor qualidade de vida. Este recurso desempenha diversas atividades que possibilitam a sustentabilidade dos ecossistemas. No entanto, a adoção do modelo de produção em que a floresta tem sido substituída pela agropecuária, tem promovido alterações, que na maioria das vezes tem desfavorecido a dinâmica do mesmo, reduzindo o potencial dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, interferindo dessa forma na produtividade.

As atividades inapropriadas de manejo acarretam na redução acelerada dos teores de matéria orgânica e elevação dos níveis de compactação do solo, sendo apresentado desfavoravelmente na produtividade das culturas. A utilização de tecnologias como o sistema de plantio direto com o uso de plantas de cobertura é uma opção viável, pois evita as perdas de solo, obtendo maior ciclagem e aproveitamento de nutrientes, além de proporcionar maior acúmulo de resíduos orgânico, favorecendo as propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo (SILVA et al., 2011; LINHARES et al., 2016).

A adoção de sistemas que utilizem o solo de maneira sustentável deve ser compreendida como forma alternativa que diminui custos e o uso de fertilizantes químicos, possibilitando maior produtividade. Os ecossistemas naturais realizam interações harmoniosas entre a cobertura vegetal e os atributos do solo, através de processos essenciais na ciclagem de nutrientes em especial do nitrogênio, acúmulo e mineralização da matéria orgânica e agregados do solo. Dessa forma, o conhecimento das modificações físicas e químicas do solo proporcionadas pelo cultivo contínuo, podem fornecer subsídios para a adoção de práticas de manejo que permitam incrementar a produtividade das culturas, assegurando a contínua sustentabilidade e conservação dos ecossistemas (FREITAS et al., 2017).

Estas observações evidenciam a importância da utilização de espécies que realizam tratamentos estruturais no solo, como leguminosas ou *fabaceae* que além da fixação biológica de nitrogênio por meio das atividades microbiológicas, possuem um sistema radicular profundo e resistente, o que demonstra seu potencial de rompimento das camadas adensadas do solo, facilitando a decomposição de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, melhorando assim as características dos atributos do solo (COSTA et al, 2015; PIRES et al, 2015). Desse modo, com a implantação de espécies que desempenham processos benéficos a fertilidade do solo, permite o melhor desenvolvimento das culturas, e torna-se possível a manutenção da produtividade desse recurso.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a densidade do solo, teores de matéria orgânica, pH, Carbono, Nitrogênio e relação entre Carbono e Nitrogênio, em solo sob influência e sem influência da copa de feijão guandu em dois períodos de amostragem (seco e chuvoso), em duas profundidades (0 a 20 e 20 a 40 cm), tendo como área de comparação solo em condições de vegetação secundária no município de Pacajá-Pará.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os resultados da análise química dos teores de Matéria Orgânica, pH, Nitrogênio e Carbono nas áreas com diferentes ecossistemas.
- Identificar e mensurar os agentes bacteriológicos nos tratamentos estudados.
- Comparar e identificar entre as áreas estudadas a relação Carbono e Nitrogênio e como a mesma comporta-se em relação a mineralização da matéria orgânica.
- Analisar os parâmetros físicos de Densidade e Granulometria do solo, nas áreas estudadas, em diferentes profundidades e períodos de coleta.
- Observar os valores de Umidade do Solo nos diferentes tratamentos e períodos estudados.

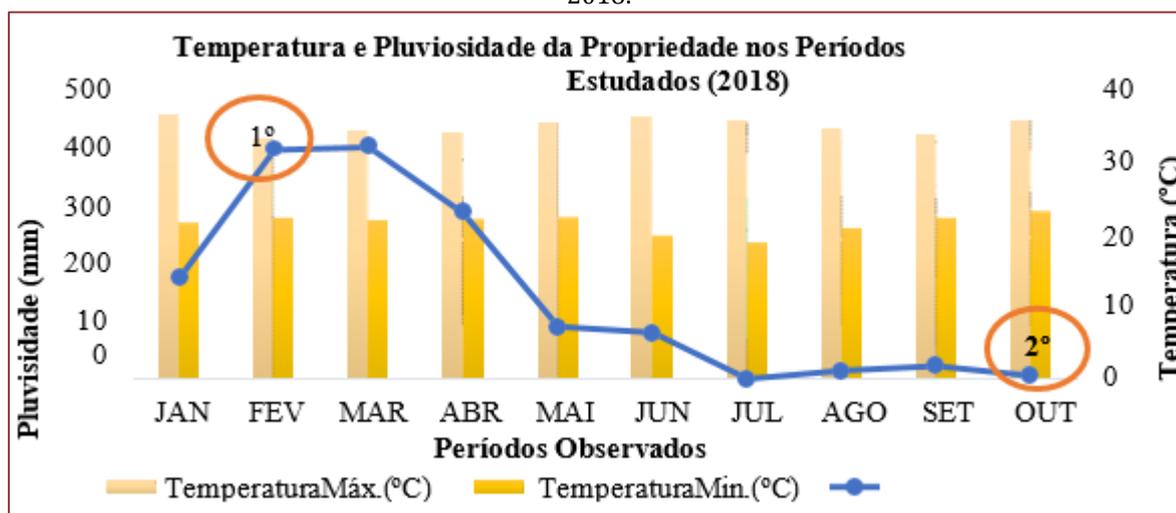
### 3. MATERIAL EMÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na Fazenda Sempre Verde, com total de 40 hectares, e coordenada geográfica latitude de 03° 43' 49.4''S e longitude de 050° 37'56.3'' W, na vicinal Portel a 12 km (doze) da sede do município de Pacajá-Pará.

De acordo com a Semma (2017), os solos estão nas classes Podzólico Vermelho- Amarelo, textura argilosa; Latossolo-amarelo distrófico, textura argilosa; Podzólico Vermelho- Amarelo Plíntico, textura argilosa tendo relevo suavemente ondulado e ondulado; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa apresentando relevo ondulado e forte ondulado. Na área de estudo foi classificado como textura média (EMBRAPA, 2010).

FIGURA 1 - Gráfico de temperatura e índices pluviométricos da propriedade, no período estudado em 2018.



Número: 1º - Coleta, período chuvoso e 2º - Coleta, período seco.

FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

As características climáticas do município, tem o clima da região como tropical úmido, conforme a classificação de Köppen e Geiger com temperatura mínima de 21°C e máxima de 32°C, o índice de pluviosidade anual é de 2300mm (SEMMA, 2017), sendo o período mais chuvoso entre os meses de fevereiro e março e o período mais seco entre agosto e outubro, as características pluviométricas estão representadas na figura 1.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA EM ESTUDO

O histórico da área e as suas características de uso e ocupação do solo, a partir da década de 80, foram implantadas culturas anuais de arroz (*Oryza sativa*), mandioca (*Manihot esculenta*) e café (*Coffea* spp.), esta, que se intensificou a partir dos anos de 1997 por meio das variedades conilon (*Coffea canephora* P.), o qual foi abandonado por sete anos.

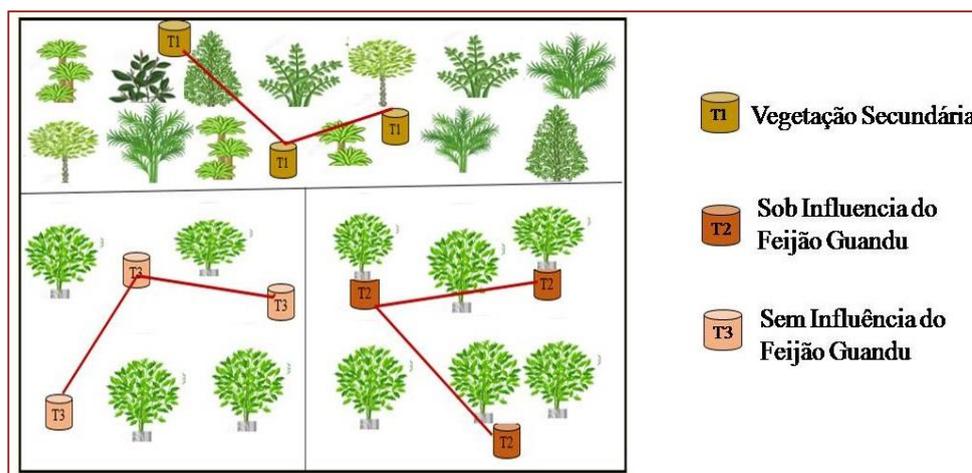
Em 2016, a área tornou-se um sistema agroflorestal (SAFs) local de experimento desenvolvido por meio do "Projeto Florestabilidade" através da parceria entre a Fundação Roberto Marinho e Universidade Federal do Pará (UFPA- Campus de Altamira), que subdividiu a unidade amostral em vegetação secundária e de raleio de espécies de pouco valor comercial, e implantando o sistema de roça sem queima, com a plantação de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L. Millsp) a lanço.

Atualmente o SAF é composto pelas culturas de banana (*Musa* spp.), açaí (*Euterpe oleracea*), cacau (*Theobroma cacao*), café (*coffea* sp.), mandioca (*Manihot esculenta*) e cupuaçu (*Thebroma grandiflorum*), além da presença de importantes espécies florestais como tata juba (*Maclura tinctoria*), jatobá (*Hymenaea courbaril*) e cedro (*Cedrela fissilis*).

### 3.3 COLETA DAS AMOSTRAS

As coletas das amostras foram realizadas nos meses de fevereiro e outubro de 2018, aleatoriamente em forma de “zig-zag”, (Figura 2), aplicando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado.

FIGURA 2 - Croqui representativo da área de coleta.

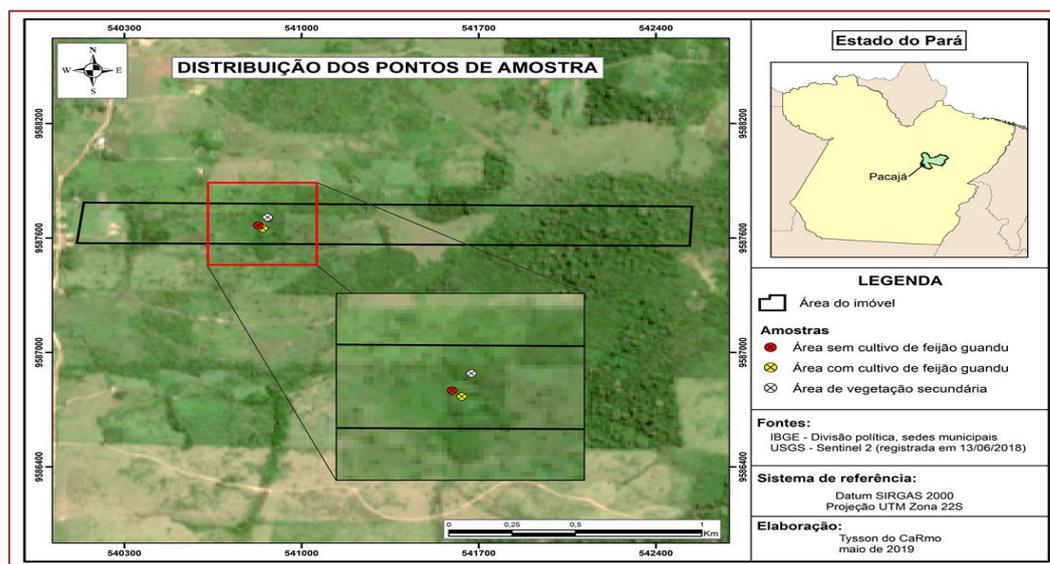


FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Foram coletadas doze (12) amostras deformadas<sup>21</sup> (compostas por três amostras simples), e seis (6) indeformadas<sup>3</sup> em cada coleta, sendo constituída por duas (2) repetições, conforme a metodologia proposta por Santos et al., (2015) (Figura 2).

Para a coleta, a área total em estudo foi subdividida e nomeadas em 3 (três) tratamentos de acordo com as características observadas, sendo T1 (Tratamento 1-Área de Vegetação Secundária), T2 (Tratamento 2-Área Sob Influência da Copa do Feijão Guandu) e T3 (Tratamento 3-Área Sem Influência da Copa do Feijão Guandu), conforme apresentado na figura 3.

FIGURA 3 - Mapa de distribuição dos pontos de coleta das amostras na propriedade (Datum SIRGAS 2000).



FONTE: Carmo (2019)

<sup>2</sup>Coleta-se amostras com a destruição ou modificação de suas características estruturais nas camadas.

<sup>3</sup>Retira-se amostras e acondiciona-as com menores alterações possíveis em sua estrutura.

### 3.4 ANÁLISE QUÍMICA

Para a análise química em ambos os períodos estudados, cada tratamento foi constituído por duas repetições por profundidade de amostras deformadas compostas, sendo quatro amostras por tratamento, sob as profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm utilizando trado holandês, totalizando doze amostras. Após serem submetidas ao preparo de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), foram encaminhadas para análises dos teores de Matéria Orgânica (MO), Nitrogênio total (N), e pH de acordo com Embrapa (2017).

Posteriormente, foram encaminhadas para análises dos teores de Matéria Orgânica (MO) pelo método de Walkley-Black (EMBRAPA, 1979), Nitrogênio total através do método de Kjeldahl e o pH (H<sub>2</sub>O) em potenciômetro na relação solo: água de 1:2,5, conforme EMBRAPA (2017) para o Laboratório de Análise Agronômica e Ambiental - FULLIN, localizado no município de Linhares, no Espírito Santo. O cálculo de Carbono orgânico do solo, considerou-se os valores da Matéria Orgânica, representando em média 56% do Corg, com fator de equivalência igual a 1,724, entre esses dois atributos. E relação C/N, conforme Gomes et al., (2001).

### ANÁLISE FÍSICA

Para a determinação da densidade do solo (DS), foram utilizadas seis (6) amostras indeformadas na camada superficial do solo constituído de duas (2) repetições, as quais foram coletadas em anéis volumétricos com auxílio de trado Uhland, conforme a metodologia proposta por Santos et al., (2015). As mesmas foram encaminhadas ao laboratório de Solos da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira UFPA/CALT, para a realização da referida análise, utilizando-se a fórmula empregada por Embrapa(2017):

$$DS = M/V$$

Em que:

Ds – densidade do solo, em g/cm<sup>3</sup>;

M – massa da amostra de solo seco a 105 °C até peso constante, em g; V – Volume do cilindro, em cm<sup>3</sup>.

Para a determinação da análise granulométrica do solo tanto para o período chuvoso como seco, foram utilizadas amostras deformadas, submetidas ao método da pipeta, e aplicando-se a classificação textural utilizando o Triângulo de Classificação granulométrica, empregado por Embrapa (2017) e sobrepostos ao da Embrapa (2010). Esta análise também foi realizada no laboratório de Solos da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira –UFPA/CALT.

### 3.5 ANÁLISE BIOLÓGICA

#### 3.5.1 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS COLÔNIAS DE BACTÉRIAS DO SOLO

As amostras de solo foram condicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em caixa térmica (isopor) contendo gelo a fim de possibilitar menor interferência na sanidade dos componentes biológicos, durante o traslado do campo até o Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira – UFPA/CALT.

Para a identificação foi realizado o isolamento de bactérias utilizando a técnica de diluição sucessiva proposta por Clark (1965), onde de cada amostra de solo peneirado foram pesados 10g e transferidos para recipientes de vidro (Erlenmeyer), esterilizados em autoclave, contendo 90 ml de água destilada esterilizada, e agitados, para a homogeneização, em agitador tipo Vortex QL- 901 (2.800 rpm) por 15 minutos. De cada diluição 1 ml foi retirada e acrescentada em tubo de ensaio contendo 9 ml de solução salina (NaCl0,9%) obtendo adição 10<sup>-1</sup>, e repetindo-se esse processo até obter adição 10<sup>-3</sup>.

No entanto, somente as diluições 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup> foram utilizadas no tratamento, onde uma alíquota de 0,1 ml de cada uma delas foi transferida para o centro das placas de Pétri, contendo 20 ml do meio de cultura (Agar Mueller Hilton) que assim como todos os recipientes, também esterilizados, e espalhadas com o

auxílio de uma alça de Drigasliki sendo em triplicata, totalizando três repetições por tratamento.

As diluições totalizaram 27 placas de Pétri que foram inoculadas e incubadas invertidas em câmara tipo BOD a  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  por um período médio de 48 horas. Para as colônias que se desenvolveram, foram feitas a contagem de UFC= Unidade Formadora de Colônia.

Fórmula:

$$\text{UFC} = (\text{n}^\circ \text{ de colônias}) \times 10^* \times (\text{diluição utilizada para contagem}). 10^*: \text{Fator de correção}.$$

### 3.5.2 COLORAÇÃO DE GRAM DAS COLÔNIAS DE BACTÉRIAS

Após serem isoladas as colônias foram submetidas a esfregaços em lâminas para microscopia, que foram submetidos ao protocolo de coloração de Gram, utilizando soluções corantes (violeta genciana, lugol, descolorante e fucsina diluída) de acordo com a metodologia utilizada por Freitas & Picoli (2007). Onde os esfregaços nas lâminas foram avaliados utilizando microscópio óptico de campo claro, sob imersão para identificar a morfologia bem como a reação destes microrganismos submetidos ao método de Gram.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados em planilhas de Excel, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa Sisvar 6.2 (Statistical Analysis Software), analisando por meio da ANOVA a comparação das médias aritméticas para as amostras dos atributos físicos e químicos do solo entre tratamentos, profundidades e períodos obtidos nas repetições. Os atributos biológicos compararam-se numericamente as médias em planilhas de Excel (2016).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A - ANÁLISE FÍSICA

A classificação granulométrica e textural do solo nos tratamentos e profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm para os períodos analisados, estão representados na tabela 2.

Tabela 2 - Classificação granulométrica e textural do solo para Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão guandu (T3), nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, nos períodos chuvoso e seco.

Período	Profundidade	Classificação Granulométrica	Classificação Textural
		%	g/kg
		Tratamento	
<b>T1- Área de Vegetação Secundária</b>			
Chuvoso	0 a 20	Franco Siltosa*	Média**
	20 a 40	Franco Siltosa*	Média**
Seco	0 a 20	Franco Siltosa*	Média**
	20 a 40	Franco Siltosa*	Média**
<b>T2- Área Sob Influência do Feijão Guandu</b>			
Chuvoso	0 a 20	Franco Siltosa*	Média**
	20 a 40	Franco Siltosa*	Média**
Seco	0 a 20	Franco Siltosa*	Média**
	20 a 40	Franco Siltosa*	Média**
<b>T3- Área Sem Influência do Feijão Guandu</b>			
Chuvoso	0 a 20	Franco Siltosa*	Média**
	20 a 40	Franco Siltosa*	Média**
Seco	0 a 20	Franco Siltosa*	Média**
	20 a 40	Franco Siltosa*	Média**

\*Corresponde a classificação granulométrica do solo proposta pela Embrapa (2017); e \*\* refere-se à classificação textural utilizada pela Embrapa (2010).

FONTE: Próprio autor.

A classificação granulométrica Franco Siltosa ocorreu em ambos os períodos (seco e chuvoso) e respectivas profundidades estudadas, segundo a classificação proposta pela Embrapa (2017), e mostraram-se pertencentes a classe textural média, segundo o sistema de classificação da Embrapa (2010).

Este resultado pode ser explicado pelo fato de serem áreas com características similares, que evidência solos com maior quantidade de macroporosos que facilitam a infiltração de água, mineralização de nutrientes como matéria orgânica, carbono e nitrogênio, quando comparados a solos argilosos, e maiores teores de matéria orgânica quando comparados a solos arenosos, sendo uma classe intermediária, que pode ser menos susceptível a compactação em relação aos argilosos e possibilitar a maior retenção de água quanto aos arenosos.

A análise da densidade do solo (Ds) no período chuvoso apresentou valores médios de  $1,36 \text{ g/cm}^3$  para T1 (Trat. 1-Área de vegetação secundária),  $1,46 \text{ g/cm}^3$  em T2 (Trat. 2- Área sob influência da copa do feijão guandu) e  $1,38 \text{ g/cm}^3$  no T3 (Trat.3-Área sem influência da copa do feijão guandu). Já no período seco, os resultados obtidos foram em  $1,30 \text{ g/cm}^3$ ,  $1,31 \text{ g/cm}^3$  e  $1,27 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de Densidade do Solo ( $\text{g/cm}^3$ ) para os diferentes períodos de coleta.

Tratamento	Período Chuvoso	Período Seco
T1	1,36 aA	1,30 aB
T2	1,46 aA	1,31 aB
T3	1,38 aA	1,27 aB

Números seguidos pela mesma letra na coluna não possui diferença entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

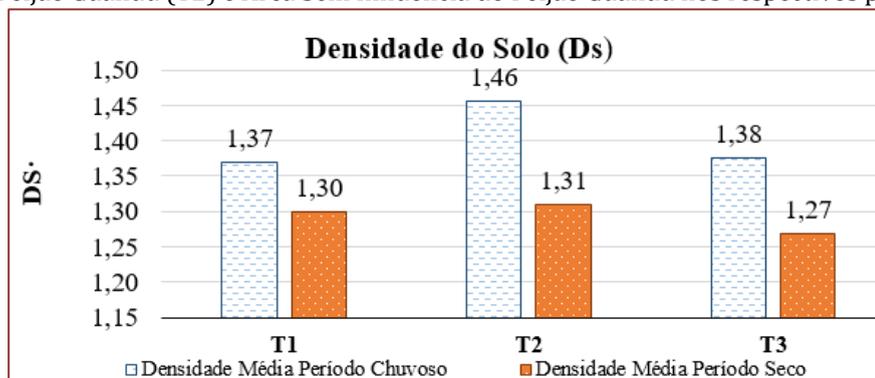
FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

No período chuvoso, o menor valor para densidade foi apresentado na área T1, estando em pousio há aproximadamente sete anos, não sofrendo nenhuma ação antrópica, e o valor maior em T2, onde foi implantado o feijão guandu há aproximadamente dois anos do período de coleta, podendo não ser suficiente para a mineralização da matéria orgânica e desenvolvimento do sistema radicular.

Resultados opostos a estes foram obtidos por Alvarez et al., (2017), em pesquisas com plantas de cobertura do solo de inverno em solos da região do Pampa Argentino, aferiram que a Ds nos primeiros centímetros do solo foi moderadamente influenciada pelo uso de plantas de cobertura, em relação a área de pousio, após alguns períodos de avaliação. Já para o período seco, pode-se observar que esse menor valor foi obtido na área T3 de  $1,27 \text{ g/cm}^3$ , e sendo praticamente os mesmos valores para T1 e T2, uma vez que essa última área recebeu atividades agrícolas, como roçagem e plantio de outras culturas.

Em comparação entre os períodos de coleta, nota-se uma redução no valor de densidade em ambos os tratamentos. Sendo observado pelo teste estatístico de Tukey a 5% de probabilidade com diferença significativa entre os tratamentos para o período chuvoso, em relação ao período seco que foram semelhantes e apresentaram considerável redução numérica da compactação.

Figura 4 - Valores de Densidade Média do Solo ( $\text{g/cm}^3$ ) para Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão Guandu nos respectivos períodos.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Vale destacar o melhor valor para esse parâmetro, no T2 de  $1,46 \text{ g/cm}^3$  para  $1,31 \text{ g/cm}^3$  (Figura 4), que demonstra uma melhoria na estrutura física do solo no presente estudo, entre períodos amostrados, mesmo que seja superior ao da área de vegetação secundária, inicialmente, no entanto o processo de descompactação é mais acelerado pela rápida mineralização do material orgânico. Herrada et al., (2017), afirmam que espécies da família *fabaceae*, como o feijão guandu apresentam alta capacidade de penetração de raízes em solos com alta densidade na descompactação do solo por meio da constituição de canais para o escoamento da água, incorporação de matéria orgânica e crescimento de raízes das culturas anuais sucessoras. Tais valores foram inferiores aos encontrados por Chieza et al., (2013), em que avaliou espécies de leguminosas de verão, obtendo  $1,47 \text{ g/cm}^3$  e  $1,44 \text{ g/cm}^3$  de Ds, em solos com condições semelhantes ao deste estudo.

A densidade encontrada para T2 no período chuvoso ( $1,46 \text{ g/cm}^3$ ), se assemelha com a apresentada por Silva et al., (2017), numa área experimental no Município de Selvíria- MS, durante as safras de inverno, onde no cultivo do feijão guandu obtiveram  $1,47 \text{ g/cm}^3$  e com mucuna-preta  $1,46 \text{ g/cm}^3$ . Segundo ele, estes resultados decorrem da densidade de raízes das culturas utilizadas, e ao teor de MO, que provavelmente ainda não tivera o sistema radicular desenvolvido em profundidade como em área de vegetação, e conseqüentemente apresentou maior Ds.

De acordo com parâmetros propostos por Brady e Weil (2013), em que estabelece a densidade para solos com textura média para que não comprometa o desenvolvimento do sistema radicular das plantas em áreas com histórico de cultivo deve estar entre  $0,9$  e  $1,5 \text{ g/cm}^3$ . Diante do pressuposto, os resultados do período chuvoso estavam próximos ao limite crítico neste parâmetro, principalmente para T2  $1,46 \text{ g/cm}^3$  e T3  $1,38 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente.

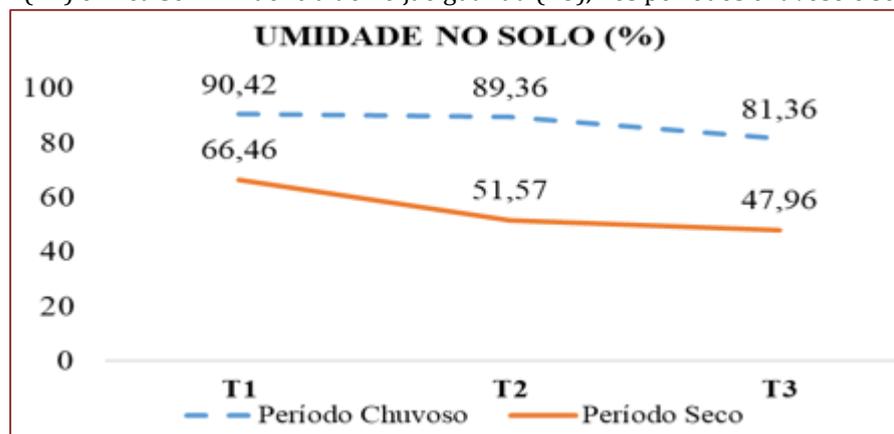
Perante a segunda análise (período seco), tornou-se possível observar considerável redução dos valores e melhor desempenho para T2 com  $1,31 \text{ g/cm}^3$ , aproximado ao observado por Fontana et al., (2016), de  $1,32 \text{ g/cm}^3$  avaliando também solos com textura média sob cultivo de leguminosas na Bahia. Souza et al., (2018) também encontraram valor de densidade de  $1,30 \text{ g/cm}^3$  em estudo de área de regeneração natural, onde destacam esse resultado em razão do período em que esteve isolada, oito anos antes do estudo na área, no município de Brasil Novo, no estado do Pará. Ou seja, os resultados observados no presente estudo com apenas sete anos em repouso para área de vegetação secundária, e dois anos para área com leguminosas, torna-o com maior relevância para a recuperação da estrutura do solo em menor período de tempo, propendendo ao limite favorável as culturas, após o desenvolvimento do sistema radicular, promovendo o aumento dos espaços porosos, incorporação de material orgânico, mantendo o solo com menor temperatura e as atividades biológicas que interagem para manter a fertilidade, melhorando a infiltração de água e a retenção de umidade.

A umidade para o período chuvoso foi maior 90,42% em T1, seguida de 89,36% T2 e 81,36% em T3. Sendo que as áreas T1 e T2 estava sob cobertura vegetal viva e com maior capacidade de sombreamento e redução da temperatura no solo. Demonstrando ainda, que a leguminosa também propicia a considerável manutenção da umidade do solo estando ela viva.

No período seco, T1 apresentou-se em maior destaque com 66,46%, sob influência da vegetação secundária que possibilitou maior umidade devido reduzir a insolação, e T2 com 51,57%, tendo em vista que houve o desbaste da cultura o que reduziu a capacidade de sombreamento e aumento da insolação, assim como em T3 47,96% que após o desbaste da vegetação, não havia leguminosas que pudessem melhorar essa umidade, assim como em T2 que sofreu a mesma intervenção.

Em seus estudos, Teodoro et al., (2011) atribuíram este resultado à maior capacidade de cobertura da vegetação em pé ou de serrapilheira, a deposição de folhas senescentes e redução de temperatura, o que aumenta a proteção contra a incidência direta dos raios solares, amenizando as temperaturas, diminui a amplitude térmica e possibilitando menor evapotranspiração e conseqüentemente a conservação da umidade do solo. Estes resultados assemelham-se aos observados por Ecolnews (2013), em que a umidade em florestas foi maior em relação aos demais experimentos, como representado na Figura 5.

Figura 5 - Umidade do solo para Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão guandu (T3), nos períodos chuvoso e seco.



FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

## B - ANÁLISE QUÍMICA

### I pH do Solo

Os resultados obtidos a partir das análises químicas para pH do solo apresentaram variação de 4,1 a 4,5 no período chuvoso, sendo a acidez dos solos classificada como acidez elevada.

Resultados semelhantes foram observados por Machado et al., (2014), avaliando este elemento em área degradada, sob introdução de leguminosas em Uberlândia, Minas Gerais, em que variaram 0,3, estando entre 4,1 e 4,4. Estes valores indicam a ocorrência de um solo bastante ácido, prejudicial o desenvolvimento da vegetação.

Estudos realizados por Morinigo et al., (2017), apontam que menor valor do pH pode estar relacionado ao maior aporte de resíduos orgânicos, favorecendo a adição de C ao solo na forma de raízes e ácidos orgânicos, oriundos das espécies arbóreas. Ou seja, quanto maior o teor de carbono, maior tenderá ser a acidez do solo (MACHADO et al., 2014). O que explica os valores menores de pH nas camadas iniciais do solo e maiores nas mais profundas, onde se observou maior teor de Carbono Orgânico (Corg.) nas coletas de 0 a 20 cm e maior acidez do solo, enquanto que de 20 a 40 cm ocorreu a redução do Corg. e elevação do pH, apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Valores da análise do pH e Carbono Orgânico (Corg.) do solo na Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão Guandu (T3) nas profundidades e períodos estudados.

Números seguidos pela mesma letra na linha no pH, não possui diferença entre si pelo teste de Tukey a 5% de

Prof.	pH e Corg (g/kg)											
	T1				T2				T3			
	C	pH	C	pH	C	pH	C	pH	C	pH	C	pH
0 a 20	14,6 aA	4,1 aB	3,7 aB	4,7 aA	9,1 aA	4,3 aB	3,5 aB	4,6 aA	8,6 aA	4,3 aB	4,3 aB	5,2 aA
20 a 40	16,1 aA	4,2 aB	2,6 aB	5,4 aA	11,2 aA	4,3 aB	3,3 aB	5,3 aA	9,8 aA	4,5 aB	2,6 aB	5,4 aA

probabilidade. Letras diferentes (Corg) na coluna, possui diferença entre si pelo teste F (0,05%) de probabilidade.

FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Os dados apresentados demonstram diferença significativa para esse nutriente apenas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, no período seco, demonstrando tamanha melhora para os valores desse elemento, como representado na tabela 4.

As análises realizadas no período seco, apresentaram elevação nos teores do pH em todos os tratamentos e profundidades, onde na profundidade 0 a 20 cm o melhor resultado foi apresentado em T3 com 5,2, e na profundidade de 20 a 40 cm variaram de 5,3 a 5,4. Michelon et al., (2019) observou valor semelhante a estes com pH 5,2 em sistema de plantio direto com leguminosas de inverno. Resultados superiores no período seco também foram apresentados por Silva (2011) em estudos realizados em SAF's jovens em Bragança-PA.

De acordo com valores da Embrapa (2009), essa melhora nos valores de pH nas camadas mais profundas (20 a 40 cm) retira-o do nível de acidez elevada ( $\leq 5,0$ ) na época chuvosa e na estiagem alcança a acidez média (entre 5,1 e 6,0), satisfatório para a maioria das culturas. Mantovanelli et al., (2016), confirmam que as altas taxas de lixiviação, torna os solos amazônicos altamente intemperizados, caracterizando-se por apresentar acidez elevada (alta toxidez de alumínio) dificultando o desenvolvimento das culturas. No entanto, após a análise do período seco, torna-se possível afirmar resultados no sentido de alçar a fertilidade adequada para o cultivo, pela elevação dos valores de pH apresentados, através da maior mineralização de matéria orgânica, que reduz a acidez do solo, porque durante a decomposição dos resíduos, são produzidos ácidos orgânicos capazes de complexar os teores  $Al^{+3}$  presentes no solo, reduzindo desta forma o alumínio tóxico do solo (LIU; HUE, 1996).

## II Carbono Orgânico

Analisando os teores de Carbono Orgânico (Corg.) do solo observou-se que houve maiores valores para o período chuvoso, em todos os tratamentos para ambas as profundidades, principalmente em T1 na camada mais superficial (0 a 20 cm) com 14,6 e 16,1 g/kg de 20 a 40 cm. No período seco, na profundidade de 0 a 20 cm os teores de Corg. foram 3,7 g/kg, 3,5 g/kg e 4,3 g/kg, referentes aos tratamentos T1, T2 e T3, de 20 a 40 cm os valores foram inferiores para todos os tratamentos, representados na Tabela 4, estando em quantidade baixa ( $\leq 9$  g/kg) e classificados em quantidade alta ( $\geq 14$  g/kg), de acordo com referências de Tomé Jr. (1997). Observa-se maior acúmulo de C na camada superficial do solo, isso provavelmente está associado à acumulação sequencial de material orgânico na superfície, decomposição de raízes, em geral, mais abundantes na camada superficial do solo e em todas as profundidades da área T1 por se referir a área defloresta.

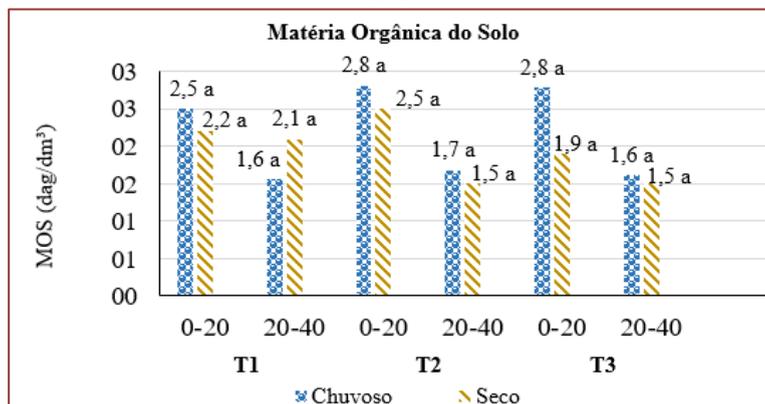
Ao analisarmos os valores citados (Tabela 4), nota-se que com o aumento do pH o teor de C foi reduzido, comprovado pelo teste estatístico, pois tamanha redução foi significativa pelo Teste de F a 0,05% de probabilidade no período chuvoso.

Em ambientes de floresta nativa de ecossistemas Amazônicos a maior parte do C encontra-se contida na biomassa da vegetação (ARAÚJO et al., 2011), o que causa um efeito negativo quando há conversão de ecossistemas naturais. Ou seja, a retirada da vegetação nativa, provoca a emissão desse elemento que esteja alocado no solo sob a vegetação. Ribeiro et al., (2019), verificou menores resultados em áreas de C em área de SAFs (Sistema Agroflorestal) e justifica que menores estoques de C podem ser também atribuídos ao aumento no consumo do C prontamente disponível pela biomassa microbiana do solo e por meio de sua exportação pelas culturas, sendo que na área T2 deste estudo está sendo conduzido um SAFs jovem, que com o passar do tempo requer maior quantidade de nutrientes para o seu desenvolvimento e com isso reduziu os valores no período seco.

## III Matéria Orgânica no Solo

No período chuvoso, os valores para teores de Matéria Orgânica no Solo (MOS) nas profundidades de 0 a 20 cm foram para T1- 2,5 dag/dm<sup>3</sup>, T2- 2,8 dag/dm<sup>3</sup> e T3- 2,8 dag/dm<sup>3</sup>, e de 20 a 40 cm 1,6 dag/dm<sup>3</sup> para T1; 1,7 dag/dm<sup>3</sup> em T2 e 1,6 dag/dm<sup>3</sup> em T3, apresentados na figura 6.

Figura 6 - Teores de MOS nas profundidades de 0-20 e 20-40 em Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão guandu (T3), nos períodos chuvoso e seco.



Números seguidos pela mesma letra nas colunas, não possui diferença entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Observando os tratamentos em suas respectivas profundidades, para este período, T1 apresentou menor resultado com 2,5 dag/dm<sup>3</sup>, provavelmente por apresentar menor velocidade no processo de decomposição. Obteve-se valores iguais numericamente em T2 e T3 com 2,8 dag/dm<sup>3</sup> sendo estes superiores a T1, demonstrando a alta mineralização observada em campo nas áreas sob manejo de raleamento, na camada inicial de 0-20 cm para T2. Costa et al., (2019), obtiveram menores resultados sob essa profundidade no estudo realizado na área experimental da Universidade Federal de Alagoas, observando apenas 1,5 dag/dm<sup>3</sup> em área de sistema agroflorestal com cultivo de leguminosas.

Pesquisas realizadas por Costa et al., (2014), afirmam que essa diferença em relação aos demais tratamentos, possivelmente possa ser explicada pelo fato da menor relação C/N na profundidade de 0 a 20 cm, permitindo maior rapidez no processo de decomposição dos resíduos e incorporação ao solo promovida por leguminosas em simbiose com microrganismos, e para T3 se explica pelo sistema de raleamento da vegetação na área, assim adicionando maior quantidade de matéria orgânica nesta profundidade. Os resultados da área em estudo corroboram com o apresentado por Favaroto et al., (2015), em sistema de cultivo de plantas de cobertura incluindo leguminosas como fonte de matéria orgânica para o solo, onde apresentou 3,3 dag/dm<sup>3</sup>. Quando comparadas as áreas raleadas T2 e T3 nos períodos analisados, estas apresentam resultados similares na camada 0 a 20 cm com 2,8 dag/cm<sup>3</sup> e 1,7 dag/cm<sup>3</sup>, 1,6 dag/cm<sup>3</sup> de 20 a 40 cm para o período chuvoso, e 1,5 dag/cm<sup>3</sup> no período seco.

Na profundidade de 20 a 40 cm, os valores em T1 e T2 foram iguais, ambos com 1,6 dag/dm<sup>3</sup>, sendo pouco maior para T2 com 1,7 dag/cm<sup>3</sup>. Esses resultados podem ser descritos em razão da redução dos teores de MO no aprofundamento do solo, após sofrer muitas intempéries, como ação das chuvas que lixiviam para outros horizontes, microrganismos na degradação, absorção pelas plantas, adventos que acarretam na diminuição dessa quantidade de nutrientes com o decorrer do tempo. Em relação do maior valor apresentado para T2, pode-se afirmar que ocorreu pela ação das raízes pivotantes profundas e adensadas que promovem a descompactação do solo e abrindo espaços para incorporação da matéria orgânica nessas profundidades.

No período seco, os valores para MOS tiveram pequena redução quando comparados ao período chuvoso, onde T2 permanece em maior ascendência com 2,5 dag/dm<sup>3</sup> na profundidade 0 a 20 cm, seguido por T1 com 2,2 dag/dm<sup>3</sup>. Ambos os tratamentos tiveram redução do armazenamento de MOS, em proporções semelhantes, exceto para T3 com 1,9 dag/dm<sup>3</sup> (Figura 6), possivelmente pelo aumento da temperatura que favorece a mineralização.

O valor de T2 tem como indicativos a deposição de cobertura vegetal após o corte raso das plantas leguminosas no final do período chuvoso para promover a cobertura morta ao solo a fim de evitar a insolação e perda de umidade, sendo considerada atividade importante na sustentabilidade dos sistemas agrícolas para a otimização dos recursos ambientais (ALMEIDA et al., 2015; PLAZABONILLA et al., 2015). E relacionando este resultado com os apresentados para DS na figura 5, testifica-se a importância da incorporação de matéria orgânica no solo, desempenhada neste tratamento para a redução da DS.

A MOS apresentada na profundidade de 20 a 40 cm, demonstra diminuição semelhante para T2 e T3 de 1,5 em ambos, apresentado maior mineralização da matéria orgânica após o período de coleta chuvoso e elevação da temperatura com a retirada da vegetação verde, faltando sistemas radiculares que atuem com microrganismos na fixação de nutrientes ao solo. Estes resultados corroboram com os obtidos por Silva (2011), onde descreve que independente do período de coleta, valores encontrados de matéria orgânica decresceram significativamente com a profundidade. Contrário ao apresentado em T1 com teores de 2,1 dag/dm<sup>3</sup>, aumentando consideravelmente o resultado entre os períodos, o que sustenta Dernadin et al., (2014) que a manutenção da cobertura vegetal em áreas de floresta garante um maior aporte de resíduos tanto na camada superficial e subsuperficial do solo, sendo que essa área mantém a cobertura total e maior período em pousio. De acordo com Khorramemdel et al., (2013) em sistemas agrícolas, o manejo adotado exerce influência nos estoques de MOS, podendo diminuir, manter ou aumentar esses estoques em relação à vegetação nativa, como observado neste estudo.

Para as profundidades iniciais, Ferreira (2018) obteve valores inferiores a este estudo avaliando solo sob cobertura morta de mucuna-preta e área de vegetação espontânea com 1,7 dag/dm<sup>3</sup> e 1,5 dag/dm<sup>3</sup>, avaliando nas profundidades superiores observou valores menores para área de vegetação com 1,1 dag/dm<sup>3</sup> e maiores para cobertura morta com mucuna-preta com 2,3dag/dm<sup>3</sup>.

Após a dessecação das plantas utilizadas na adubação verde, em área de estudo, o alto teor de matéria orgânica apresenta maior atividade biológica com complexas redes tróficas o que contribui para boa fertilidade do sistema agrícola (CALEGARI, 2014). Em solos de regiões tropicais, que apresentem altos índices de intemperização a presença de matéria orgânica, torna-se de grande importância para a disponibilidade de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas, além de melhorar a relação catiônica e formação de agregados no solo, disponibilidade de água, melhorar os espaços porosos e atividade biológica na estrutura do solo (RAMOS et al., 2018).

Os teores de MOS não estão em níveis satisfatórios conforme os valores de referência da Embrapa (2009) e Tomé Jr. (1997), em T1 e T3 na profundidade de 20 a 40cm no período chuvoso, com 1,6 dag/dm<sup>3</sup>, e sob essa mesma profundidade para o período seco em T2 e T3 apresentando 1,5 dag/dm<sup>3</sup>, valores estes no intervalo de baixo e muito baixo. No entanto, os tratamentos 1, 2 e 3 na profundidade de 0 a 20 cm, apresentaram nos dois períodos estudados resultados satisfatórios, presentes entre os níveis médios referenciados (1,6 a 3,0 dag/dm<sup>3</sup>).

#### IV Nitrogênio

Os resultados para teores de Nitrogênio (N), indicam o aumento entre períodos para este nutriente em todos os tratamentos e profundidades estudados.

Os valores apresentados em T2 com 1,8 g/kg, mostrou-se superior aos demais tratamentos na profundidade de 0 a 20 cm, no período chuvoso. No período seco, apresentou-se superior a T1 e T3 nas diferentes profundidades estudadas, com 16,5 g/kg e 11,5 g/kg de 0 a 20 e 20 a 40 cm (Tabela 5). Isso porque espécies leguminosas possuem mecanismos simbiótico nas associações com bactérias fixadoras de nitrogênio (FBN), atrelada a rápida mineralização da matéria orgânica, representa uma importante fonte de nitrogênio para a agricultura e para os ecossistemas naturais. Junior et al., (2017) estudando áreas de manejo, no município de Paragominas-PA, observaram em sistema de plantio direto de leguminosos valores superiores a este estudo no período chuvoso com 2,18 g/kg sob mesma profundidade.

Tabela 5 - Teores de Nitrogênio (N) no solo para Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão guandu (T3), nos períodos chuvoso e seco.

Prof.	Teor de Nitrogênio (g/kg)					
	-----T1-----		-----T2-----		-----T3-----	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
0 a 20	1,3 aB	8,9 aA	1,8 aB	16,5 aA	1,7 aB	8,5 aA
20 a 40	2,1 aB	8,3 aA	1,6 aB	11,5 aA	1,4 aB	6,3 aA

Números seguidos pela mesma letra na linha não possui diferença entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Na profundidade 20 a 40 cm, T2 também apresentou melhor resultado para esse nutriente passando de 1,6 para 11,5 g/kg, onde justifica-se esse advento tanto pela capacidade da espécie em relacionar a mineralização de material orgânico sobre o solo, a sua estrutura vegetal que armazena teores de N e quando ocorre o desbaste das plantas, como realizado na área, ocorre a decomposição da cobertura morta disponibilizando ao solo quantidades de nutrientes que melhoram a fertilidade. Possibilitando ambiente propício ao desenvolvimento das culturas sucessoras ou que integram o sistema de cultivo em ambas as profundidades estudadas. Dados estes que corroboram e superam aos obtidos por Zhang et al., (2016), que em estudos observaram os efeitos dos sistemas de preparo do solo conservacionista (Plantio Direto) e outro convencional a longo prazo, que as práticas conservacionistas sem queima, a longo prazo aumentaram significativamente os teores de Nitrogênio e suas frações no solo, especialmente nas camadas superiores do solo.

Em estudos, Chagas et al., (2017), em área de cultivo encontraram valores superiores aos obtidos neste estudo sob a camada superficial para comparação ao período chuvoso 2,82 g/kg e 6,04 g/kg na camada mais profunda quando comparados os períodos de análise, sendo inferiores aos resultados observados neste estudo para o período seco. Matos et al., (2016) observaram uma redução de 1,5 g/kg nos valores de nitrogênio em área de Sistema Agroflorestal (SAF), após três anos de cultivo em área de SAF obtendo 4,0 g/kg. Este autor afirma que as mudanças nos resultados se devem as mudanças climáticas, temperatura e redução de resíduos que promovem a incorporação do nutriente ao solo.

Os demais tratamentos avaliados nesta pesquisa, difere-se quanto ao teor de N. Tal fato justifica-se pela ausência da influência do feijão guandu, pois as espécies não leguminosas possuem menor potencial de disponibilizar esse nutriente, pelo fato de menor relação com microrganismos que atuam no processo de fixação biológica de nitrogênio, e relação carbono e nitrogênio mais elevado, retardando a liberação desse nutriente ao solo.

Justificado por Souza et al., (2017) que descrevem as leguminosas com características peculiares, principalmente em relação à quantidade de massa produzida, ao teor e ao acúmulo de N fixado biologicamente e à taxa de decomposição, que sofrem grande influência das interações edafoclimáticas locais e também do manejo adotado pelo agricultor. Como o cultivo e corte de plantas em plena floração, com ou sem incorporação da fitomassa, promove o aumento, preservação e/ou restauração da fertilidade do solo e da produtividade das culturas (BRITO et al., 2017).

Desta forma, torna-se possível a afirmação de desempenho promissor do sistema estudado, sendo comprovado significativamente pelo teste estatístico de Tukey a 5% de probabilidade tamanha influência ao observar no período seco após maior período de mineralização da MOS. Tomé Jr. (1997), descreve que por ser o N um elemento químico variável dependendo da região, tipos de solos e principalmente da vegetação, não há um valor agrônomo para sua classificação.

## V Relação Carbono e Nitrogênio

Diante dos resultados obtidos para a relação Carbono e Nitrogênio (C/N), percebe-se que no período chuvoso T1 mostrou maior valor para a profundidade 0 a 20 cm de 12,1:1 e o menor para T2 com teor de relação C/N 5. Esse resultado se inverte na profundidade 20 a 40 cm, onde a relação C/N foi superior em T2 com relação C/N 10:1. Resultados estes que comprovam a eficiência do sistema radicular do feijão guandu nas camadas mais profundas em estudo, em associação aos microrganismos que favorecem a relação entre os valores de C e N obtidos. Os valores para de T1 e T2 apresentaram-se similares para o período seco com 0,4:1 de relação C/N, nas duas profundidades, por serem áreas sem influência de leguminosas que reduzem esse valor, e T2 pelo maior aporte de N, como apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Teores de Carbono Orgânico (Corg) em relação aos teores de Nitrogênio (N) e relação C/N, no solo para Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão guandu (T3), nos períodos chuvoso e seco.

Prof.	-----T1-----		-----T2-----		-----T3-----	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
	Corg. (g/kg)					
0 a 20	14,6 aA	3,7 aB	9,1 aA	3,5 aB	8,6 aA	4,3 aB
20 a 40	16,1 aA	2,6 aB	11,2 aA	3,3 aB	9,8 aA	2,6 aB
	Nitrogênio (g/kg)					
0 a 20	1,3 aB	8,9 aA	1,8 aB	16,5aA	1,7 aB	8,5 aA
20 a 40	2,1 aB	8,3 aA	1,6 aB	11,5aA	1,4 aB	6,3 aA
	Relação C/N					
0 a 20	12,1 aA	0,4 bB	5 aA	0,3 bB	6,6 aA	0,4 aB
20 a 40	4,3 aA	0,4 bB	10 aA	0,2 bB	6,9 aA	0,4 aB

Números seguidos pela mesma letra na linha para relação C/N não possui diferença entre si pelo Teste F a 0,05% de probabilidade.

FONTE: Próprio autor.

Ao analisar os mesmos tratamentos no período seco, a área T2 apresenta menores valores de C/N em todas as profundidades, o que representa maior mineralização da MOS e maior disponibilidade de N, sob influência do feijão guandu entre os períodos estudados. Estatisticamente esse resultado se observa com diferença significativa pelo Teste F a 0,05% de probabilidade quando se analisou cada tratamento separadamente e suas respectivas profundidades e períodos analisados. Oertel et al., (2016) explica que esses resultados se devem a umidade e a temperatura do solo que estão relacionadas diretamente aos processos tanto para produção quanto ao transporte de CO<sub>2</sub> do interior do solo para a atmosfera. Pois a temperatura do solo associada com o conteúdo de água, são fatores importantes no processo de emissão de CO<sub>2</sub> do solo no tempo e espaço. E quando há o aumento da temperatura, as reações de decomposição da matéria orgânica são aceleradas e aumentam a taxa respiratória dos microrganismos e das raízes, processo que também pode ser atribuído a granulometria do solo, que apresenta espaços porosos maiores que facilitam no fluxo de CO<sub>2</sub> (SILVA-OLAYA et al., 2013), e consequente maior disponibilidade de N.

Essa redução na relação C/N também foi vista por Ribeiro et al., (2019) em área cultivada com planta leguminosa. O que segundo ele, espécies leguminosas podem favorecer a simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) e produção de resíduos culturais ricos em nitrogênio, contribuindo para diminuição da relação C/N. E nesta área, principalmente na camada de 20 a 40 cm pela ação das raízes em simbiose com microrganismos. Souza & Guimarães (2013), observaram valores superiores a estes em área de cultivo de leguminosa com C/N 13,4.

## C - ANÁLISE BIOLÓGICA

### I Identificação e Quantificação das Colônias de Bactérias do Solo

O número de colônias e de unidades formadoras de colônias bacterianas (UFC) isoladas no estudo para o período seco. Pode-se observar maior número de UFC na diluição 10<sup>-2</sup> área T2 com 0,743 UFC, sendo uma área que apresenta diversidade de espécies agrícolas e florestais que tem propiciado maior desenvolvimento de microrganismos no solo. Os quais possuem papel indispensável na mineralização de toda a matéria orgânica complexa, bem como a inorgânica, sendo importantes decompositores de restos de plantas e animais e compostos resistentes no solo (CAVALCANTE et al., 2017). Esse resultado se reflete ao observar que houve maior mineralização de nutrientes, elevação dos valores de pH e de N, redução do teor de C e a redução da relação C/N, neste tratamento.

Esses menores valores obtidos neste estudo, também podem ser relacionados as condições de temperatura entre processo de coleta, inoculação e de armazenamento. Pois após serem coletadas as amostras de solo foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, e ficando nessas condições durante dois dias, o que poderá ter implicado nos menores números de UFC neste estudo.

De acordo com Scriban (1988), o processo de crescimento de microrganismos do solo são dependentes da temperatura. Observação esta, feita por Vieira & Nahas (2000), quando as amostras foram condicionadas a temperatura menor que 30 °C o desenvolvimento das colônias de bactérias, não evoluíram nas sequências de diluições em área de solo sob cultivo agrícola após ser cultivada com leguminosas.

A comparação de resultados de análises de quantificação de UFC em área de cultivo de leguminosas apresentados na tabela 7, a abundância e diversidade de microrganismos do solo em condições tropicais de terras secas, e mais especificamente, em solo rizosférico, ainda são escassas. Representando certa dificuldade de comparação dos resultados obtidos e dados disponíveis na literatura, afirmado por Martins et al., (2014). Esses mesmos autores, em seus estudos na Chapada da Ibiapaba, no noroeste do Estado do Ceará em análise de solos rizosféricos cultivados com leguminosas obtiveram resultados superiores aos obtidos na área de estudo, com 3,7 UFC.

Tabela 7 - Unidade formadora de colônias (UFC) no solo para Área de Vegetação Secundária (T1), Área Sob Influência do Feijão Guandu (T2) e Área Sem Influência do Feijão guandu (T3), no período seco.

Tratamento	Diluição	Colônia Total	Média	UFC Total
T1	$10^{-1}$	0	0	0
	$10^{-2}$	222	74	0,740
	$10^{-3}$	19	6,33	0,006
T2	$10^{-1}$	0	0	0
	$10^{-2}$	223	74,33	0,743
	$10^{-3}$	14	4,67	0,005
T3	$10^{-1}$	0	0	0
	$10^{-2}$	166	55,33	0,553
	$10^{-3}$	12	4	0,004

FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Os resultados obtidos neste estudo variaram entre as diluições, sendo maior o número de UFC nas diluições  $10^{-2}$ , para principalmente na área T2, esta, sob influência do

feijão guandu que apresenta maior relação simbiótica com microrganismos no solo. E também pela maior quantidade de MOS mineralizada pela ação mutua de decomposição entre leguminosas e microrganismos.

Os menores valores de UFC nas diluições  $10^{-3}$ , pode ser explicado em função da redução capacidade das bactérias em desenvolverem-se nas diluições sucessivas, após período considerado grande de sua retirada das condições ambientais naturais do solo antes de serem inoculadas aos meios de cultura para posteriormente serem mensuradas.

## II. Coloração de Gram das Colônias de Bactérias

A coloração de gram apresentou microrganismos Gram-positivos (actinobactérias), por não descolorir as paredes celulares ao serem adicionadas solução descolorante atuando como decompositores e são encontrados mais frequentemente em solos secos (BRITO et al., 2015), solos com baixo teor de umidade, onde participam do processo de decomposição da matéria orgânica, do ciclo de nutrientes e no fluxo de energia (SHANMUGAPRIYA et al., 2012;). E assim como os rizóbios, também participam na fixação de nitrogênio, promovem a produção de húmus, produzem hormônios, necessários para o crescimento vegetal, antibióticos, que protegem, algumas doenças em plantas (SADEGHI et al., 2012; PALANIYANDI et al., 2013). O que evidência através destes resultados a presença de microrganismos atuantes na melhoria da fertilidade do solo e na disponibilidade de nutrientes as culturas.

## D - ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística empregada neste estudo buscou analisar pelo teste de Tukey (5%), as relações entre os tratamentos, profundidades por tratamentos e entre períodos para todos os parâmetros químicos e físicos do solo, representados nas tabelas 8, 9 e 10.

Os atributos biológicos, avaliados de forma comparativa numericamente os valores médios, utilizando o software Excel, onde verificou-se para os tratamentos T1 e T2 superiores a T3 na diluição  $10^{-2}$ , assim como na diluição  $10^{-3}$  que pode ser explicado pela maior cobertura vegetal e maior teor de MOS.

Tabela 8 - Valores do quadro ANOVA com as fontes de variação, graus de liberdade (GL), os valores do quadrado médio e os respectivos significância de (pH); matéria orgânica (MO); nitrogênio (N); carbono orgânico (Corg.); relação carbono/nitrogênio (CN); densidade do solo no período chuvoso (DsC) e densidade do solo no período seco (DsS) em função das profundidades 0 a 20 e 20 a 40 cm nos tratamentos estudados.

VARIAÇÃO	GL	pH	MO	N	C	C/N	DsC	DsS
TRATAMENTO	2	0,49**	0,27ns	24,97*	3,36ns	1,16ns	0,006*	0,0009ns
PROFUNDIDADE	3	1,40**	0,25ns	146,6*	134,9ns	104,3ns		
ERRO	18						3	3
CV%		4,28	25,58	36,99	32,61	60,05	3,02	3,76

\*\*significativo a 1 %; \*significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo (Teste F). Coeficiente de variação (CV%). FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Analisando os valores estatísticos obtidos, nota-se que a densidade do solo (DS) apresentou-se com resultados significativos estatisticamente entre os tratamentos observados para o período chuvoso (DsC) em probabilidade de 5%, sendo o valor de  $F_{cal} > F_{tab}$ , rejeitando-se  $H_0$ , e aceitando a  $H_1$ , havendo variação entre as médias neste período pelo menos em uma das áreas estudadas. Contrário ao observado no período seco (DsS), em que não houve diferença significativa, não ocorrendo nenhuma alteração estatística entre os períodos avaliados, ao que julgam, Guareschi et al., (2012) ser necessário longos prazos de cultivo de leguminosas para obtenção de resultados por interferência na densidade do solo.

Os valores de pH apresentaram-se diferentes estatisticamente a probabilidade de 1% tanto entre tratamentos, quanto para profundidades, ou seja, houve variação próxima de 1% para pelo menos um dos tratamentos e também por profundidades, obtendo baixo CV (%). Assim como para os valores de Nitrogênio que apresentaram variações significativas a 5%, para os tratamentos e profundidades, sendo  $F_{cal} > F_{tab}$ , representando mudanças entre períodos e profundidades para os teores desse elemento.

Para MO, Corg e relação C/N, os dados não apresentaram diferença significativa pelo Teste F. Este último apresentou, pouca correlação entre os períodos e profundidades, uma vez que decresceu seus valores de forma analisando entre períodos, caracterizado pelo alto CV (60,05%) podendo ser atribuído ao pequeno período de análise. Onde segundo Gomes (2009), em se tratando de CV em experimentos agrícolas, o método de classificação coeficientes de variação baixos são tidos com valores inferiores a 10%, médios entre valores de 10% a 20%, altos entre 20% a 30% e muito altos acima de 30%.

As variáveis analisadas em relação as médias dos elementos químicos em função das profundidades e períodos avaliados não se obteve diferença para MO nestes parâmetros aplicando-se ao Teste de Tukey, considerando a probabilidade de 5%, ocorrendo apenas numericamente, com aumento dos valores na camada de 0 a 20 cm.

A variável pH, mostrou-se diferente entre períodos e profundidades, apresentando melhores médias no período seco, indicando melhor fertilidade em consequência da redução da acidez do solo. Resultado também observado para os valores de N, onde elevou-se os valores, o que demonstra maior disponibilidade desse nutriente no solo para as culturas, principalmente em T2.

Tabela 9 - Médias de pH, matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), carbono orgânico (Corg.) e relação carbono e nitrogênio (C/N) em função da profundidade e períodos chuvoso (PC) e Seco (PS).

VARIÁVEIS	-----PC-----		-----PS-----	
	0 a 20	20 a 40	0 a 20	20 a 40
pH	4,2 bB	4,3 bB	5,05 aA	5,11 aA
MO	1,9 aB	2,0 aB	2,2 aB	1,6 aB
N	1,5 bB	1,6 bB	11,2 aA	8,7 aA
Corg	11,4 aA	11,6 aA	3,7 bB	2,9 bB
C/N	7,9 aA	7,2 aA	0,35 bB	0,35 bB

Números seguidos pela mesma letra na linha, não possui diferença entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidades.

FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

Já para as variáveis Corg e relação C/N, os resultados diferiram apenas entre períodos, onde no período seco observa-se menores valores, o que favorece os valores acrescidos de pH e N. Diante das médias apresentadas pela relação C/N no segundo período de análise, estes valores têm demonstrado a baixa

permanência de material orgânico no solo por causa da rápida mineralização, disponibilizando os maiores valores de N e pouca presença de MO e também de Corg, observados na tabela 9.

Observando os valores médios para todas as variáveis estudadas, ilustrados na tabela 10, o pH mostrou-se semelhante para T1 nos períodos avaliados, e diferiu-se em T2 e T3 pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, que assemelham entre si, variações estas ocasionadas pela redução dos valores de Corg, durante o processo experimental.

Tabela 10 - Valores médios dos parâmetros (pH); matéria orgânica (MO); nitrogênio (N); carbono (Corg); relação carbono/nitrogênio (C/N); densidade do período chuvoso (DsC) e densidade do período seco (DsS) dos tratamentos.

Números seguidos pela mesma letra na coluna, não possui diferença entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TRATAMENTO	pH	MO	N	Corg	C/N	DsC	DsS
T1	4,4 bB	2,1 bB	5,1 aA	7,7 bB	4,3 bB	1,3 bB	1,3 bB
T2	4,7 aA	2,0 bB	7,8 A	7,9 bB	4,0 bB	1,4 bB	1,3 bB
T3	4,8 aA	1,7 bB	4,5 aB	6,7 bB	3,6 bB	1,3 bB	1,3 bB

FONTE: Elaborado pelo próprio autor.

A MO não diferiu-se estatisticamente entre os tratamentos, apresentando pequena variação numérica. O N apresentou-se diferente entre T1 e T2 a 5% de probabilidade pelo

teste aplicado, no entanto, semelhante ao T3. Os valores de Corg foram semelhantes em todos os tratamentos, não havendo diferenças estatísticas, do mesmo modo que os valores da relação C/N e das densidades em seus respectivos períodos amostrais que variaram em valores numéricos.

Os resultados apresentaram-se não significativos estatisticamente, para a maioria das variáveis, haja vista que a área estudada, ainda se encontra em fase inicial de recuperação. Logo, são poucos os atributos alterados estatisticamente sob a influência da cultura leguminosa. A MO como elemento que levou *in loco* a busca por essa pesquisa, ao apresentar-se em menor quantidade visualmente na superfície sob influência da copa da leguminosa, não apresentou resultados estatísticos que afirmem tal observação, uma vez que a classe textural (média) do solo analisado, propicia a perda desse nutriente facilmente por ação de agentes bióticos e geralmente ser presente em menor quantidade em solos com tal classificação se comparados a solos argilosos.

## 5. CONCLUSÃO

O feijão guandu sob influência da sua copa, demonstrou resultados numericamente relevantes para a maioria dos parâmetros analisados, sendo estes, Densidade do Solo (DS), Matéria Orgânica no Solo (MOS), relação Carbono e Nitrogênio (C/N) e biológica, em aproximadamente dez meses de estudo, e estatisticamente destacou-se nos resultados de Nitrogênio. Deste modo, ressaltando que o cultivo de plantas com interesse na adubação verde (leguminosas) permite melhorias na fertilidade e na estrutura física do solo, reduzindo custos para o produtor pela não aplicação de insumos químicos, através da ação biológica, seja em médio ou longo prazo.

No entanto, para se aferir resultados estatísticos que venham validar os benefícios da implantação desta cultura para todos os atributos analisados, torna-se necessário o monitoramento da área por períodos maiores.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, D. J., et al. Irrigação de salvação e cobertura do solo no rendimento de gravioleira 'morada' em safras consecutivas. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, v. 20, n. 1, p. 11-16, 2015.
- [2] ALVAREZ, R.; STEINBACH, HAYDEE.S.; PAEPE, J. L. Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: A meta-analysis. Soil & Tillage Research, v. 170, pg. 53-65. jul. 2017. DOI: 10.1016/j.still.2017.03.005
- [3] ARAÚJO, É. O.; MARTINS, M. R.; VITORINO, A. C.T.; MARCANTE, F. M.; Effect of nitrogen fertilization associated of diazotrophic bacteria inoculation. African Journal Of Microbiology Research (África), v.9, n.9, p. 644-650, 2015.

- [4] BRADY, N. C.; WEIL, R.R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013, 686p.
- [5] BRITO, M.F.; TSUJIGUSHI, B.P.; ROCHA, D.P. & S.; R. F. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. Acta Iguazu, vol. 6, n. 3, p. 11-21, 2017.
- [6] BRITO, F. A. E.; RAMOS, K. A.; SILVA, R. M.; MARTINS, C. M.; MARTINS, S. C. S. Actinobactérias do solo rizosférico no bioma Caatinga. Enciclopédia Biosfera, v. 11, n.21, p. 1992-2004, 2015.
- [7] CALEGARI, A.; WUTKE, E. B.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, v1, pg. 507, 2014.
- [8] CAVALCANTE, K. L.; DEON, M. D.; SILVA, H. K. P. Acidez e matéria orgânica de solo irrigado com efluente de estações de tratamento de esgoto de Petrolina-PE. Revista Semiárido de Visu, v.4, n.3, p.181-189, 2017. ISSN 2237-1966
- [9] CHAGAS, L.F.B.; NEWTON, P.S.; FALCÃO, F.J.; PADILHA, D.M.; OLIVEIRA, R.S.; GUIMAÃES, R. S.; CAMPOS, D. V. B.; WALVWERDE, E. M.; PAULO, H.Z.; FERREIRA, R.S. Avaliação do Impacto do Cultivo de Citros sobre os Estoques de Carbono e Nitrogênio das Frações Leves da Matéria Orgânica de Solos Antrópicos (Terras Pretas de Índio) e Solos Adjacentes (Latosolos) da Amazônia Central. Revista Virtual de Química. ISSN 1984-6835. v9, nº 5. set./out. 2017. Disponível em: <DOI: 10.21577/1984- 6835.20170123>. Acesso em dez.2018.
- [10] CHIEZA, E.D.; LOVATO, T. ; ARAÚJO, E. S.; TONIN, J. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol.37, nº 5, pg. 1393-1401, 2013.
- [11] CLARK, F.E. Aerobic spore-forming bacteria. In: BLACK, C.A. (Ed). Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, v.2, cap. 101, p. 1473, 1965.
- [12] COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.;
- [13] CAVASANO, F. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Produtividade da soja sobre palhada de forrageiras semeadas em diferentes épocas e alterações químicas no solo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 10. p. 8-16, 2015. ISSN:1981-1160. DOI:10.5039/agraria.
- [14] COSTA, J. A. A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. Ciência Rural. v. 44, p. 801-809, 2014. DOI: 10.1590/S0103-84782014005000002.
- [15] COSTA, L. C.; ROCHA, A. M. S.; SILVA, P. J. M.; MARTINS, D. D.; SANTOS, C. G.; SANTOS, V. R. Produção de biomassa por leguminosas em diferentes épocas de semeadura na região Agreste de Alagoas. Revista Ambientale. Revista da Universidade Estadual de Alagoas/UNEAL. v.11, nº 1, Jan/Abr., 2019.
- [16] DERNADIN, R. B. N.; MATIAS, J. L.; WILDNER, L. P.; NESI, C. N.; SORDI, A.;
- [17] KOLLING, D. F.; BUSNELLO, J. F.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais. Chapecó- SC. Ciência Florestal, Santa Maria, v.24, n.1, p. 59-69, 2014.
- [18] ECOLNEWS. A floresta e a infiltração da água. Disponível em: <http://www.ecolnews.com.br/água/infiltração11.htm>. Acesso em: 26 out. 2019.
- [19] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análises de Solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, RJ. 1979.
- [20] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. Ed. Revista Ampliada. Brasília, DF, p. 627, 2009.
- [21] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análises de Solo. Centro Nacional de Pesquisas do Solo- 2 (Ed). Revista atual. Rio de Janeiro, RJ- EMBRAPA, p. 212, 2010.
- [22] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de solos - 5 (Ed). Revista Ampliada. Embrapa. Brasília- DF. 2017.
- [23] FAVARETO, L. F.; SOUZA, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, C. M.; GUARÇONI, R.C. Atributos químicos do solo com diferentes plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.5, n.2, p.19- 28, Dez, 2015.
- [24] FERREIRA, R.R. Plantas de Cobertura na Produção e Produtividade de Milho em Sistema de Plantio Direto no Acre. III Encontro Paulista de Ciências do Solo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA- Acre). 2018.
- [25] FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.; BALIEIRO, F. C.; MOURA, T. P. A.; MENEZES, A.
- [26] R.; SANTANA, C. I. Características e atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste do Estado da Bahia. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 51, nº 9, Brasília set. 2016. On -line ISSN 1678-392. DOI: 10.1590/s0100- 204x2016000900044.

- [27] FREITAS, V. R. ; PICOLI, S. U. A coloração de Gram e as variações na sua execução. *Newslab*. (ed.) 82, p.124-128, 2007.
- [28] FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física dos solos sob diferentes sistemas de manejo.
- [29] UNIMAR CIÊNCIAS, Marília- SP, v. 26, n.1-2, p. 08-25, 2017. ISSN 1415-1642.
- [30] GOMES, F. P. Curso de Estatística Experimental. 15 ed. Piracicaba: FEALQ. Pg. 451. 2009.
- [31] GOMES, T. C. A.; SILVA, J. A. M.; SILVA, M. S. L. Preparo de Composto Orgânico na Pequena Propriedade Rural. EMBRAPA- Instruções Técnicas do Semi- Árido, nº 53, Petrolina- PE. dez. 2001. ISSN 1415-5095.
- [32] HARDEN, J. W.; SANDERMAN, J. & HUGELIUS, G. Soils and the Carbon Cycle. In: *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environmentan Technology*. p.14, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0722>. Acessado em: 10, nov.2019.
- [33] HERRADA, M. R., LEANDRO, W. M., & FERREIRA, E. P. B. Leguminosas isoladas e consorciadas com milho em diferentes sistemas de manejo do solo no feijão orgânico. *Terra Latinoamericana*, v.35, n. 4, p. 293-299, 2017. ISSN 2395-8030.
- [34] JUNIOR, R. C. O.; CARVALHO, E. J. M.; MACHADO, W. F.; SANTOS, D. B.; OLIVEIRA, D. R. Estoques de carbono e nitrogênio sob diferentes sistemas de uso e manejo de um latossolo amarelo no município de Paragominas. Congresso de Ciência e Tecnologia da Amazônia (Santarém, PA). Caderno de resumos expandidos do Salão de Pesquisa e Iniciação Científica do CEULS ULBRA Santarém: Políticas públicas e pesquisa na Amazônia. ISSN 1808-3072. n.17, 2017.
- [35] KHORRAMDEL, S.; KOOCHEKI, A.; MAHALLATI, M.N.; KHORASANI, R.; GHORBANI, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. *Soil & Tillage Research*, v.133, p.25-31, 2013.
- [36] LINHARES, J. M. S.; BASTOS, W. R.; JUNIOR, R. F. S.; OLIVEIRA, L. C. S. Variabilidade de atributos físico-químicos e dos estoques de carbono orgânico em Argissolo Vermelho sob sistemas agrofloretais no Assentamento Umari Sul do Amazonas. *Revista Geográfica Acadêmica*, v.10, n.1, 2016. ISSN 1678-7226 (online), DOI: 10.18227/1678-7226.
- [37] LIU, J.; HUE, N. V. Ameliorating subsoil acidity by surface application of calcium fulvates derived from common organic materials. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v.21, n.4, p.264-270, 1996.
- [38] MACHADO, L. V.; RANGEL, O. J. P.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, R. V.; FERRARI, J. L. Fertilidade e compartimentos da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Coffee Science*, Lavras, v. 9, n. 3, p. 289-299, 2014.
- [39] MANTOVANELLI, B. C.; CAMPOS, M. C. C.; ALHO, L. C.; FRANCISCON, U.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, L. A. C. Distribuição espacial dos componentes da acidez do solo em área de campo natural na região de Humaitá, Amazonas. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 14, n. 1, p. 01-09, 2016.
- [40] MARTINS, C. M.; PINHEIRO, M. S.; FIÚZA, L. M. C. G., OLIVEIRA, A. V.; MARTINS, S. C. S. Comunidade microbiana cultivável do solo rizosférico de leguminosas no semiárido brasileiro. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p.2014
- [41] MATOS, E. S.; ANTÔNIO, D. B. A.; RODRIGUES, R. A. R. Estoques de carbono e nitrogênio no solo em área de SAF e Floresta Nativa. X Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais (SAF: aprendizados, desafios e perspectivas), 24 a 28 de outubro. EMBRAPA. UFMT. Cuiabá, MT. 2016.
- [42] MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; CASALI, C. A.; PELEGRINI, J. B. R.; NETO, L. R.; OLIVEIRA, Z. B.; OLIVEIRA, M. B. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. Universidade do Estado de Santa Catarina. UDESC, v18, ed. 2, Lages, SC, 2019. Disponível em: DOI: 10.5965/223811711812019230. 10, nov.2019.
- [43] MORINIGO, K. P. G.; GUIMARÃES, N. F.; STOLF, R.; SAIS, A. C.; SOUZA, M. D. B.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A. Efeitos da distribuição de árvores sobre atributos do solo em cafeeiro sombreado. *Coffee Science*, Lavras, v. 12, n. 4, p. 517 - 525, out. /dez. 2017.
- [44] OERTEL, C.; MATSCHULLA, J.; ZURBAA, K.; ZIMMERMANN, F.; ERASMI, S. Greenhouse gas emissions from soils-A review. *Chemie der Erde-Geochemistry*, Muenchen, v. 76, n. 3, p. 327-352, 2016. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1016/j.chemer.2016.04.002>>. Acesso em dez. 2018.
- [45] PALANIYANDI, S. A.; YANG, S. H.; ZHANG, L.; SUH, J. W. Effects of actinobacteria on plant disease suppression and growth promotion. *Applied Microbiology Biotechnology*, v. 97, p. 9621-9636, 2013.
- [46] PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.;
- [47] RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. *Revista Ceres*, v. 55. p. 2, 2015. ISSN 0034-737X.

- [48] PLAZA-BONILLA, D., et al. Cover crops mitigate nitrate leaching in cropping systems including grain legumes: Field evidence and model simulations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 212, p. 1–12, 2015.
- [49] RAMOS, D. D.; FRANCO, L.T.S.; AJALLA, A. C. A.; SANTOS, D. G. B.; SANTOS, F. Decomposição em Diferentes Espécies de Leguminosas (Fabaceae). *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – V. 13, N. 2, Dez. 2018.*
- [50] RIBEIRO, J. M.; FRAZÃO, L. A.; CARDOSO, P. H. S.; OLIVEIRA, A. L. G.; SAMPAIO, R. A.; FERNANDES, L. A. Fertilidade do solo e estoques de carbono e nitrogênio sob sistemas agroflorestais no Cerrado Mineiro. *Revista Ciência Florestal*. vol.29, nº.2 Santa Maria abr./jun. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509825310>>. Acesso em dez. 2019.
- [51] SADEGHI, A.; KARIMI, E.; DAHAZI, P. A.; JAVID, M. G.; DALVAND, Y.; ASKARI, H. Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015 2979 of *Streptomyces* under saline soil condition. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 28, n. 4, p. 1503-1509, 2012.
- [52] SANTOS, R. D. DOS S.; LEMOS, R. C. DE L.; SANTOS, H. G. DOS S.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. DOS; SHIMIZU, S. H. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. 6 ed. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.
- [53] SCHARLEMANN, J.P.W.; TANNER, E. VJ.; HIEDERER, R. & KAPOV, V. Global soil
- [54] carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. *Carbon Management*. v.5, p.81–91, 2014. Disponível em: DOI: 10.4155/cmt.1377
- [55] SEMMA-SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. Plano Municipal de
- [56] Meio Ambiente. Pacajá- PA, mar,2017. Disponível em: <http://pacaja.pa.gov.br/portaldatransparencia/estrutura-organizacional/secretaria-municipal-de-meio-ambiente/>. Acesso em: jan. 2019
- [57] SILVA-OLAYA, A. M.; CERRI, C. E. P.; LA SCALA, N.; DIAS, C. T. S.; CERRI, C. C. Carbon dioxide emissions under different soil tillage systems in mechanically harvested sugarcane. *Environmental Research Letters*, Bristol, v. 8, n. 1, p. 1–8, 2013.
- [58] SILVA, P. S.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; SOUZA, L. C.D. Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. UFRPE, Recife, PE, v.12, n.1, p.60-67, 2017. Disponível em: [www.agraria.ufrpe.br](http://www.agraria.ufrpe.br). DOI:10.5039/agraria.v12i1a5424.
- [59] SILVA, R. C. S.; ALMEIDA, J. C. R.; BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P. Os indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais. *Repositório Eletrônico Ciências Agrárias*. Coleção Ciências Ambientais, p.1-14, 2011.
- [60] SILVA, S. A. S da. Avaliação dos atributos químicos e microbianos em latossolo amarelo sob sistema agroflorestal e floresta secundária em Bragança, Pará. Tese (Doutorado). Universidade federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém – PA, p. 97, 2011.
- [61] SHANMUGAPRIYA, S.; SARAVANA, P.S.; KRISHNAPRIYA, M. M.; MYTHILI, A.; JOSEPH, S. Isolation, screening and partial purification of cellulase from cellulase producing bacteria. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, v. 3, p. 509-514, 2012.
- [62] SOUZA, F. F.; SANTOS, R. H. S.; CARNEIRO, J. E. S. Adubação verde de feijoeiro em consórcio com cafeeiro na agricultura familiar de Araponga, Minas Gerais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. v.12, ed 4, pg. 674-679, 01 out. 2017.
- [63] SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P. Alterações químicas promovidas pelo pré-cultivo de crotalaria juncea, associada à adubação com compostos orgânicos de diferentes níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.3, n.2., p.1-8, dez. 2013.
- [64] SOUZA, W. R.; SILVA, S. A. S.; SILVA, R. M.; ALVES, R. F.; SILVA, J. R. Atributos físico-químicos do solo em uma voçoroca no município de Brasil Novo – Pará: um estudo de caso. *Revista TREE DIMENSIONAL, Pro Floresta - Goiânia*, v.3, n.5, p.14-26, 2018. Disponível em: DOI10.18677/TreeDimensional2018A2.
- [65] TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, p. 292-300, 2011.
- [66] TOMÉ JR., J. B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba, Agropecuária. p. 247.1997.
- [67] VIEIRA, Francisco Cleber Souza; NAHAS, Ely. Quantificação de bactérias totais e esporulados no solo. *Scientia Agrícola*, v. 57, nº 3, p. 539-545, jul/set, 2000.
- [68] ZHANG, H., ZHANG, Y., YAN, C., LIU, E., & CHEN, B. Soil nitrogen and its fractions between long-term conventional and no-tillage systems with straw retention in dryland farming in northern China. *Geoderma*, v. 269, p. 138-144.2016.

# Capítulo 7

## *Semeadura antecipada e irrigação para incremento na produtividade da soja e milho “Safrinha”, em Tangará da Serra – MT*

*João Danilo Barbieri*

*Rivanildo Dallacort*

*Paulo Sérgio Lourenço de Freitas*

*Marco Antônio Camillo de Carvalho*

*Alcir José Modolo*

**Resumo:** A época de semeadura é um fator limitante a produtividade principalmente pelo fato da disponibilidade de chuvas, deste modo este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito das épocas de semeadura no desempenho agrônômico de cultivares de soja e milho segunda safra, evidenciando a irrigação suplementar para semeaduras antecipadas, indicando a melhor época para cada cultivar de ciclos diferentes. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2015/2016 com três cultivares de soja (ST815, ST820 e TMG1188), e três híbridos de milho (AG7088, AS1555 e DKB390), ambos com quatro épocas de semeadura, sob irrigação suplementar de acordo com 130% da evapotranspiração da cultura e sem irrigação, em parcelas subdivididas 2 x 3 x 4 com quatro repetições, com parcelas de 32,4 m<sup>2</sup> de área útil. A antecipação da semeadura da soja só é indicada em sistemas irrigados, o inverso ocorre para o milho safrinha. A irrigação aumentou a produtividade de ambas as culturas, porém em semeadura antecipada da soja há um maior incremento na produtividade em comparação com o milho em semeadura antecipada.

**Palavras chave:** Épocas, evapotranspiração, balanço hídrico

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] e milho (*Zea Mays*) são as mais importantes lavouras atualmente no mundo. Segundo dados da CONAB, (2018), o estado de Mato Grosso em 2018 produziu 32,31 milhões de toneladas de soja em 9,52 milhões de hectares e com a cultura do milho a produção foi de 26,20 milhões de toneladas em 4,47 milhões de hectares, porém esses dados refletem em uma redução da produção de milho que neste ano teve produção reduzida em 6,6 %, isso ocorre, pois, sementeiras tardias realizadas para a cultura da soja, reduz a produtividade do milho.

A época de sementeira tem maior efeito na produção do que qualquer outra técnica cultural (Ferrari; Paz; Silva, 2015). O estado de Mato Grosso apresenta grande potencial agrícola e se destaca por realizar duas safras anuais, mas isso vem se tornando difícil pois as variabilidades climáticas causam incertezas na escolha da melhor época de sementeira não só para a primeira safra, mas também pensando em uma ampliação da janela de sementeira para a segunda safra (Nunes et al. 2016).

As grandes perdas de produtividade tanto para a cultura da soja com para a cultura do milho são causadas diretamente da relação intrínseca estabelecida entre a planta e o ambiente físico em que ela se encontra, com ênfase para a disponibilidade hídrica. Em algumas regiões do Estado, a frequência de anos secos chega a 20%, o que proporciona um período maior de estiagem afetando a produção de soja e milho e ainda se este período de estiagem coincidir com o período crítico (florescimento e enchimento de grãos) a perda pode ser ainda maior (Bergamaschi & Matzenauer, 2014).

A utilização da irrigação suplementar as chuvas concomitantemente a escolha da melhor época de sementeira é uma ferramenta que potencializa a produtividade e podem ser indicativos para estudo de viabilidade de investimentos em sistemas de irrigação para a cultura do milho e soja (Ruviaro et al. 2011; Köpp et al. 2015).

Para determinar as melhores épocas de sementeira considerando as necessidades hídricas da cultura, utilizou-se o balanço hídrico diário que permite o conhecimento das necessidades e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo conforme proposto por Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002).

O objetivo desse trabalho é analisar o uso da irrigação para aumento da produtividade em sementeiras antecipadas na cultura da soja visando redução de risco de perdas para o milho safrinha em Tangará da Serra – MT.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra - MT, localizado geograficamente a 14°39' de latitude Sul e 57°25' de longitude Oeste, com altitude média de 440 metros, segundo dados do INMET. O clima da região é o tropical úmido megatérmico (Aw) de acordo com Köpen. Os valores médios anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são 24,4 °C, 1.830 mm e 70 – 80% respectivamente. As chuvas são praticamente concentradas de outubro a março e entre abril e setembro estabelece-se a estação seca de seis meses (Dallacort et al. 2011).

O solo é classificado como LATOSSOLO-VERMELHO Distroférico, textura muito argilosa com 689 g de argila por kg de solo e relevo suavemente ondulado (EMBRAPA, 2006).

Foi realizado análise de solo e conforme a recomendação foi aplicado 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, a adubação seguiu a recomendação para cada cultura, para a cultura da soja foi realizada adubação com 450 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 4-14-8 na sementeira. Para o milho 250 kg ha<sup>-1</sup> da mesma formulação e adubações nitrogenadas com 300 kg ha<sup>-1</sup> de Uréia, foram parceladas em três aplicações iniciadas aos 35 dias após sementeira e a cada 15 dias após a primeira adubação.

A sementeira da soja foi realizada em quatro épocas, sendo que, para a região sementeiras realizadas nessas épocas são consideradas: época 1 (precoce); época 2 e 3 (ideal); e época 4 (tardia). As datas foram: época 1 (22/09/2015), época 2 (06/10/2015), época 3 (21/10/2015) e época 4 (05/11/2015). Para tanto, utilizou-se três cultivares de soja: SoyTech 815 RR (precoce), SoyTech 820 RR (intermediário), e Tropical Melhoramento & Genética Ltda TMG-1188 (tardio) com densidade de sementeira 18, 20 e 14 pl m<sup>-1</sup>, respectivamente conforme recomendado pelo fabricante.

Para o milho a sementeira foi realizada em quatro épocas, concomitantemente à colheita da soja, evidenciando a segunda safra do ano agrícola 2015/2016: época 1 (27/01/2016), época 2 (09/02/2016), época 3 (25/02/2016) e época 4 (11/03/2016). Para tanto, utilizou-se três híbridos de milho: Agroceres

AG 7088 (precoce), Agroeste AS 1555 (intermediário), e Dekalb DKB 390 PRO (tardio) todas com população final de 60.000 pl ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas, constituídos de dois blocos, irrigado e não irrigado, para cada bloco quatro datas de semeadura e em cada data três cultivares com quatro repetições. Esse delineamento foi utilizado para a soja e milho, sendo que o milho foi semeado assim que se colhia a soja.

A metodologia utilizada neste trabalho para quantificar o volume de água a ser irrigado, partiu do pressuposto que todos os tratamentos recebessem o mesmo volume de água independente do estágio fenológico, apenas complementando as chuvas e atendendo a demanda evaporativa diária da cultura (ETc). Dessa forma em sistema irrigado, a quantificação da lâmina aplicada seguiu o cálculo de 130% da evapotranspiração da cultura (ETc), calculado diariamente multiplicando o Kc de cada cultura pela evapotranspiração de referência (ETo) equação de Penman-Monteith (FAO 56), foram utilizados dados meteorológicos obtidos da estação automática instalada ao lado o experimento e os cálculos de necessidade de irrigação se iniciaram no dia da semeadura. Para a quantificação da lâmina necessária de irrigação, subtrai-se a precipitação acumulada da ETc ou seja:

$$ETc = ETo * Kc \quad \text{Eq. 1}$$

$$LLN = \sum ETc * 130\% \text{ (mm)} - \text{Precipitação acumulada (mm)} \quad \text{Eq. 2}$$

O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão dimensionado em 12x12 metros com aspersores Fabrimar, modelo A232 ECO, sob pressão de 30 m.c.a e coeficiente de uniformidade de Christiansen de 87%, proporcionando uma altura de lâmina de 9,5 mm por hora.

Cada parcela foi constituída por seis linhas de 12 metros de comprimento, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas para as duas culturas, cada parcela possuía 32,4 m<sup>2</sup>, apresentando para cada época uma área total de avaliação de 97,2 m<sup>2</sup>, cada bloco por sua vez possuiu 388,8 m<sup>2</sup>, para a bordadura entre um bloco e outro foi semeado um bloco entre os dois sistemas para que não houvesse influência da irrigação entre blocos, totalizando uma área experimental de 1555,2 m<sup>2</sup> para cada cultura.

As colheitas da soja foram realizadas de acordo com o ponto de maturação e umidade do grão (12%), em cada época e ciclo da cultura: época 1 (11/01/2016, 20/01/2016, 08/02/2016), época 2 (01/02/2016, 05/02/2016, 03/03/2016), época 3 (18/02/2016, 24/02/2016, 20/03/2016), época 4 (10/03/2016, 15/03/2016, 30/03/2016) respectivamente para as cultivares ST 815, ST 820 e TMG 1188.

As colheitas do milho foram realizadas de acordo com a maturidade e umidade dos grãos (13%) em cada época e ciclo da cultura: época 1 (23/05/2016, 25/05/2016, 02/06/2016), época 2 (10/06/2016, 14/06/2016, 20/06/2016), época 3 (18/06/2016, 22/06/2016, 28/06/2016), época 4 (05/07/2016, 08/07/2016, 11/07/2016) respectivamente para os híbridos AG 7088, AS 1555 e DKB 390.

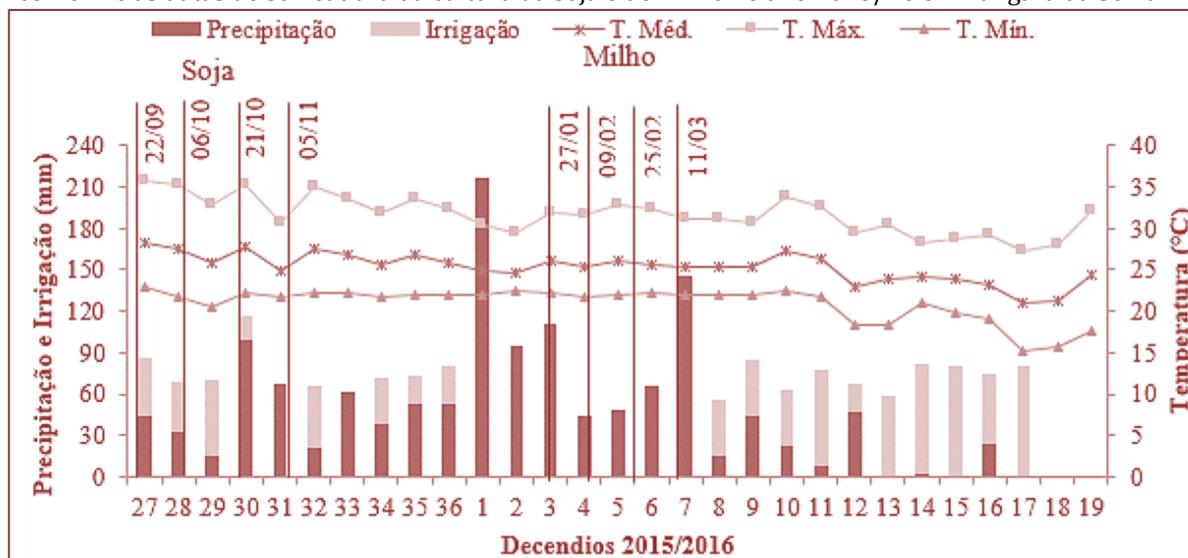
Para as avaliações, foram coletados oito metros lineares das duas fileiras centrais de cada tratamento, totalizando 7,2 m<sup>2</sup>, a fim de determinar a produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>. Realizou-se debulha manual para a determinação da massa de grãos, que foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada por 48 horas a 55 °C, a umidade foi corrigida para 12 e 13% para soja e milho respectivamente.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativo, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando do software estatístico SISVAR 5.6. Para determinar a disponibilidade hídrica foram realizados os cálculos de balanço hídrico sequencial para cada híbrido em cada época de semeadura, com auxílio da planilha de Rolim e Sentelhas (2006).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos meses de setembro e outubro (início da semeadura da soja) a pluviosidade registrada, foi de 67,3 mm e 162,2 mm respectivamente, conforme dados da estação meteorológica (Figura 01). Condições adequadas para o estabelecimento da cultura da soja, desde que não ocorra veranicos (Dallacort et al. 2011).

Figura 01 – Dados decendiais de precipitação, irrigação e temperatura para o período do experimento conforme as datas de semeadura da cultura da soja e do milho no ano 2015/16 em Tangará da Serra– MT.



Nos tratamentos irrigados todas as cultivares de soja, receberam a mesma lâmina de irrigação suplementar as chuvas. O total irrigado para cada época dependeu das precipitações ocorridas, sendo: E1 – 250,5 mm; E2 – 235,5 mm; E3 – 145,5 mm e E4 – 128,0 mm de irrigação. A época 1 recebeu maior quantidade de irrigação devido ao baixo índice pluviométrico para essa época e a lâmina aplicada decresce até a época 4, que recebeu menos irrigação, período que os índices pluviométricos são maiores para a região de estudo. A quantidade de chuva ocorrida durante o ciclo da cultura da soja foi de 794,7 mm, 872,5 mm, 957 mm e 1005 mm, respectivamente para as épocas de semeadura 1, 2, 3 e 4.

Para a segunda época a semeadura foi realizada em condições ideais de umidade do solo, mas a ocorrência de um veranico no decêndio 29 proporcionou um déficit. Contudo a antecipação da semeadura da soja na região é considerada de grande risco (Ferrari; Paz; Silva, 2015).

A cultura da soja tem como exigência a faixa de temperaturas ótimas entre 20 e 30 °C, sendo agravado em condições de déficit hídrico, condições ideais de disponibilidade hídrica estão entre 450 a 800 mm distribuída durante o ciclo (Fioreze et al. 2013).

Para a cultura da soja segundo Freitas et al. (2010), em Uberlândia épocas antecipadas de semeadura causam interferência no desenvolvimento da cultura devido as variações de temperatura, precipitação e radiação ocorrida em cada época, além das características da cultivar como ciclo médio e resistência ao estresse hídrico.

No decêndio 3 (início da semeadura do milho) a pluviosidade registrada foi de 111 mm, porém nos decêndios 4 e 5 a precipitação acumulada foi de 43 e 48 mm, condições inadequadas para a semeadura da cultura, pois nesses dois decêndios ocorrem veranicos que reduzem o desenvolvimento da cultura. Nessa pesquisa a quantidade de água precipitada durante o ciclo da cultura foi de: 552,5 mm, 407,7 mm, 324,4 mm e 164,6 mm, respectivamente para as épocas de semeadura: 1, 2, 3 e 4.

Os tratamentos submetidos a irrigação suplementar para o milho, apresentaram uma lâmina total irrigada de: 210 mm; 348 mm; 448 mm e 558 mm, respectivamente para as épocas 1, 2, 3 e 4. Cada época recebeu em média um total de 750 mm de água durante o ciclo, somando as chuvas e irrigações. Para Rodrigues et al. (2017), a lâmina ideal para o ciclo da soja está entre 450 a 850 mm.

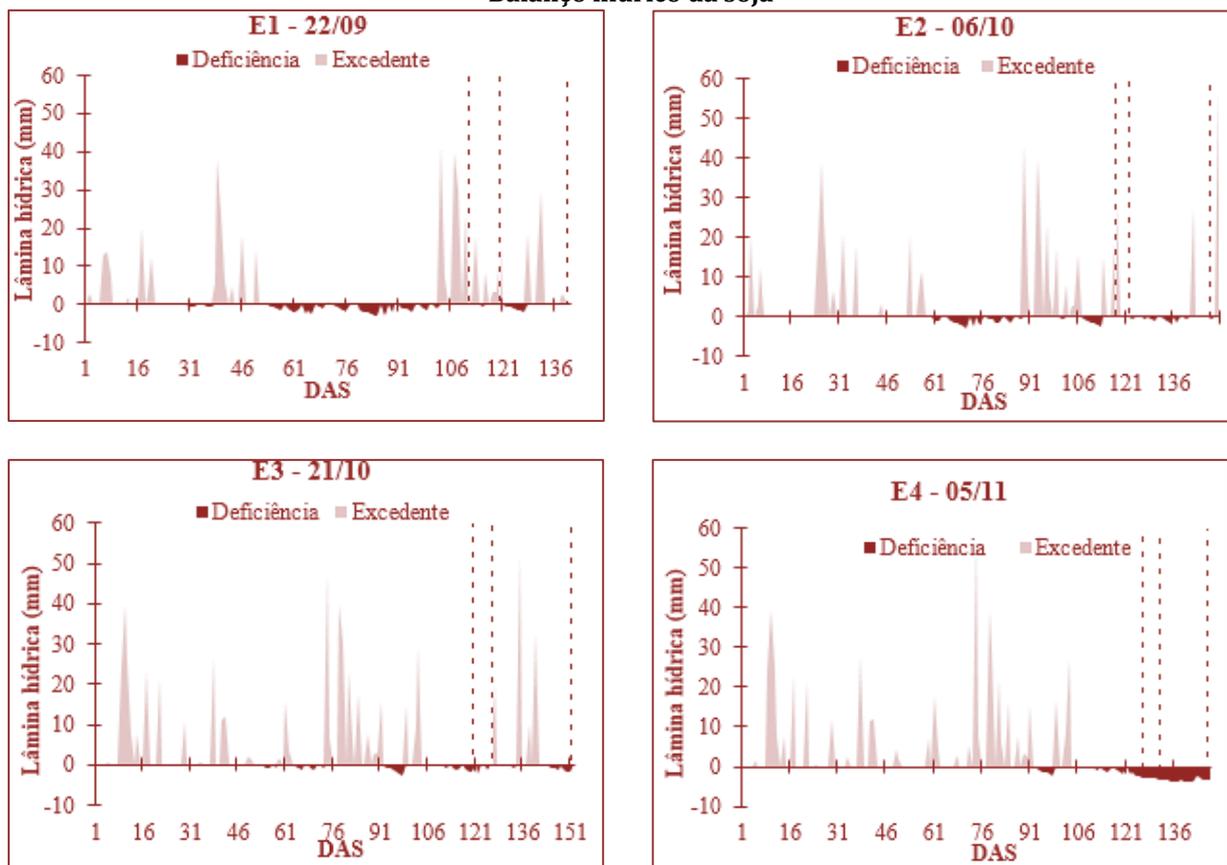
Dallacort et al. (2011), observaram que em setembro ocorre o início das chuvas e como característica principal elas ocorrem com grande variabilidade, justificando o déficit na fase inicial da cultura da soja, sendo recomendado o uso da irrigação para o desenvolvimento da cultura, para a segunda época a semeadura foi realizada em condições ideais de umidade do solo, mas a ocorrência de um veranico no decêndio 29 proporcionou um déficit. Contudo a antecipação da semeadura da soja na região é considerada de grande risco (Ferrari; Paz; Silva, 2015).

Fioreze et al. (2013), em estudos sobre as respostas fisiológicas da cultura da soja sob déficit hídrico, afirma que na fase de enchimento dos grãos na soja o estresse hídrico pode causar redução no tamanho e peso dos grãos além da retenção da cor verde, pois a falta de água prejudica a atividade das enzimas responsáveis pela degradação da clorofila, o que resulta em alto teor de grãos verdes.

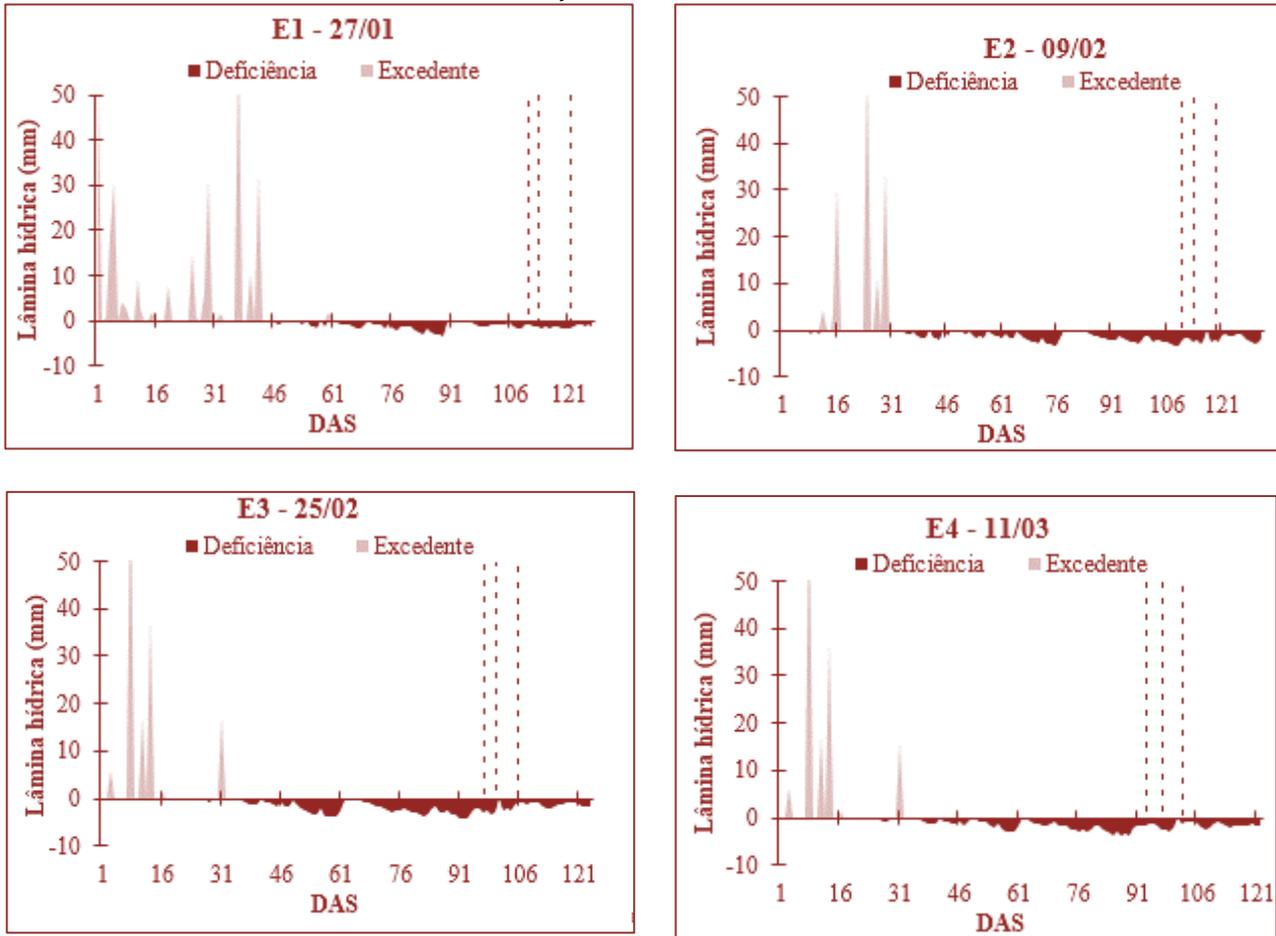
Com a realização do balanço hídrico podemos observar que na época 1 e 2, a cultivar ST820 RR (ciclo intermediário) o período de enchimento de grãos compreendido entre 58 a 85 DAS sofre deficiência hídrica comprometendo a produtividade (Figura 02).

Figura 023 - Balanço hídrico sequencial da cultura da soja e milho nas quatro épocas de semeadura, Dias Após a Semeadura (DAS) iniciando a partir da data de cada época e as barras tracejadas indicam as colheitas para as respectivas cultivares de soja (ST815, ST820 e TMG1188) e híbridos de milho (AS1555, AG7088 e DKB390).

### Balanço hídrico da soja



## Balanço hídrico do milho



A cultivar TMG 1188 possui duração do ciclo em média 130 dias, sendo apresentado neste trabalho ciclo de até 150 dias após semeadura, isso proporciona a cultura um maior período de floração e enchimento de grãos, aumentando assim a probabilidade de que ocorra chuva nessa fase.

Nunes et al. (2016), afirmam que semeaduras tardias originam estresses em estádios vegetativos e reprodutivos, resultando assim na redução da produtividade e observou que na fase de enchimento de grãos está o maior consumo de água pela planta, e na fase inicial a exigência em frequência da disponibilidade é maior, devido ao sistema radicular ainda não desenvolvido.

Fioze et al. (2013), avaliando genótipos de soja sob condições de estresse hídrico observou que cultivares de ciclos precoces são mais sensíveis ao déficit, e isso exige que seu cultivo seja realizado em períodos que a precipitação seja bem distribuída durante o ciclo.

Para a cultura do milho segundo estudos de Wagner et al. (2013), a deficiência hídrica diminui o ciclo da cultura, acarretando em perdas na produtividade, estes autores afirmam ainda que semeadura tardia aumentam a probabilidade de ocorrer deficiência hídrica na fase reprodutiva. Para Fenner et al. (2014), a escolha da melhor época de semeadura utilizando do balanço hídrico e da irrigação, que proporciona estabilidade e maior produtividade, quando utilizada de forma racional.

Com o balanço hídrico sequencial para o híbrido AG 7088 podemos observar um déficit total acumulado de 128 e 181 mm para as épocas 1 e 2 respectivamente, concentrado da fase R4 até a maturação, para esse híbrido que apresentou ciclo de 110 dias, esse déficit não interferiu em seu desenvolvimento. Esses resultados corroboram com os encontrados por (Köpp et al. 2015) em municípios no Rio Grande do Sul, onde a cultura do milho necessita de 500 a 700 mm distribuídos em todo o ciclo.

Para as épocas 3 e 4 o déficit foi de 193 e 234 mm, porém concentradas na fase reprodutiva afetando diretamente a produtividade, que conforme observado por (Bergamaschi; Matzenauer, 2014), déficits ocorridos na fase reprodutiva reduz o número de grãos por espiga e consequentemente a produtividade.

Para o híbrido DKB 390 com ciclo médio de 130 dias, o balanço hídrico apresenta respectivamente para as épocas 1, 2, 3 e 4, deficiência de 158, 205, 220 e 255 mm, valores superiores ao observado para os outros híbridos semeados na mesma data. Os baixos índices pluviométricos a partir do 8º decêndio do ano, comprometem o sucesso do cultivo para qualquer cultivar.

Os coeficientes de variação encontrados para todas as variáveis foram de baixa magnitude, a análise de variância para as fontes de variação irrigação, época e cultivar, para as variáveis altura de planta, diâmetro do caule, número de vagem chocha por planta, número de vagem por planta, número de grãos por planta, peso de mil grãos segue na Tabela 01.

Tabela 01 - Performance média das épocas de semeadura, cultivares de soja em sistema irrigado e não irrigado, para seis características de desenvolvimento da planta (Tangará da Serra, MT, 2016)

Fontes de variação	AP (cm)	DIAM (mm)	NVCP	NVP	NGP	PMIL (g)	PROD
Época							
E1	76,51c	6,79b	1,41c	41,02c	84,87c	171,37a	2639,83c
E2	89,02b	7,49a	1,70c	49,53b	101,81b	172,65a	2937,14b
E3	77,69c	8,03a	2,79b	59,85a	127,91a	158,40b	3743,87a
E4	98,50a	6,78b	4,08a	45,55bc	102,24b	167,32a	2977,82b
Híbridos							
ST815	75,96b	6,81b	1,83b	42,90c	83,04c	194,34a	3217,89a
ST820	75,22b	6,34c	1,53b	48,76b	96,03b	165,58b	3053,07ab
TMG1188	105,11a	8,67a	4,13a	55,31a	133,55a	142,38c	2953,04b
Irrigação							
SEM	84,97a	6,89b	2,09b	45,46b	95,44b	165,34a	2799,03
COM	85,89a	7,66a	2,90a	52,52a	112,97a	169,53a	3350,31a
Teste F	*	**	**	**	**	**	**
Média Geral	85,43	7,28	2,50	48,99	104,21	167,44	3074,67
CV%	3,88	10,26	26,89	13,65	12,65	6,22	12,61

AP: altura de planta, DIAM: diâmetro do colmo, NVCP: número de vagens chochas por planta, NVP: número de vagens por planta, NGP: número de grãos por planta, PMIL: peso de mil grãos. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, indicam ausência de diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste Tukey. \*\* significativo ( $p \leq 0,01$ ) e \* significativo ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste F, extraído da análise de variância.

A cultivar TMG 1188 apresentou maiores valores de altura de planta, em comparação as demais cultivares devido sua característica genética, com relação as épocas, podemos observar que a E4 proporcionou um maior crescimento das plantas. Segundo pesquisas de Fioreze et al. (2013), o número de vagem chochas é proporcional ao número total de vagem por planta, afirmam ainda que os altos números de vagens chochas e de percentagem de vagens viáveis são uma indicação de que os efeitos nocivos do déficit hídrico são mais intensos sobre o abortamento de flores do que de grãos dentro da vagem.

Os tratamentos que receberam suplementação com a irrigação atingiram maiores valores de grãos por planta. Em relação a época de semeadura, a E3 em sistema sem irrigação foi a que apresentou melhores resultados para todas as cultivares.

Corroborando com resultados de Gava et al. (2014), o peso de mil grãos não apresentou maiores valores em tratamentos irrigados, ou com maior disponibilidade hídrica, os maiores valores foram obtidos na E1, E2 e E4 para todas as cultivares sem irrigação, já para os tratamentos com irrigação as cultivares apresentaram resultados distintos.

Analisando a produtividade das cultivares em sistema irrigado e não irrigado observamos que todas as cultivares apresentam acréscimos na produtividade quando irrigados, e relação as épocas de semeadura as cultivares ST815 e ST820 obtiveram maiores produtividades na E3 e a cultivar TMG 1188 apresentou produtividades semelhantes na E1, E3 e E4, comportamento esperado pois essa cultivar possui ciclo tardio.

Corroborando com resultados de (Meotti et al. 2012), cultivares de ciclo tardio apresentam maior resistência ao déficit hídrico pois a duração de cada fase fenológica é maior e isso possibilita maior probabilidade de ocorrência de chuvas em estádios reprodutivos da cultura.

Para a cultura do milho na Tabela 02, está apresentado a análise de variância entre a irrigação, época e híbrido, para as variáveis de acordo com o teste F, foram encontradas evidências de diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade para altura de plantas, diâmetro do colmo, número de grãos por espiga, massa de grãos por planta, peso de mil grãos e produtividade. Ao nível de 5% de probabilidade estão as variáveis número de fileiras e número de grãos por fileira.

Na época 3 o alto índice pluviométrico na fase inicial da cultura favoreceu seu desenvolvimento e estabelecimento da cultura, proporcionando plantas com alturas médias de 2,06 para essa época ocorreu no decêndio 6 e 7 um acumulado de 200 mm de chuva.

Tabela 02 - Performance média das épocas de semeadura, híbridos de milho em sistema irrigado e não irrigado, para seis características de desenvolvimento da planta (Tangará da Serra, MT, 2016)

Fontes de variação	AP (m)	DIAM (cm)	NF	NGF	NGE	PMIL (g)	PROD
<b>Época</b>							
E1	2,16a	2,61a	17,40a	33,93a	595,90a	384,74b	6773,66a
E2	1,89d	2,09d	16,58b	30,27b	394,92c	496,23a	5715,88b
E3	2,06b	2,41b	17,20ab	34,66a	477,34b	330,95c	4703,64c
E4	1,99c	2,26c	16,88ab	30,67b	354,80d	379,59b	4099,18d
<b>Híbridos</b>							
AG7088	2,09a	2,33b	17,60a	32,95a	497,41a	383,80b	5589,52a
AS1555	2,07a	2,27c	16,17b	32,21ab	424,28c	420,73a	5274,21b
DKB390	1,91b	2,42a	17,28a	32,00b	445,52b	389,11b	5105,55c
<b>Irrigação</b>							
SEM	2,04a	2,29b	16,75b	32,04b	443,19b	358,69b	5013,52b
COM	2,03a	2,39a	17,28a	32,73a	468,28a	437,07a	5632,66a
Teste F	**	**	*	*	**	**	**
Média Geral	2,03	2,34	17,02	32,38	455,74	397,88	5323,09
CV%	2,13	3,27	4,91	4,61	5,16	3,07	4,87

AP: altura de planta, DIAM: diâmetro do colmo, NF: número de fileiras, NGF: número de grãos por fileira, NGE: número de grãos por espiga, PMIL: peso de mil grãos. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, indicam ausência de diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste Tukey. \*\* significativo ( $p \leq 0,01$ ) e \* significativo ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste F, extraído da análise de variância.

O diâmetro do colmo apresentou respostas semelhantes à altura de plantas, onde a época 1 foi a melhor, com maiores valores para a cultivar DKB390. Valores semelhantes também foram encontrados por Oliveira et al. (2014), onde observaram que em lâminas de irrigação referente a 150% da evaporação do tanque classe A, apresentam maiores valores de diâmetro e altura de plantas.

Brito et al. (2013), analisando o crescimento e fenologia do milho sob condições de estresse hídrico e lâminas de irrigação, observaram que o diâmetro do colmo, altura de plantas e área foliar, apresentam incrementos significativos quando há disponibilidade hídrica para a cultura.

Podemos observar uma redução no número de fileiras, na época 2 em tratamentos sem irrigação, isso se explica devido ao veranico ocorrido na fase inicial (V5-V8) da cultura, onde morfológicamente está ocorrendo a formação da espiga, determinando quantos pares de óvulos potenciais serão desenvolvidos.(Ritchie; Hanway; Benson, 2003).

Cortez et al. (2010), avaliando as características do milho sob compactação do solo e lâminas de irrigação, observaram que a disponibilidade hídrica na fase de fecundação e enchimento de grãos é essencial para o bom desenvolvimento dos grãos e aumento na produtividade. Conforme observado no balanço hídrico sequencial, notamos que a produtividade da cultura do milho decresce quando realizadas semeaduras tardias. Resultados também observado por Nied et al. (2005) no Rio Grande do Sul.

As épocas 3 e 4 foram as que obtiveram menores produtividades, como observado em outros trabalhos, onde a temperatura para essas épocas são menores, reduzindo o processo fotossintético da cultura (Nied et al. 2005; Wagner et al. 2013; Bergamaschi; Matzenauer, 2014; Pinotti et al. 2014; Bao et al 2015). A comparação da produtividade com e sem irrigação foi significativamente diferente para todas as épocas

entre as cultivares.

Quanto a produtividade do milho, à época 1 apresentou os melhores resultados, com maior produtividade para os híbrido DKB390 e AS1555 sem irrigação, já o híbrido AG7088 apresentou maior produtividade na mesma época, porém sob irrigação. Bergamaschi et al. (2004) verificaram que o milho tem elevada sensibilidade ao déficit hídrico do florescimento ao início de formação de grãos. Nessas situações a irrigação, ao invés de representar a aplicação de grandes quantidades de água, significa atender à necessidade hídrica do período crítico.

Apesar da irrigação suplementar as chuvas, ter proporcionado aumento da produtividade nas épocas 3 e 4, as épocas 1 e 2 foram as que obtiveram maiores produtividades, como também observado em outros trabalhos, onde a temperatura para essas épocas são menores, reduzindo o processo fotossintético da cultura (Wagner et al. 2013; Pinotti et al. 2014).

A quantidade de água necessária na fase reprodutiva para obter produtividades adequadas é em torno de 200 a 300 mm entre VT e R3, o que pode ser relevante em pequenas propriedades, principalmente naquelas com restrições em termos de mananciais ou equipamento disponível (Bergamaschi; Matzenauer, 2014; Bergamaschi et al. 2006).

As cultivares AS 1555 e DKB 390 apresentam um maior ciclo e conseqüentemente maior o tempo de maturação, coincidindo com chuvas ocorridas nessa fase, isso proporcionou redução na produtividade, conforme também observado por (Detomini et al. 2009), onde determinou o Kc para a cultivar DKB 390, e afirmam que o consumo de 600 mm durante o ciclo pode ser maior se a demanda de água pela atmosfera for alta.

#### 4. CONCLUSÃO

Para a cultura da soja a data que proporcionou maior número de vagem, número de grãos por planta e produtividade foi em 25/02, para as cultivares de ciclo precoce. Para a cultivar de ciclo tardio as datas 27/01, 25/02 e 11/03 foram as melhores, não diferindo entre si estatisticamente. A produtividade da cultura do milho apresentou seu maior potencial para sementeiras realizadas em 27/01, onde a irrigação aumentou seus valores, em todas as cultivares exceto a DKB 390 que obteve maior produtividade em 09/02.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BERGAMASCHI, H. et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v41n2/a08v41n2.pdf>
- [2] BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/112502/1/Distribuicao.pdf>.
- [3] BERGAMASCHI, H. MATZENUER, R. O milho e o clima. In: EMATER/RS-ASCAR (Ed.). Climate Change 2013 - The Physical Science Basis. Porto Alegre: Cambridge University Press, n. 1, p. 1-84. 2014.
- [4] BRITO M. E. B. et al. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. Bioscience Journal, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/14061/13019>
- [5] CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, decimo segundo levantamento. n. 12, v. 5, p. 1-148, 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>. Acesso em: julho 22, 2018.
- [6] CORTEZ J. W. et al. Componentes morfológicos do milho com modelos de roda compactadora, cargas verticais e lâminas de irrigação. Ciência agrotecnologia, v. 34, n. 6, p. 1543-1549, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000600027>.
- [7] DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i2.5838
- [8] FENNER, W. et al. Índices de satisfação de necessidade de água para o milho segunda safra em Mato Grosso. Revista Brasileira de Climatologia, v. 15, n. 3 16, p. 109-121, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v15i0.37309>

- [9] FERRARI, E. PAZ, A. SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em sementeiras antecipadas no Mato Grosso. *Nativa - Pesquisas Agrárias e Ambientais*, v. 3, n. 2, p. 67-77, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v03n01a12>
- [10] FIOREZE, S. L. et al. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 11, p. 1432-1439, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013001100003
- [11] GAVA, R. et al. Water Deficit Management in Soybean Irrigated (Glycine max (L.) Merrill.). In: *Anais do II Inovagri International Meeting - 2014*, 3, Fortaleza, Ceará, Brasil. Anais... Fortaleza, Ceará, Brasil: INOVAGRI/INCT-EI/INCTSal, 6 dez. 2014. DOI: 10.12702/ii.inovagri.2014-a052
- [12] KÖPP, L. M. et al. Simulação da necessidade hídrica e estimativa de produtividade para cultura do milho em municípios do RS. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 14, n. 2, p. 235-246, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n2p235-246>
- [13] MEOTTI, G. V. et al. Épocas de sementeira e desempenho agrônômico de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n1/47n01a03.pdf>
- [14] NUNES, A. C. et al. Agronomic aspects of soybean plants subjected to deficit irrigation. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 7, p. 654-659, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n7p654-659>
- [15] OLIVEIRA, D. B. et al. Avaliação fisiológica do milho (zea mays) sob diferentes lâminas de irrigação, no município de Itumbiara – GO. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 18, p. 585-591, 2014. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/avaliacao%20fisiologica.pdf>.
- [16] PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas* - Guaíba: Agropecuária, 478 p. 2002.
- [17] PINOTTI, E. B. et al. Características agrônômicas de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de sementeira. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v. 25, n. 1, p. 17-33, 2014. Disponível em: [http://www.faev.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/VmqNlv5xzphMJaw\\_2014-7-1-20-56-41.pdf](http://www.faev.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/VmqNlv5xzphMJaw_2014-7-1-20-56-41.pdf).
- [18] RITCHIE, S. W. HANWAY, J. J., BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. v. 103, n. 15, p. 1-20, 2003. Disponível em: [http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/\\$FILE/Encarte103.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/81A0BBD6E936445D83257AA0003A892E/$FILE/Encarte103.pdf)
- [19] RODRIGUES, T. R. et al. Water availability to soybean crop as a function of the least limiting water range and evapotranspiration. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 47, n. 2, p. 161-167, 2017.
- [20] ROLIM, G. S., SENTELHAS, P. C. Planilhas no ambiente EXCELTM para os cálculos de balanços hídricos sequencial. Departamento de Ciências Exatas Área de Física e Meteorologia DCE – ESALQ/USP, v. 6, n. 4, 2006. Disponível em: [www.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/leb630/BHseq64.xls](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/leb630/BHseq64.xls). Acesso em 25 março 2017.
- [21] RUVIARO, C. et al. Comportamento da soja submetida a diferentes regimes hídricos e viabilidade da irrigação suplementar na região do vale do Jaguari-RS. *PERSPECTIVA, Erechim*. v. 35, n. 131, p. 79-90, 2011. Disponível em: [http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/131\\_222.pdf](http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/131_222.pdf).
- [22] WAGNER, M. V. et al. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 2, p. 170-179, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000200008>

# Capítulo 8

## *Inoculação e coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em soja no sistema de sulco de semeadura*

*Lucas Thomé Koswoski*

*Ana Paula Morais Mourão Simonetti*

*Evandro Luiz Nogarolli Casimiro*

*Gabriel Aires Ribeiro*

**Resumo:** A utilização da inoculação e coinoculação na cultura da soja torna-se importante aliado na nutrição nitrogenada, visto que as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* formam rizóbios e fixam biologicamente o nitrogênio atmosférico e as bactérias do gênero *Azospirillum* auxiliam no desenvolvimento radicular aumentando a superfície de contato, logo auxiliando no maior aproveitamento da água e nutrientes presentes no solo, incrementando na produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a inoculação e coinoculação das bactérias *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sistema de sulco de plantio de soja. O experimento foi conduzido de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 no município de Guaraniaçu-PR. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, contendo nove tratamentos e quatro repetições por tratamento, totalizando 36 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram: T 1 = testemunha, T 2 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium*, T 3 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 4 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 5 = aplicação 0,330 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium*, T 6 = aplicação 0,330 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 7 = aplicação 0,330 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 8 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,330 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum* e T 9 = aplicação 0,330 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 330 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*. Os parâmetros avaliados foram massa de mil grãos (g), número de vagens por planta, altura de plantas (m) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as medias agrupadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de erro, com o auxílio do programa estatístico SISVAR. Para as condições desse experimento conclui-se que a aplicação em sulco de *Bradyrhizobium* 0,330 L ha<sup>-1</sup> + *Azospirillum* 0,330 L ha<sup>-1</sup> proporciona para a soja, variedade DM 53i54 RSF IPRO, produtividade (6157,10 kg ha<sup>-1</sup>) e massa de mil grãos (202,38 g) valores esses estatisticamente superiores aos demais tratamentos avaliados.

**Palavras-chave:** fixação biológica, *Glycine max*, nitrogênio.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma das principais commodities do mundo. De acordo com a CONAB (2019), a cultura da soja foi a que teve maior aumento em área de plantio no país, o Brasil é o segundo maior produtor mundial da oleaginosa e, o estado do Paraná destacou-se como o terceiro maior produtor do país na safra 2018/2019, perdendo para o Rio Grande Do Sul e o Mato Grosso que é o maior produtor do país. O Paraná semeou na safra 2018/2019 área total de 5,435 milhões de hectares, com produção 16,2 milhões de toneladas.

Em virtude da relevância da soja, tecnologias que visem aumentar produtividade e diminuir custos são de extrema importância, destacando-se o uso de inoculação e coinoculação no sulco de semeadura de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, pois estas auxiliam na fixação biológica do nitrogênio atmosférico e no desenvolvimento radicular, e tem demonstrado bons resultados, por serem formas alternativas de adubação nitrogenada. Principalmente em virtude de o nitrogênio ser importante nutriente para o desenvolvimento da soja, contudo ser oneroso quando utilizado em forma de adubos minerais. Deste modo, faz-se necessário a realização de estudos sobre a viabilidade da utilização destes princípios.

Gitti (2016) em trabalho realizado com soja utilizando inoculação (*Bradyrhizobium*) e a coinoculação (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) comparado a uso de ureia para suprir a demanda nutricional de nitrogênio, observaram que embora a ureia tenha tido a maior produtividade entre os tratamentos, seu custo é bastante elevado, logo eles demonstram a importância dessas bactérias, pois as mesmas são capazes de suprir as necessidades de nitrogênio dessa leguminosa a um custo relativamente baixo.

Hungria, Rubens e Nogueira (2012) afirmaram que a cada 1 tonelada de grãos de soja produzidos são necessários 80 kg de nitrogênio por hectare, sendo a fixação biológica de nitrogênio (FBN) por meio de bactérias do gênero *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilenses* elementos fundamentais para suprir essa demanda da cultura. Com a FBN, a cultura da soja torna-se mais viável e tendo assim uma economia de sete bilhões de dólares por safra no país.

Segundo Crispino *et al.* (2001) pesquisas apresentam que o nitrogênio oferecido através de fertilizantes nitrogenados embora apresente absorção rápida pela planta, expressam alguns limitantes, ocorrendo um aproveitamento pela planta da soja de apenas 50%, sendo o restante perdido para o ambiente por volatilização, desnitrificação e lixiviação. Demonstrando a importância do uso da fixação biológica na preservação dos ecossistemas.

De acordo com os estudos de Ferlini (2006), a utilização das bactérias do gênero *Rhizobium* e *Azospirillum* com o uso da tecnologia da coinoculação na cultura da soja, demonstraram resultados satisfatórios, como maior desenvolvimento radicular e acréscimo de nódulos nas raízes, proporcionado uma maior absorção de água e nutrientes, além de um acréscimo na velocidade de emergência das plantas particularmente tratadas com *Azospirillum*, estes auxiliam no maior desenvolvimento radicular e posterior da parte aérea, e conseqüentemente maior produtividade. Este acréscimo de produção é principalmente em razão da maior fixação de N<sub>2</sub> que as bactérias desempenham. De acordo com Ferreira *et al* (2016), com a inoculação de sementes, tem-se acréscimos de nitrogênio na parte foliar da planta, dessa forma gera o aumento na massa de mil grãos da soja.

Portanto, este trabalho teve como objetivo, observar parâmetros de produtividade na cultura da soja, quando realizada a inoculação das bactérias *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* ou a coinoculação no sistema de sulco de plantio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em propriedade rural no interior do município de Guaraniaçu-PR, comunidade do Flor Da Serra. Nas seguintes coordenadas geográficas 25°05'07" de latitude sul e 52°56'13" de longitude oeste e 776 m de altitude. O período de desenvolvimento do trabalho foi do dia 20 de outubro de 2019 a 20 de fevereiro de 2020. De acordo com a EMBRAPA (2013) o solo da região é classificado como latossolo vermelho. O clima que abrange a região oeste segundo Aparecido *et al.* (2016) é classificado como clima temperado úmido é com o verão quente.

A cultura utilizada foi a soja, variedade DM 53i54 RSF IPRO, grupo de maturação 5,4. Com distribuição de 14 sementes por metro linear e adubação de 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-20-18 (N-P-K). As sementes utilizadas possuíam tratamento industrial contendo fungicida e inseticida.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos causalizados (DBC), com nove tratamentos e quatro repetições (blocos), totalizando 36 unidades experimentais, sendo compostas por parcelas de quatro metros de largura com seis metros de comprimento, o espaçamento utilizado foi o de 45 cm entre as linhas, constituindo-se de nove linhas, com 24 m<sup>2</sup> por unidade experimental. os tratamentos utilizados serão: T 1 = testemunha, T 2 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium*, T 3 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 4 = aplicação 0,165 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 5 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium*, T 6 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 7 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,165 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 8 = aplicação 0,165 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 9 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*.

Os inoculantes utilizados são formulados comerciais sendo o *Azospirillum brasilense* constituído das cepas Ab - V5 e Ab - V6, contendo 4 X 10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup>. E o *Bradyrhizobium japonicum* semia 5079 e 5080, com 7,2 X 10 células viáveis mL<sup>-1</sup>.

Antes de realizar a semeadura da cultura da soja foi realizado a aplicação de herbicida visando a dessecação, está seguindo as recomendações para a cultura da soja, devidamente registrado na ADAPAR (Agencia de defesa agropecuária do Paraná) para controlar as plantas daninhas presentes na área anteriormente a semeadura.

A semeadura foi efetuada com auxílio de uma semeadora de nove linhas, equipada com um reservatório para inoculantes líquidos, por meio do qual foi realizada a deposição das bactérias de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco de semeadura, a fim de deixá-las o mais próximo possível das sementes.

Os tratos culturais realizados durante o ciclo da cultura da soja, como por exemplo, a aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas, foram realizadas conforme necessárias e seguindo as recomendações para região.

Foram avaliados os parâmetros: número de vagens por planta, massa de mil grãos, produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) e altura de plantas (m). Primeiramente foi avaliada a altura das plantas, por meio do uso de trena, amostrando dez plantas por parcela, e posteriormente a quantidade de vagens por planta. Em seguida foi realizada a colheita manual das parcelas, utilizando os critérios de bordadura, para obter a massa de mil grãos, foi utilizada a régua de contagem de 100 grãos por vez, esse procedimento foi repetido por dez vezes, totalizando mil grãos.

Após realizar a avaliação de todos os parâmetros, realizou-se a pesagem total da massa colhida para obter o parâmetro da produtividade, depois da pesagem foi realizada a umidade da parcela e está corrida para 13%, encontrando assim os valores em kg por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias agrupadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2010).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados apresentados na Tabela 1, verificou-se que houve diferença significativa pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro, para os parâmetros avaliados, sendo eles massa de mil grãos, número de vagens e altura da planta.

Para a massa de mil grãos, o tratamento 9 (*Bradyrhizobium* 0,330 L ha<sup>-1</sup> + *Azospirillum* 0,330 L ha<sup>-1</sup>) foi o que obteve maior valor com 202,38 g. Demonstrando que a fixação do N atmosférico por meio das bactérias do gênero *Bradyrhizobium* em conjunto com o maior desenvolvimento propiciado pelo *Azospirillum*, proporcionou um aproveitando melhor dos nutrientes e água do sistema, convertendo em maior massa de grãos.

Battisti e Simonetti (2014) desenvolveram trabalho com soja utilizando inoculação e coinoculação de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*, variando dose e combinações observaram que para a massa de mil grãos (g) ocorreu diferenças significativas, sendo os tratamentos *Bradyrhizobium japonicum* 150 mL 50kg<sup>-1</sup> e *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* 100mL 50 kg<sup>-1</sup> superiores ao *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* 150mL50 kg<sup>-1</sup>, embora para a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) não tenham observado.

Tabela 1 – Massa de mil grãos (g), número de vagens por plantas e altura de plantas (cm) de soja em função do uso da inoculação das bactérias *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* ou a coinoculação no sistema de sulco de plantio, em Guaraniáçu – PR.

Tratamentos		Massa de mil grãos (g)	Número de vagens/plantas		Altura de plantas (m)		
T1	Testemunha	196,30	d	39,25	c	0,86	a
T2	<i>Bradyrhizobium</i> (0,165 L ha <sup>-1</sup> )	177,78	f	44,75	c	0,94	a
T3	<i>Azospirillum</i> (0,165 L ha <sup>-1</sup> )	191,43	e	54,25	b	0,95	a
T4	<i>Brady</i> (0,165 L ha <sup>-1</sup> ) + <i>Azo</i> (0,165 L ha <sup>-1</sup> )	200,63	b	51,00	b	0,91	a
T5	<i>Bradyrhizobium</i> (0,330 L ha <sup>-1</sup> )	198,63	c	40,50	c	0,81	b
T6	<i>Azospirillum</i> (0,330 L ha <sup>-1</sup> )	201,48	b	50,25	b	0,92	a
T7	<i>Brady</i> (0,330 L ha <sup>-1</sup> ) + <i>Azo</i> (0,165 L ha <sup>-1</sup> )	173,85	g	52,50	b	0,91	a
T8	<i>Brady</i> (0,165 L ha <sup>-1</sup> ) + <i>Azo</i> (0,330 L ha <sup>-1</sup> )	198,23	c	68,75	a	0,78	b
T9	<i>Brady</i> (0,330 L ha <sup>-1</sup> ) + <i>Azo</i> (0,330 L ha <sup>-1</sup> )	202,38	a	63,25	a	0,79	b
CV (%)		0,44		7,75		8,01	

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem pelo teste Scott Knott à 5% de significância.  
CV= Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor 2020.

Enquanto que para variável número de vagens por plantas os tratamentos 9 (63,25 vagens/planta) e 8 (*Bradyrhizobium* 0,165 L ha<sup>-1</sup> + *Azospirillum* 0,330 L ha<sup>-1</sup>), com média de 68,75 vagens/planta, apresentaram maior número de vagens, se mostraram iguais para este parâmetro, contudo para o tratamento 8 não houve tanto incremento em produtividade.

Para altura de plantas foram formados dois grupos os tratamentos 2, 3, 4, 6 e 7 e testemunha mostraram maiores valores de altura de plantas com valor médio de 0,92 cm, enquanto que os tratamentos 5, 8 e 9 os menores, com média de 0,79 cm, inclusive menores que os da testemunha. Contudo, isso demonstrou que nem sempre a altura de plantas está relacionada com produtividade, visto que plantas maiores podem estar mais suscetíveis ao acamamento, além de muitas vezes aumentarem a massa foliar demasiadamente, o que pode prejudicar a infiltração de luz solar no dossel, além de ficarem mais predispostas a problemas fitossanitários.

Meert *et al.* (2020) trabalhando com inoculação e coinoculação em soja, cultivar Monsoy 5917 IPRO, quando observados os dados relacionados à altura de plantas mostram resultados que corroboram com o presente experimento, em que não encontraram diferença entre os tratamentos com bactérias em relação a testemunha, portanto seu uso não promoveu alterações sobre a altura das plantas de soja que apresentou média de 0,87 m.

Já Freitas e Souza (2017), em trabalho realizado com inoculação em soja via semente, encontraram resultados distintos, em que a medida do aumento de doses do produto Masterfix®, à base de turfa e líquido, contendo uma concentração mínima de 5 x 10<sup>9</sup> UFC g<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium elkanii* (CEPA SEMIA 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (CEPA SEMIA 5079), apresentaram aumento na altura de plantas apresentando média de 0,93 m, embora tenham utilizado outro cultivar de soja.

Para a variável produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 1), o teste de Scott Knott formou cinco grupos de tratamentos em que o tratamento 9, contendo a mistura de *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* na maior dose para ambos (0,330 L ha<sup>-1</sup>), apresentou a maior média correspondendo a 6.157,10 kg ha<sup>-1</sup>. A média observada no experimento (5556,32 kg ha<sup>-1</sup>) é considerada bastante elevada para região, e isto está ligado as boas condições climáticas durante o decorrer do experimento, embora tenha ocorrido atraso na semeadura comparado aos anos anteriores, em função da estiagem prolongada, na segunda quinzena de outubro voltou a ocorrer precipitações regulares favorecendo o desenvolvimento da cultura.

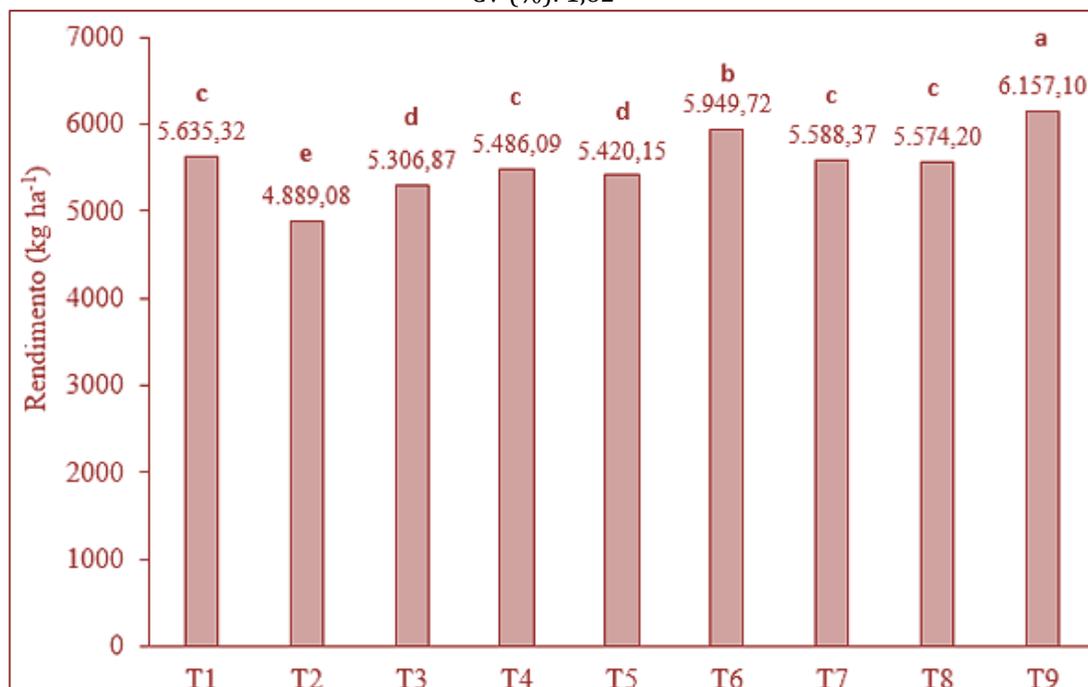
Braccini *et al.* (2016) em trabalho semelhante observaram acréscimos na produtividade de soja em comparação aos demais tratamentos (3.346,90 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando a aplicação de 300 mL saca<sup>-1</sup> (3 doses) de *Bradyrhizobium japonicum*, em associação com *Azospirillum brasilense* na dose de 200 mL ha<sup>-1</sup>, em pulverização dirigida no sulco de semeadura, em vista dessas bactérias realizarem simbiose com as raízes da soja, auxiliando na fixação biológica do nitrogênio, consequentemente promovendo maior crescimento radicular, posteriormente gerando maior produtividade.

Além da fixação biológica de nitrogênio contribuir com cerca de 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio para a cultura da soja, tem importante papel no manejo da fertilidade do sistema tendo possibilidade de incrementar cerca de 20-30 kg ha<sup>-1</sup> nitrogênio para a cultura seguinte (Hungria, Campo e Mendes 2007), que no caso da região Oeste do Paraná é principalmente o milho.

Figura 1 - Produtividade de soja em função do uso da inoculação das bactérias *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* ou a coinoculação no sistema de sulco de plantio, em Guaraniaçu – PR.

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem pelo teste Scott Knott à 5% de significância.

CV (%): 1,62



T 1 = testemunha, T 2 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium*, T 3 = aplicação 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 4 = aplicação 0,165 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,165 L ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 5 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium*, T 6 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 7 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,165 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 8 = aplicação 0,165 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*, T 9 = aplicação 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium* + 0,330 ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum*.

Fonte: o autor 2020.

#### 4. CONCLUSÃO

Para as condições desse experimento conclui-se que a aplicação em sulco de *Bradyrhizobium* 0,330 L ha<sup>-1</sup> + *Azospirillum* 0,330 L ha<sup>-1</sup> proporciona para a soja, variedade DM 53i54 RSF IPRO, produtividade (6157,10 kg ha<sup>-1</sup>) e massa de mil grãos (202,38 g), valores esses, estatisticamente superiores aos demais tratamentos avaliados.

#### REFERÊNCIAS

- [1] APARECIDO, L. E. O., ROLIM, G. S., RICHETTI, J., SOUZA, P. S., JOHANN, J. A. Koppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the state of Paraná, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, v.40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- [2] BATTISTI, A. M.; SIMONETTI, A. P. M. Inoculação e Co inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. *Cultivando o Saber*, v. 8, n. 3, p. 294-301, 2014.
- [3] BRACCINI, A. L., MARIUCCI, G. E. G., SUZUKAWA, A. K., DA SILVA LIMA, L. H., PICCININ, G. G. et al. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.15, n. 1, p. 27-35, 2016.
- [4] CONAB - COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, - Safra 2018/2019, n. 9 – Nono Levantamento, junho, 2019.
- [5] CRISPINO, C. C.; FRANCHINI, J. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLE, R. N. R.; LOUREIRO, M. F.; SANTOS, E. N.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Adubação nitrogenada na cultura da soja. Londrina, Embrapa soja 2001.
- [6] DE FREITAS, D. da S. R., DE SOUZA, J. E. B. Resposta agrônômica da soja, inoculada com diferentes doses de *Bradyrhizobium* em solo de 1ºano. *Ipê Agronomic Journal*, v.1, n.1, p. 58-70, 2017.

- [7] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Sistema brasileiro de classificação de solos – 3ed. rev. Ampl. Brasília, DF: EMPRAPA, 2013. 353p.
- [8] FERREIRA, M.M; FULANETI, F.S; CARVALHO, P.L.R; MENEZES, H.M; BEUTLER A.N. Eficiência do inoculante e necessidade de aplicação de uréia em soja em solos de várzea. Itaqui-RS, 2016.
- [9] FERREIRA, D. F. Sistema de análises estatísticas- Sisvar 5.6 Lavras: universidade Federal de Lavras, 2010.
- [10] FERLINI, H. A. Co-Inoculación en Soja (*Glycine max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. Artículos Técnicos – Agricultura. 2006.
- [11] GITTI, D. C. Inoculação e Coinoculação na Cultura da Soja. Tecnologia e Produção: Soja 2015/2016. v.1, p.15-23, 2016. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/234/234/newarchive-234.pdf>>. Acesso em: 9 de junho de 2020.
- [12] HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componentes essenciais para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 80 p. 2007.
- [13] HUNGRIA, M.; RUBENS, J. C.; NOGUEIRA, M. A. A pesquisa em Fixação Biológica do Nitrogênio na Embrapa Soja: passado, presente e perspectivas futuras. Anais. XVI Relare. Londrina-PR, 2012.
- [14] MEERT, L., FERNANDES, F. B., MÜLLER, M. M. L., RIZZARDI, D. A. S. E., ESPINDOLA, J. S. Inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. Cultura Agronômica, v.29, n.1, p. 118-129, 2020.

# Capítulo 9

## *Teste de germinação em sementes de cana-de-açúcar utilizando cruzamentos recíprocos*

*Luiz Gustavo da Mata Borsuk*

*Hugo Zeni Neto*

*Letícia Martins Montini*

*Renato Frederico dos Santos*

*Joseli Cristina da Silva*

*Túlio Felix José Golçalves*

*Claudete Aparecida Mangolin*

**Resumo:** A cana-de-açúcar é uma espécie alógama, ou seja, preferencialmente realiza a fecundação cruzada. A reprodução sexuada da planta tem fins voltados para os programas de melhoramento, com o intuito de obter variabilidade genética, enquanto que comercialmente ela é propagada assexuadamente, por meio da germinação de suas gemas. Para isso se torna importante a escolha de bons genitores para serem cruzados, e consigam produzir sementes viáveis para o programa de melhoramento. O objetivo é estudar a taxa de germinação de cruzamentos específicos de cana-de-açúcar, pretendendo obter melhores clones e cultivares. Foram utilizados quatro cruzamentos de cana-de-açúcar, provenientes do programa de melhoramento da RIDESA. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram contadas vinte e cinco sementes por repetição, totalizando 100 sementes por tratamento. As avaliações realizadas foram realizadas até 15 dias após a incubação das sementes, realizando a contagem de sementes germinadas, verificando a porcentagem de germinação. As médias dos tratamentos foram analisadas pelo Teste-T modificado por Bonferroni a 5%. O estudo demonstra que a qualidade de germinação está ligada pela genética, já que os cruzamentos apresentam uma alta herdabilidade, já que comparando o cruzamento 2, que apresentou uma média de germinação de 36% e o seu recíproco se provou inferior com uma média de 1%.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp.; herdabilidade; germinação.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma espécie muito importante para o cenário da agricultura brasileira, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) a área destinada a plantação da cultura da cana-de-açúcar no Brasil na safra 2018/19 foi de 8,59 milhões de hectares, com uma produção de 620,44 milhões de toneladas. A cana-de-açúcar é instalada em 106 países espalhadas pelos trópicos e subtropicais, é uma das maiores culturas do mundo, produzindo mais de 70% de açúcar consumido globalmente, e a segunda maior matéria prima na produção de biocombustíveis em todo o mundo (FAO, 2019).

Para a maioria das espécies cultivadas, botanicamente falando, a semente é a parte da planta encarregada da sua reprodução, essa característica não é válida para as plantas de reprodução vegetativa como é o caso da cana-de-açúcar, onde só se tem valor para o melhoramento genético (CESNIK *et al.*, 2004). Na formação de mudas, a germinação rápida e uniforme das sementes, seguida por imediata emergência das plântulas, são características altamente desejáveis. Quanto maior o número de dias para emergir e a permanência da plântula nos estádios iniciais de desenvolvimento, maior será a vulnerabilidade às condições do ambiente (MARCOS FILHO, 2015).

Diante do cenário atual, este trabalho tem por objetivo estudar a taxa de germinação em cruzamentos específicos de cana-de-açúcar, idealizando obter um auxílio no melhoramento, para se obter cultivares superiores.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Universidade Estadual de Maringá, no ano de 2019. Foram utilizadas sementes provenientes de cruzamentos de cana-de-açúcar, pertencentes ao programa de melhoramento genético da RIDESA.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com, quatro tratamentos e quatro repetições. Para cada cruzamento, foram utilizadas 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento, onde os cruzamentos 1 e 2 eram recíprocos, e os cruzamentos 3 e 4 também são recíprocos entre eles, as quais foram semeadas em caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 2,5 cm), já esterilizadas com etanol 70%. Como substrato utilizou-se papel filtro autoclavado por 20 minutos à 200°C, com uma massa de 85 g.m<sup>-2</sup>, sendo colocadas quatro folhas por caixa plástica, e adicionado um volume de água destilada 2,5 vezes a massa do substrato seco, assim como segundo Brasil (1992) nas Regras para Análise de Sementes prescrevem, compreendendo o volume de 10 mL por repetição. Conforme era verificada a necessidade os tratamentos eram umedecidos novamente, para evitar que sequem.

Os cruzamentos foram colocados em uma câmara climatizada com uma temperatura de 30°C, com presença de luz por 16h e escuro por 8h, através do uso de lâmpadas fluorescentes. As avaliações ocorreram em um período de 5, 10 e 15 dias após a incubação, realizando a contagem de sementes germinadas, e estas eram removidas, avaliando assim a porcentagem total de germinação por cruzamento. Estes dados então foram submetidos a uma análise de variância, e logo após a um teste de comparação de médias, Teste - T modificado por Bonferroni a 5%, gerados pelo programa Genes.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que os pressupostos básicos da análise de variância foram atendidos, os tratamentos apresentaram uma diferença significativa, tornando possível os testes de comparação de médias.

Como está apresentado na Tabela 1, as médias de germinação variaram de 1% até 36%, no final dos 15 dias de avaliação. Então foram verificadas as variâncias genéticas para cada cruzamento que são de 15,42 até 72,66 e suas respectivas herdabilidades foram de 62 a 94%.

Tabela 1 - Médias de germinação dos 4 cruzamentos

Cruzamentos	Germinação
1	1c
2	36a
3	15b
4	3bc

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste T de Bonferroni, a 5% de probabilidade.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar através deste estudo que esta característica está ligada pela genética, já que demonstra uma alta herdabilidade provando que o potencial de germinação tem ligação com os cruzamentos, uma vez comparando o cruzamento 2, que demonstrou uma alta taxa de germinação de 36% e o seu recíproco se provou inferior com uma média de 1%, já que são os mesmos indivíduos nos dois cruzamentos, só que um deles o indivíduo é utilizado como macho, e no outro como fêmea, provando que a característica está ligada ao genótipo.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- [2] CESNIK, Roberto; MIOCQUE, Jacques. Melhoramento da Cana-de-açúcar. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2004.
- [3] CONAB. Boletim técnico sobre a safra da cana 2018/19. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- [4] FAO. Cana-de-açúcar. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- [5] MARCOS-FILHO, Julio. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. 2. ed. Londrina, PR: Abrates, 2015.

# Capítulo 10

## *Composição e propriedades da própolis, com ênfase em amostras de abelhas africanizadas e nativas do Semiárido Brasileiro*

*Joselena Mendonça Ferreira*

*Dejair Message*

*Caroline C. Fernandes-Silva*

*Giuseppina Negri*

*Kátia Peres Gramacho*

*Antonio Salatino*

**Resumo:** Própolis é um produto apícola utilizado como complemento alimentar e na medicina alternativa para várias finalidades. Sua composição é complexa, incluindo cera e resina vegetal. Os componentes da resina são responsáveis pelas atividades biológicas da própolis. O uso medicinal da própolis remonta à antiguidade. A partir da década de 1980, observou-se um ressurgimento e crescente interesse pelo produto, o que motivou a pesquisa sobre sua composição e propriedades. Uma grande diversidade de atividades biológicas têm sido relatadas para a própolis, incluindo antioxidante, cicatrizante, antimicrobiana e antitumoral. A composição da própolis é distinta de região para região, embora os constituintes principais geralmente sejam de natureza fenólica. O presente artigo destaca a composição química e atividade sequestradora de radicais livres de própolis de abelhas *Apis mellifera* e de abelhas sem ferrão *Scaptotrigona* aff. *depillis*, ambas provenientes da região semiárida (caatinga) do estado do Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). As própolis das duas espécies têm coloração verde e elevados teores de fenóis totais e flavonoides. Análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), acoplada à detecção com arranjo de diodos e espectrometria de massas (CLAE-DAD-EM/EM) revelou que os extratos das própolis de ambas as espécies contêm predominantemente flavonoides, representados por éteres metílicos de flavonóis e chalconas. Análise cromatográfica comparada demonstrou que a principal fonte de resina para a produção das própolis das duas espécies são ápices vegetativos de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*; Leguminosae, Mimosoideae), espécie comum no semiárido. Jurema-preta é espécie resistente à estiagem prolongada e fonte importante de pólen para as abelhas da região. Análises pelo método do DPPH demonstraram que os dois tipos de própolis têm elevada atividade de sequestro de radicais livres.

**Palavras-Chave:** própolis, *Apis mellifera*, *Scaptotrigona* aff. *depillis*, semiárido brasileiro, jurema-preta, *Mimosa tenuiflora*.

## 1. INTRODUÇÃO

O ser humano vem coletando mel por pelo menos 8.000 anos, roubando-o de colmeias que viviam em condição selvagem. Foi no antigo Egito que a apicultura começou de modo organizado e em larga escala. O primeiro registro arqueológico de gravuras mostrando apicultores, suas colmeias e colheita de mel data do século XXV a.C. (Traynor, 2016). Segundo a tradição egípcia, as abelhas nasciam das lágrimas do deus sol, que no Egito era denominado Re. Quando Re chorava, suas lágrimas caíam, e ao atingir o solo, convertiam-se em abelhas (Kritsky, 2015). No antigo Egito, o mel era alimento e medicamento. A cera de abelha era um produto valioso, utilizado medicinalmente, por exemplo, para a cura de feridas e como produto de beleza. Desde então, ao longo da história, esses dois produtos apícolas vêm sendo utilizados por muitos povos do Ocidente e Oriente. Durante séculos as velas usadas em residências e templos eram produzidas com cera de abelha, hábito que foi abandonado com o advento da exploração do petróleo, que passou a fornecer parafina para a produção de velas. Além do mel e cera, desde a antiguidade a humanidade vem usando a própolis, que as abelhas produzem como um recurso para a defesa da colmeia contra inimigos naturais. Nas últimas décadas, a própolis assumiu grande importância junto à população de vários países do mundo. O Brasil é importante produtor de própolis, que é comercializada em escala considerável no mercado interno e como produto de exportação.

Não só abelhas *Apis mellifera* produzem própolis. Especialmente em ambientes tropicais, há uma enorme diversidade de abelhas sem ferrão, que pertencem à mesma família de *A. mellifera* (Apidae), mas a uma tribo distinta, denominada Meliponini. No Brasil, há diversos gêneros de meliponíneos, todos importantes polinizadores de plantas agrícolas e nativas. A população brasileira tem revelado crescente interesse por produtos derivados de colmeias de meliponíneos, inclusive mel e própolis. A meliponicultura representa atualmente um mercado promissor no Brasil (Salatino et al., 2019).

O presente artigo apresenta uma breve revisão sobre a origem e propriedades biológicas da própolis e sua composição, origem botânica em várias partes do mundo, atividades biológicas, importância medicinal, além de uma introdução às espécies de abelhas produtoras de própolis no Brasil. O foco principal do artigo é a apresentação de dois tipos novos de própolis do semiárido do nordeste brasileiro (ecossistema da caatinga), uma delas produzida por abelhas africanizadas e outra por uma espécie de meliponíneo.

## 2. PRÓPOLIS

### *Significado biológico e propriedades*

A própolis (“pró” = diante de, ou em defesa de; “polis” = cidade) é um produto apícola de aspecto resinoso que as abelhas utilizam para reparar fissuras e danos na estrutura do ninho, além de servir como recurso de defesa contra predadores e microrganismos (Burdock, 1998; Lavinias et al., 2019). As abelhas produzem própolis com resinas coletadas de várias fontes vegetais, como exudatos, tecidos jovens e gemas vegetativas de espécies que crescem num raio de vários quilômetros ao redor do apiário. Às resinas coletadas, as abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen. As própolis mais comercializadas no mundo são produzidas por colônias de *Apis mellifera*. Várias espécies de abelhas nativas acrescentam solo à própolis, que é então denominada geoprópolis (Lavinias et al., 2019). Não são conhecidos os fatores que direcionam a preferência das abelhas coletoras de resina por uma determinada fonte vegetal, porém elas são seletivas e geralmente coletam material vegetal que apresenta atividade antimicrobiana. A origem botânica da própolis é um item fundamental para a pesquisa, padronização e comercialização desse produto; as propriedades e efeitos biológicos da própolis são determinados por substâncias presentes na resina vegetal. O reconhecimento da fonte vegetal de resina é conseguido por estudos de comportamento das abelhas, análises da composição química da própolis e de material coletado de fontes vegetais suspeitas, além de análises histológicas de material da própolis e de tecidos de plantas suspeitas como doadoras de resina (Teixeira et al., 2005).

As propriedades físicas e organolépticas da própolis, como cor, odor e temperatura de fusão variam de uma amostra para outra. Esse produto apícola vem sendo utilizado medicinalmente há séculos. No Egito antigo (1700 a.C.), a própolis, chamada de “cera negra”, era utilizada medicinalmente e também como um dos materiais para embalsamar os mortos. Na Grécia, Hipócrates a usava como cicatrizante de feridas. O historiador Plínio relata o uso da própolis em Roma como anti-inflamatório, analgésico e eficaz na redução de inchaços e alívio das dores. Na França, o termo “própolis” surgiu no século XVI. Na Farmacopéia de Londres do século XVII, a própolis foi incluída como droga oficial (Burdock, 1998; Pereira et al., 2015). Os trabalhos de Helfenberg (1908) e de Dietrich (1908) estão entre os primeiros voltados à composição química de própolis. Em época recente, a própolis começou a ser utilizada no tratamento de problemas de

saúde nos anos de 1950 e 1960 na ex-União Soviética e em países do leste europeu, como Bulgária, República Tcheca e Polônia. Nos países do oeste europeu, no Japão e nas Américas do Sul e do Norte, a própolis não adquiriu popularidade até 1980. Dessa época em diante, ela tornou-se um produto importante na medicina complementar, em suplementos alimentares e como preventivo de enfermidades (Ghisalberti, 1979).

A própolis brasileira revelou atividade inibitória sobre *Staphylococcus aureus* mais acentuada que alguns antibióticos convencionais (Pereira et al., 2015). Atualmente, a própolis é popularmente usada como medicamento curativo ou preventivo, sendo disponível em diversos tipos de formas farmacêuticas, como cápsulas, extratos (hidroalcoólico ou glicólico), enxaguatório bucal e balas, entre outras. Também é empregada em cosméticos, material de higiene e na indústria alimentícia.

### Própolis – geografia e composição

O perfil químico e a atividade biológica da própolis dependem das espécies de abelhas, flora da região, fatores geográficos e época do ano (Salatino et al., 2011). No entanto, estudos demonstram que abelhas em diferentes regiões coletam resinas de diferentes plantas, quase sempre contendo predominantemente substâncias fenólicas (Lavinias et al., 2019). Como a flora varia de acordo com os padrões climáticos e geográficos, as própolis de regiões tropicais e temperadas apresentam perfis químicos distintos. Uma fonte vegetal importante de própolis de regiões temperadas (Europa, Ásia, Américas do Norte e do Sul, Austrália) é o exsudato das gemas apicais de choupos (espécies do gênero *Populus*), com destaque para *P. nigra*. Os principais constituintes da própolis de *Populus* são flavonóides sem oxigenação do anel B do núcleo flavonoide, como a flavanona pinocembrina (Figura 1A), a flavona crisina (Figura 1B) e o flavonol galangina (Figura 1C), além de ácidos cinâmicos e seus ésteres, o principal deles sendo o éster feniletílico do ácido cafeico (CAPE; Figura 1D). Na Rússia e outros países, obtém-se própolis de exsudatos de *Betula verrucosa* (choupo alemão), que contém flavonas e flavonóis distintos dos encontrados em *Populus*. Glicerídeos fenólicos (e.g. diferuloil-acetyl-glicerol) são componentes de amostras de própolis de *P. tremula* (Bertrams et al., 2013) e de própolis do norte da Itália (Pavlovic et al., 2020).

As própolis do tipo mediterrâneo, características de regiões subtropicais como Grécia, Sicília, Malta, Chipre, Croácia e Argélia, possuem resina de *Cupressus sempervirens* (família Cupressaceae), sendo caracterizadas por quantidades altas de diterpenos, como o ácido isocuprêssico (Figura 1E) (Popova et al., 2010). Em Taiwan e Okinawa (Japão) produz-se um tipo de própolis derivado de resina de exudato de frutos de *Macaranga tanarius* (família Euphorbiaceae), que contém geranil-flavanonas, como o nympheol-A (Figura 1F) (Kumazawa et al., 2008).

Em regiões tropicais, tipos diferentes de própolis são produzidos, originados de espécies vegetais típicas da região. Na Venezuela e Cuba, é comum um tipo de própolis derivada de exsudatos de flores pistiladas de *Clusia* (família Clusiaceae), com predomínio de benzofenonas polipreniladas (Tomás-Barberán et al., 1993, Cuesta-Rubio et al., 2001). Própolis com composição semelhante a essas foi reportada para a Amazônia brasileira (Ishida et al., 2011).

Além da própolis acima mencionada, produzida na Amazônia brasileira, diversos outros tipos de própolis brasileiras têm sido relatados. Dois deles se sobressaem, pelo volume de produção e comercialização, tanto no mercado interno quanto externo. A mais importante é a própolis verde do sudeste, centro-oeste e parte do sul do Brasil, produzida com ápices vegetativos e folhas jovens de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*; Asteraceae). Contrariamente à própolis europeia, na qual predominam flavonóides, na própolis de alecrim-do-campo predominam fenilpropanóides prenilados, como a artepilin c (Figura 3A) e a bacarina (Figura 3B) (Teixeira et al., 2005). Artepilin c (Figura 3A) é um dos componentes de própolis mais investigados cientificamente, ao lado de CAPE (Figura 2D). O principal flavonoide da própolis verde de alecrim-do-campo é a kaempferida (Figura 3C). O segundo tipo de própolis brasileira importante para o mercado internacional é a vermelha, produzida em áreas de mangue e restinga do litoral do nordeste, derivada de secreções do caule de *Dalbergia ecastaphyllum* (Leguminosae; Faboideae). Os componentes principais da própolis vermelha são substâncias fenólicas da classe dos isoflavonóides, que são típicos de espécies de leguminosas da subfamília Faboideae, como a isoflavona vestitol (Figura 3D) e o pterocarpano medicarpina (Figura 3E) (Silva et al., 2008). Outros flavonóides da própolis vermelha são as chalconas (comuns em leguminosas), como a isoliquiritigenina (Figura 3E) (Righi et al., 2011). Além dessas, as própolis marrons, várias delas com tonalidade escura, são muito comuns em vários estados do país, como Piauí (Righi et al., 2013), Ceará (Fernandes-da-Silva et al., 2019), Bahia (Santos et al., 2017) e Paraná (Tazawa et al., 2016).

Figura 2. Estruturas de componentes biologicamente ativos de própolis europeias. A: pinocembrina; B: crisina; C: galangina; D: éster fenilético do ácido cafeico (CAPE); E: ácido isocuprêssico; F: nympheol A. A-D: própolis europeia, derivada de *Populus nigra* (Salicaceae); E: própolis grega, derivada de Cupressaceae; F: própolis de Okinawa e Taiwan, derivada de *Macaranga tanarius* (Euphorbiaceae).

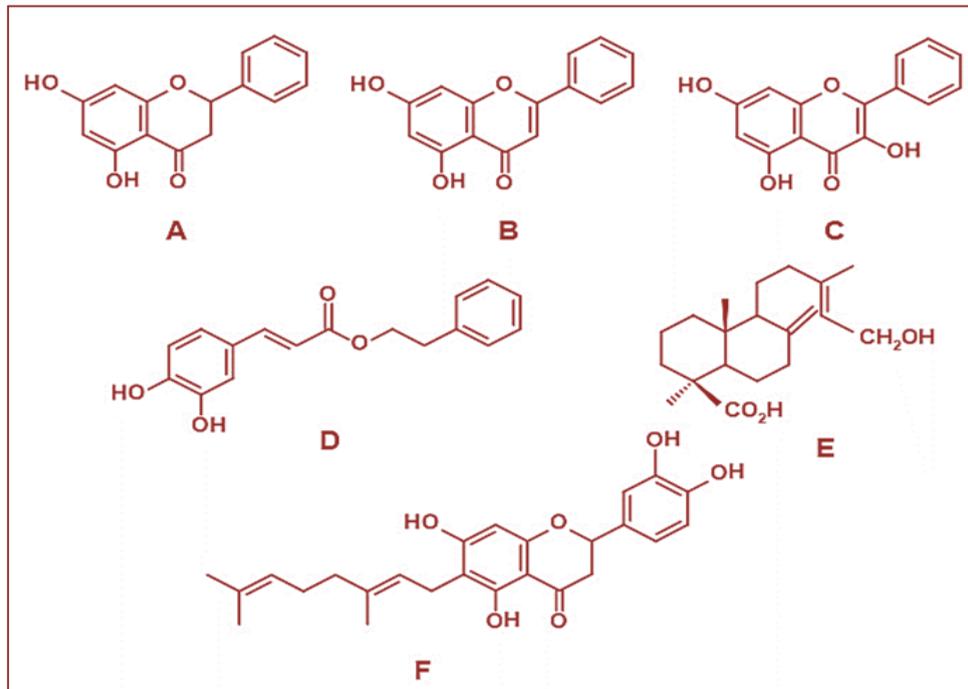
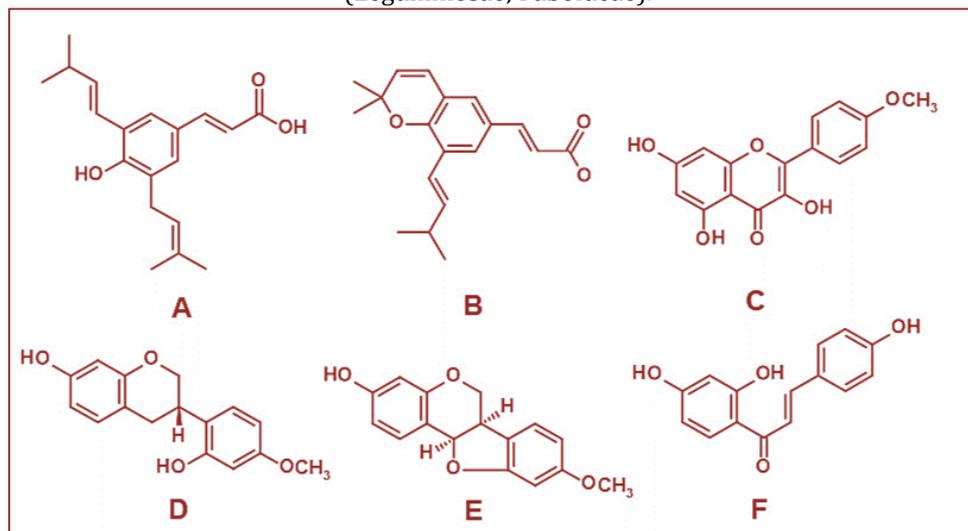


Figura 3. Estruturas de componentes de própolis brasileiras, produzidas por abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). A: artepilin c; B: bacarina; C: kaempferida; D: vestitol; E: isoliquiritigenina. A e B: fenilpropanoides prenilados presentes na própolis verde brasileira derivada de *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae); C: principal flavonoide da própolis verde brasileira, derivada de *B. dracunculifolia*; D e E: isoflavonoides presentes na própolis vermelha brasileira, derivada de *Dalbergia ecastaphyllum* (Leguminosae; Faboideae).

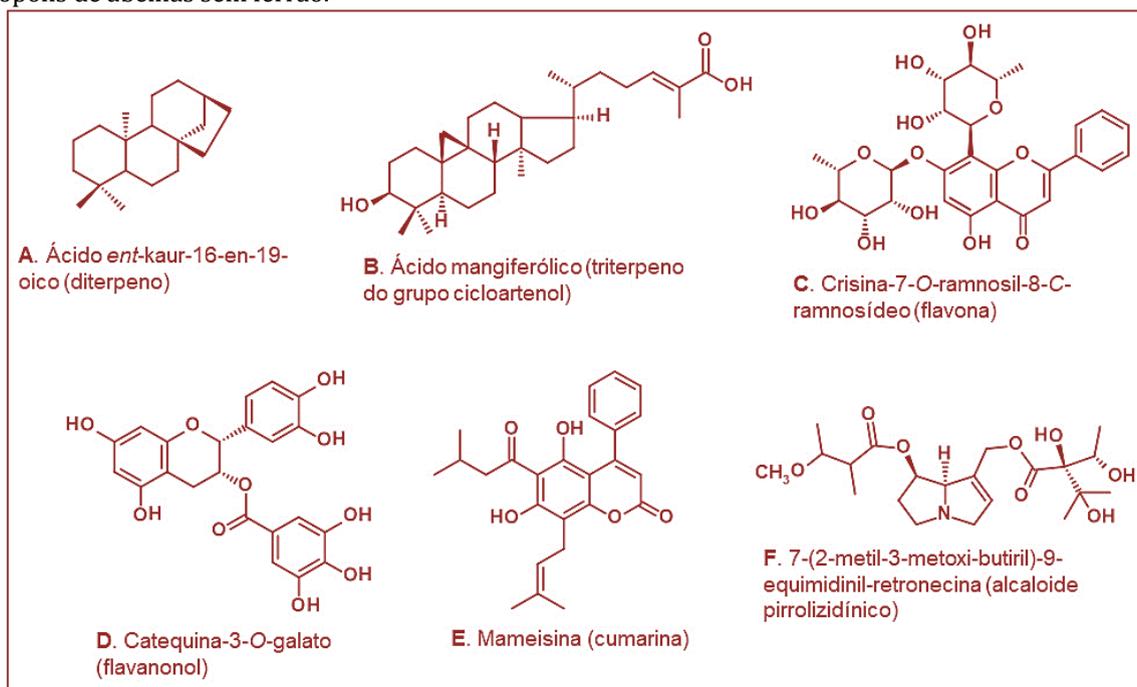


### Própolis de abelhas sem ferrão

Própolis e geoprópolis produzidas por abelhas sem ferrão (meliponíneos) têm sido bem menos estudadas que própolis de *A. mellifera*. Os principais gêneros de abelhas nativas cujas própolis têm sido investigadas

são: a) *Melipona* - por exemplo *Melipona quadrifasciata* (mandaíca) e *M. subnitida* (jandaíra); b) *Scaptotrigona* - por exemplo *S. bipunctata* (tubuna) e *S. aff. postica* (mandaguari); c) *Tetragonisca* - por exemplo, *T. angustula* (jataí-amarela). Pereira et al. (2015), Lavinias et al. (2019) e Popova et al. (2019) apresentam revisões sobre estudos realizados com própolis de abelhas sem ferrão. Atividades biológicas dessas própolis que se têm observado incluem antioxidante, antibacteriana e antiviral. A composição de própolis de meliponíneos assemelha-se à de própolis de *A. mellifera*. Componentes que frequentemente têm sido detectados são terpenoides, fenilpropanoides e flavonoides. Componentes típicos de própolis verde de alecrim-do-campo, como artepilin c, foram detectados em própolis de meliponíneos (Miorin et al., 2003). Outros exemplos de constituintes de própolis de abelhas sem ferrão fazem parte dos grupos de substâncias comuns em própolis de abelhas africanizadas, como o diterpeno ácido *ent*-kaur-16-en-19-oico (Figura 4A), o triterpeno denominado ácido mangiferólico, pertencente ao grupo cicloartenol (Figura 4B) e a flavona crisina-7-*O*-ramnosil-8-*C*-ramnosídeo (Figura 4C) (Pereira et al., 2015). No entanto, alguns constituintes detectados em própolis de meliponíneos pertencem a classes de metabólitos secundários incomuns ou inéditos em própolis de *A. mellifera*. Exemplos de substâncias nessa condição são a catequina-3-*O*-galato (Figura 4D), que é um dos constituintes do chá inglês (*Camellia sinensis*), além da cumarina mameisina (Figura 4E) (Pereira et al., 2015) e do alcaloide pirrolizidínico 7-(2-metil-3-metoxi-butiril)-9-equimidinil-retronecina (Figura 4F) (Coelho et al., 2015). Cumarinas e alcaloides pirrolizidínicos são substâncias tóxicas, normalmente ausentes em própolis de abelhas europeias e africanizadas. Isso indica que fontes de resina normalmente evitadas por abelhas africanizadas são coletadas por operárias meliponíneas. Esse fato pode ser um ponto que demanda cautela na utilização de própolis de abelhas sem ferrão. Outro aspecto que precisa ser levado nesse contexto é a geoprópolis, ou seja, própolis de meliponíneos contendo terra em sua composição. O material de solo coletado por abelhas sem ferrão pode trazer para a geoprópolis componentes que representam risco para a saúde da população, como microrganismos (inclusive coliformes fecais). Esses aspectos precisam ser levados em conta ao se cogitar sobre a comercialização de própolis de meliponíneos.

Figura 4. Estruturas de componentes de própolis de abelhas sem ferrão (meliponíneos) nativas do Brasil. A: ácido *ent*-kaur-16-en-19-oico; B: ácido mangiferólico; C: crisina-7-*O*-ramnosil-8-*C*-ramnosídeo; D: catequina-3-*O*-galato; E: mameisina; F: pirrolizidínico 7-(2-metil-3-metoxi-butiril)-9-equimidinil-retronecina. A-C: diterpeno, triterpeno e flavona, substâncias comuns em própolis de abelhas africanizadas, também encontradas em própolis de abelhas sem ferrão; D-F: catequina, cumarina e alcalóide, substâncias incomuns ou inéditas em própolis de abelhas africanizadas, encontradas em própolis de abelhas sem ferrão.



### **Abelhas africanizadas e meliponíneos no Brasil**

A apicultura começou no Brasil em 1839, por iniciativa do Padre Antonio Carneiro, que embarcou 100 colônias de abelhas europeias da cidade do Porto. Apenas sete colônias sobreviveram a travessia do Atlântico, sendo então instaladas na praia Formosa, no Rio de Janeiro. Entre 1845 e 1880, imigrantes italianos e alemães introduziram novas colônias no sul e sudeste do Brasil ([abelha.org.br/en/apiculture-in-brazil](http://abelha.org.br/en/apiculture-in-brazil); acessado em 24/11/2020).

As subespécies de abelhas europeias que aqui chegaram, enxamearam e se espalharam pelo país foram a alemã *Apis mellifera mellifera*, a italiana *A. mellifera ligustica* e a austríaca *A. mellifera carnica*. Até a década de 1950, a produtividade de mel no Brasil era muito baixa. O Brasil ocupava a 27ª posição no mundo, devido a práticas apícolas rudimentares, a falta de adaptação das abelhas ao clima tropical e à incidência de doenças.

Numa tentativa de mudar esse quadro, o geneticista Warwick Estevam Kerr trouxe da África, com apoio do Ministério de Agricultura, 26 rainhas de *Apis mellifera scutellata*, que foram instaladas em 1956 num apiário experimental da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro (estado de São Paulo). Por acidente, cerca de um ano depois enxames de abelhas africanas com suas respectivas rainhas escaparam e cruzaram com as abelhas melíferas européias que aqui viviam. Com isso, surgiram populações polí-híbridas denominadas africanizadas, com predominância de características genéticas das abelhas africanas, tais como a grande capacidade de enxamear e rusticidade (Kerr, 1976). Apesar dos numerosos acidentes (inclusive elevado número de óbitos de humanos e animais domésticos) causados no início pela defensividade derivada da abelha africana, no médio prazo, a hibridação acabou sendo muito benéfica. As abelhas africanizadas foram tornando-se menos defensivas e os apicultores foram se adaptando a práticas mais modernas de seu manejo e produção de mel (De Jong, 1996). Com o tempo, verificou-se que os híbridos africanizados apresentavam produtividade maior que as linhagens europeias, além de resistir bem às condições climáticas do Brasil e às doenças. Em 2009, o Brasil conquistou a quarta posição entre os maiores exportadores de mel. A abelha africanizada é resistente ao ataque do ácaro *Varroa destructor*, um dos mais importantes parasitas de abelhas. A principal razão da alta apreciação internacional da própolis brasileira se deve ao fato de ela ser orgânica: apicultores no Brasil não precisam usar acaricidas, o que é impossível nas regiões temperadas, onde a própolis é produzida com abelhas europeias susceptíveis ao ácaro.

Atualmente, todas as abelhas *A. mellifera* no Brasil são africanizadas. Seu espectro de vôo abrange um raio de cerca de 4-5 km em torno da colmeia, de onde as operárias coletam pólen e néctar para alimentação, além de resina para elaboração de própolis. Em todo o mundo, *A. mellifera* é uma espécie importante para a polinização de plantas nativas e agrícolas. Atualmente, no Brasil e muitos outros países se observa drástica redução no número de abelhas, que morrem por diversas causas, entre elas o emprego de inseticidas. Isso é motivo de preocupação, não apenas pelos prejuízos causados à apicultura, mas também porque a falta de abelhas pode influir na polinização de plantas cultivadas e em sua produtividade.

As abelhas sem ferrão pertencem à subfamília Meliponinae, que se situa na família Apidae, à qual pertence também *A. mellifera*. Os meliponíneos são, portanto, filogeneticamente próximos às abelhas europeias e africanizadas. São insetos eussociais amplamente distribuídos em regiões tropicais e subtropicais. Mais de 600 espécies de meliponíneos, correspondentes a 61 gêneros, foram registrados em regiões tropicais da África, Sudeste Asiático, Norte da Oceania e Américas (Hrncir et al., 2016). Mais de 200 espécies, de 29 gêneros, estão distribuídas por todo o Brasil, 89 delas endêmicas no país (Pedro, 2014). Os gêneros com maior número de espécies conhecidas são: *Melipona*, *Plebeia*, *Scaptotrigona*, *Trigona* e *Trigonisca* (Lavinias et al., 2019). Abelhas nativas também desempenham papel importante na polinização. Estima-se que 40–90% das espécies de plantas nativas ou cultivadas nos trópicos são polinizadas por elas. Distinguem-se de *A. mellifera* em vários aspectos, como tamanho da colônia, biologia de nidificação, compostura em favo de cria, produção de abelhas rainhas, estratégia de estocagem e mecanismos de recrutamento de abelhas. No entanto, também produzem cera, própolis ou geoprópolis, mel e pólen (Salatino et al., 2019).

### **3. PRÓPOLIS VERDE DA CAATINGA**

O semiárido brasileiro é uma das regiões brasileiras com graves problemas sócio-econômicos, devido principalmente aos longos períodos de estiagem. A produção de própolis no Brasil tem o potencial de trazer benefícios que podem melhorar o perfil de produção das regiões, trazendo capital e gerando empregos. Foi o que aconteceu no litoral de Alagoas, mediante esforços para incrementar a produção de própolis vermelha, atualmente o segundo mais importante tipo de própolis brasileira, com mercado no

país e no exterior. Desde 2006, ex-catadores de caranguejos, pescadores e artesões locais vêm se dedicando à produção de própolis, caracterizando uma notável mudança no perfil sócio-econômico da região (Araújo et al., 2017). O sucesso conseguido em Alagoas estimulou apicultores de outras regiões do litoral nordestino. Atualmente, a própolis vermelha é produzida também no litoral da Bahia, Sergipe, Pernambuco, Alagoas e Rio Grande do Norte.

O Ministério da Agricultura estimula e regulamenta a atividade apícola, inclusive a produção de própolis. São estabelecidas normas que preconizam limites para fixação de identidade e qualidade da própolis, por meio da Instrução Normativa nº 3, de 19 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001). Os produtos que contêm própolis e que apresentem indicações terapêuticas podem ser registrados como medicamentos específicos segundo a Resolução-RDC nº 132, de 29 de maio de 2003, D.O.U. de 02/10/2003, sendo classificados como opoterápicos (Brasil, 2003). A comprovação de segurança e eficácia segue a nota da Câmara Técnica de Medicamentos Fitoterápicos (CATEF, 2005).

No Rio Grande do Norte (RN), a apicultura é praticada não apenas no litoral, mas também na região do sertão semiárido, dominado pelo ecossistema caatinga. Os apicultores do RN dividem-se entre os que utilizam abelhas africanizadas, os que criam meliponíneos e os que trabalham com abelhas dos dois grupos. A apicultura na caatinga é beneficiada pela existência na vegetação de árvores de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), que se mantém verde mesmo na estiagem e fornece pólen às abelhas locais.

A própolis produzida na caatinga, tanto por abelhas africanizadas, como por meliponíneos, tem coloração verde. Apesar da semelhança de coloração com a bem conhecida própolis verde do sudeste brasileiro, a própolis da caatinga certamente possui composição bem distinta, uma vez que o semiárido não é hábitat adequado para plantas de alecrim-do-campo (fonte de resina para a própolis verde do sudeste).

Por essa razão, foram realizadas pesquisas para determinação da atividade antioxidante (sequestradora de radicais livres) e composição química de amostras de própolis verde produzida por abelhas africanizadas (Ferreira et al., 2017a) e também por uma linhagem de meliponíneo, a abelha *Scaptotrigona aff. depillis* (mandaguari; Ferreira et al., 2017b, 2018, 2019). Devido à dominância de árvores de jurema-preta na região, e também ao seu reconhecido papel como provedora de pólen para as abelhas locais, o trabalho objetivou também testar a hipótese de que essas árvores sejam fontes de resina para a produção de própolis das abelhas africanizadas e dos meliponíneos.

### Coleta de material – Amostras de própolis e ápices vegetativos de jurema-preta

Duas amostras de própolis verde foram coletadas de apiários localizados na região de caatinga do Rio Grande do Norte. Uma delas foi obtida de colmeias do meliponíneo *Scaptotrigona aff. depillis*, no município de Mossoró (05° 11' 16" S 37° 20' 38" W) em janeiro de 2014. A outra amostra foi obtida de colmeias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.), no município de Afonso Bezerra (5° 29' 45.7" S; 36° 31' 10.3" W) em fevereiro do mesmo ano. Na área de caatinga desse último município foram coletados ápices vegetativos e amostras de espécimes floridos de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (jurema-preta; Leguminosae, Mimosoideae). A espécie foi identificada pelo Prof. Dr. Luciano Paganucci de Queiroz (Univ. Estad. Feira de Santana). Das duas amostras de própolis e dos ápices vegetativos de jurema preta foram preparados extratos etanólicos. Detalhes experimentais são descritos em Ferreira et al. (2017a), no que se refere à própolis de *A. mellifera* e ápices vegetativos de jurema-preta, e em Ferreira et al. (2017b, 2018), no que concerne à própolis de *S. aff. depillis*.

### Análises químicas

Detalhes sobre os procedimentos realizados nas análises químicas são apresentados em Ferreira et al. (2017a, b, 2018).

Entre os parâmetros previstos na Instrução Normativa nº 3 do Ministério da Agricultura (Brasil, 2001), constam sólidos solúveis totais, substâncias fenólicas totais e flavonoides totais. As análises foram realizadas por meio de métodos espectrofotométricos, usando os extratos etanólicos das duas amostras de própolis.

Extratos etanólicos das duas amostras de própolis e também de ápices vegetativos de jurema-preta foram analisados por cromatografia líquida com detector de arranjo de diodos, acoplado a espectrometria de massas em *tandem*, mediante ionização por *electrospray* (CLAE-DAD-ESI-EM/EM).

## 4. RESULTADOS DISCUSSÃO

### Parâmetros de qualidade

Na Tabela 1, são apresentados resultados obtidos por análises espectrofotométricas sobre parâmetros previstos pelo RTIQP (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de extrato de Própolis, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (Brasil, 2001), sobre características físicas e químicas de própolis produzidas no Brasil. Segundo essas normas, a própolis deve conter, no mínimo, 35% (350 g kg<sup>-1</sup>) de sólidos solúveis, 5% (50 g kg<sup>-1</sup>) de substâncias fenólicas e 0,5% (5 g kg<sup>-1</sup>) de flavonoides (<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/60/normas.htm>; acessado em 25/11/2020).

Tabela 1: Parâmetros químicos (% m/m) de própolis verdes, uma de abelhas africanizada (*Apis mellifera* L.) e outra de meliponíneo (*Scaptotrigona* aff. *depillis*), ambas da caatinga do estado do Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil) (Ferreira et al., 2017a), em comparação com valores limites do RTIQP\*.

Tipo de resina	Sólidos solúveis	Fenóis totais	Flavonoides totais
<i>Scaptotrigona</i> aff. <i>depillis</i>	55	11,15 ± 0,54	9,85 ± 0,86
<i>Apis mellifera</i> .	53	13,7 ± 0,32	11,7 ± 0,14
RTIQP*	Mínimo 35	Mínimo 5	Mínimo 0,5

\* Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Própolis

Os resultados da Tabela 1 revelam que os valores estão bem acima dos limites mínimos preconizados pelo RTIQP (Tabela 1). Os parâmetros referentes a abelhas africanizadas são superiores aos de *S. aff. depillis*. Mas as duas amostras de própolis verde da caatinga possuem teores de substâncias fenólicas superiores aos valores encontrados na própolis verde de alecrim-do-campo, a mais comercializada própolis brasileira. Woisky e Salatino (1998) analisaram várias amostras de própolis de alecrim-do-campo e encontraram valores de fenóis totais e flavonoides na faixa de 8,8-12,6% e 0,8-2,7%, respectivamente. Estas observações indicam que a própolis verde da caatinga tem composição química que permite antever perspectivas otimistas quanto às suas atividades biológicas.

Comparando os teores de fenóis totais e de flavonoides da Tabela 1, conclui-se que a maior parte das substâncias fenólicas das duas amostras de própolis corresponde a flavonoides: 88% e 85%, nos casos da própolis de *S. aff. depillis* e *A. mellifera*, respectivamente. Essa é outra característica distintiva entre a própolis verde da caatinga e a própolis verde de alecrim-do-campo. A maior parte das substâncias fenólicas da própolis de alecrim-do-campo corresponde a fenilpropanoides prenilados, flavonoides figurando como componentes minoritários (Teixeira et al., 2005).

### Perfil químico

O perfil de composição fenólica das amostras de própolis de abelhas africanizadas e de *S. aff. depillis* da caatinga pode ser depreendido pelos resultados apresentados na Tabela 2, com a lista de substâncias identificadas por meio de análise por CLAE-DAD-ESI-EM/EM dos componentes dos extratos etanólicos das amostras. São apresentados também os componentes detectados no extrato do ápice vegetativo de jurema-preta.

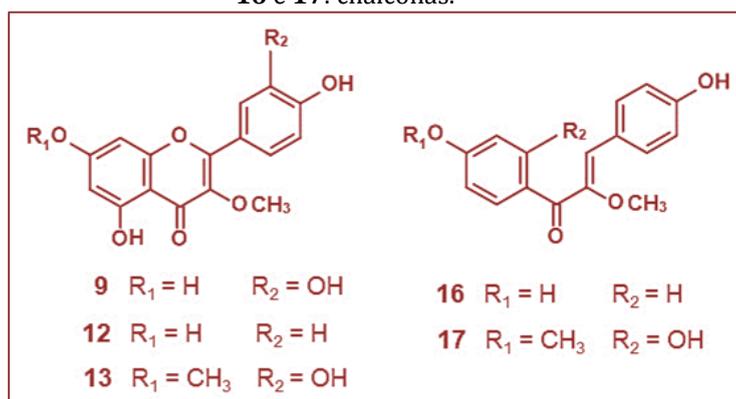
Os perfis químicos observados na Tabela 2 das duas amostras são coerentes com os resultados da Tabela 1: os principais compostos fenólicos das amostras correspondem a flavonoides. Apenas o composto **1** não é flavonoide (trata-se de um fenilpropanoide). Na composição das duas amostras há uma grande predominância de flavonóis (compostos **2, 3, 5-9, 12-15, 18-20**). O segundo grupo importante de flavonoides nas duas amostras são as chalconas (compostos **7, 10, 16, 17 e 21**). Flavonas são componentes minoritários das amostras analisadas, com um único composto caracterizado nas análises (composto **3**, Tabela 2). Trata-se de violantina, um di-C-glicosídeo de apigenina.

Tabela 2. Distribuição de constituintes dos extratos etanólicos de própolis da caatinga do Rio Grande do Norte, obtidas de colônias de *Apis mellifera*, *Scaptotrigona* aff. *depillis* e de extrato etanólico de ápices de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*).

Composto	Caracterização proposta	<i>Apis</i>	<i>Scaptotrigona</i>	<i>M. tenuiflora</i>
1	Ácido trihidroxi-diidro cinâmico	+	-	+
2	Malonilgalato de tetrahidroxi-flavonol	+	-	+
3	Violantina	+	-	+
4	Miricetina-3- <i>O</i> -ramnosídeo	+	-	+
5	Galato de isoramnetina-3- <i>O</i> -glucosídeo	+	-	+
6	Prenil-tetrahidroxi-flavonol	+	-	+
7	Dihidroxi-metoxi-chalcona	+	+	+
8	Quercetina	+	+	+
9	Éter metílico de quercetina	+	+	+
10	Trihidroxi-dimetoxi-chalcona	+	+	+
11	Dihidroxi-metoxi-flavonona	+	-	+
12	Éter metílico de kaempferol	+	+	+
13	Éter dimetílico de quercetina	+	+	+
14	Éter dimetílico de kaempferol	+	+	+
15	Éter dimetílico de quercetina	+	-	+
16	Dihidroxi-metoxi-chalcona	+	+	+
17	Dihidroxi-dimetoxi-chalcona	+	+	+
18	Dihidroxi-trimetoxi-flavonol	+	+	+
19	Kaempferol	-	+	-
20	Dihidroxi-dimetoxi-flavonol	-	+	-
21	Hidroxi-trimetoxi-chalcona	-	+	-

Na Figura 5 são apresentadas estruturas compatíveis com os resultados de caracterização por CLA-DAD-ESI-EM/EM de éteres metílicos de flavonóis e chalconas, todos atuando como componentes majoritários de ambos os tipos de própolis analisados e de extratos de ápices vegetativos de jurema-preta (Figura 6).

Figura 5. Estruturas propostas para componentes majoritários de extratos de própolis verde da caatinga do Rio Grande do Norte e ápices vegetativos de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*). Os números atribuídos às substâncias correspondem a substâncias listadas na Tabela 2. **9, 12 e 13**: éteres metílicos de flavonóis; **16 e 17**: chalconas.



#### - Origem botânica

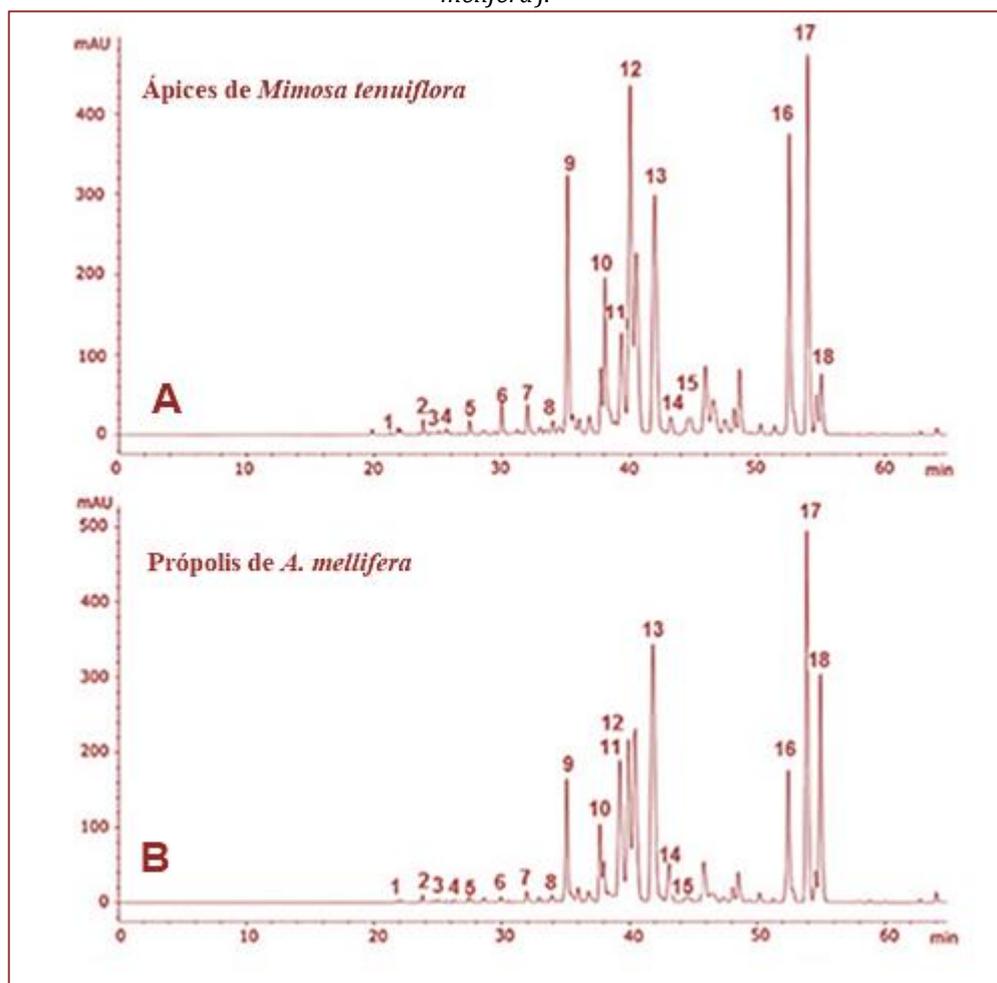
A hipótese de que jurema-preta seja fonte de resina para a produção de própolis verde da caatinga é apoiada pelos resultados de análise comparada dos extratos de ambas as própolis e do extrato de ápices vegetativos de jurema-preta (Tabela 2).

Todos os compostos **1-18**, detectados no extrato da própolis de abelhas africanizadas, foram detectados também no extrato de ápices vegetativos de jurema-preta. Os compostos **1-6**, **11** e **15** não foram detectados no extrato da própolis de *S. aff. depillis*; os compostos **19-21**, detectados em própolis do meliponíneo, não foram detectados na própolis das abelhas africanizadas, nem nos ápices de jurema-preta. Os resultados sugerem que jurema-preta seja virtualmente a única fonte de resina para a própolis

de abelhas africanizadas. Sugerem também que jurema-preta seja importante fonte de resina para a própolis de *S. aff. depillis*, embora alguma outra planta também colabore como provedora de resina.

Na Figura 6 são apresentados os cromatogramas por CLAE-DAD dos extratos da própolis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e de ápices vegetativos de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*). Picos correspondentes aos compostos **1-18** são visíveis nos dois cromatogramas. A diferença entre eles restringe-se à abundância relativa dos constituintes em um ou outro extrato (Figura 6). Chalconas (**7, 10, 16, 17 e 21**; Tabela 2, Figuras 5 e 6) são substâncias precursoras na biossíntese de outras classes de flavonoides. Raramente acumulam-se nos tecidos vegetais, exceto em algumas famílias, como Leguminosae. A presença de chalconas em própolis é indício de que a origem da resina da própolis seja uma espécie dessa família de plantas. Em própolis brasileiras, chalconas foram detectadas em alguns tipos de própolis, como a vermelha de Alagoas (Righi et al., 2011) e uma própolis de Salitre (Ceará; Fernandes-Silva et al., 2019). Pesquisas têm revelado que chalconas exercem atividades biológicas tais como antioxidante, antibacteriana, antifúngica, citotóxica, antitumoral e quimiopreventiva (Ni et al., 2004).

Figura 6. Cromatogramas por CLAE-DAD de extratos etanólicos. **A.** Ápices vegetativos de *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta; Leguminosae, Mimosoideae); **B.** Própolis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*).



Estudos histológicos ainda inéditos revelaram a presença de fragmentos de tecido vegetal no resíduo obtido por tratamento de própolis com solventes orgânicos. A análise histológica comparada desses fragmentos, com folíolos de jurema-preta são coerentes com os resultados da análise química: os fragmentos de tecidos vegetais no resíduo de própolis de *A. mellifera* e *S. aff. depillis* apresentam características histológicas comuns a folíolos de *Mimosa tenuiflora*.

O comportamento das abelhas africanizadas que produzem própolis verde de alecrim-do-campo inclui o corte de tecidos de gemas apicais, sua fragmentação e manipulação pelas abelhas, mediante tratamento

com a saliva e mistura com cera produzida pelas glândulas do inseto (Teixeira et al., 2005). Trata-se de tecidos vegetais jovens e tenros, que possibilitam o corte e fragmentação pelas mandíbulas de *Apis mellifera*. Comparadas com mandíbulas de outros grupos de insetos, como formigas cortadeiras, gafanhotos e muitos coleópteros, as mandíbulas de *A. mellifera* são pequenas e frágeis. Por essa razão, são poucas as espécies de plantas que apresentam material tenro o suficiente para ser cortado e fragmentado por operárias de abelhas melíferas (Salatino; Salatino, 2018).

Provavelmente, na caatinga as abelhas cortam, fragmentam e manipulam tecidos tenros de gemas e folíolos jovens de jurema-preta. Os indivíduos de *M. tenuiflora* (sinon. *M. hostilis*) são árvores com ramos contendo espinhos, folhas bipinadas e inflorescências alvas, congestas, típicas de leguminosas da subfamília Mimosoideae (Figura 7). Ocorre em todo o nordeste brasileiro e outros países das Américas. É resistente à seca, mantendo-se com folhas verdes o ano todo. É importante fonte de pólen para abelhas africanizadas e meliponíneas da região da caatinga. A planta é muito conhecida na região por ser utilizada em rituais religiosos derivados de tradições indígenas e africanas. Da casca de jurema-preta se produz uma bebida, denominada vinho de jurema. No romance “Iracema” de José de Alencar é descrito o uso do vinho de jurema pelos indígenas da região do Ceará. Em todo o Nordeste se conhece a bebida e seu emprego religioso (Ferreira et al., 2019). A bebida tem efeito psicotrópico, causado por um metabólito secundário derivado de triptofano, a *N,N*-dimetil-triptamina. A substância não foi detectada nos extratos de própolis, nem dos ápices vegetativos; provavelmente não é produzida nas folhas.

Figura 7. Ramo de uma planta de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*; Leguminosae, Mimosoideae), evidenciando seus ápices vegetativos, material coletado por abelhas *A. mellifera* e *S. aff. depillis* para produção de própolis verde do semiárido



Fonte: Própria

### - Atividade antioxidante

Entre os metabólicos secundários de plantas, os flavonoides se destacam pela alta atividade antioxidante, da qual derivam outras atividades biológicas que justificam o prestígio dessa categoria de substâncias como protetoras da biologia celular de humanos e outros animais. As duas amostras de própolis analisadas possuem perfil químico com elevada proporção de flavonoides (Tabela 2; Ferreira et al., 2017a, 2017b, 2019). Com base nesse perfil, espera-se que as duas amostras de própolis apresentem elevada atividade antioxidante, pois comumente se observa alta correlação entre os dois parâmetros (Cottica, 2011). Para essa avaliação, selecionou-se o método do DPPH, que é o mais difundido em análises de própolis e de alimentos. Ele avalia a capacidade da amostra de reduzir o radical livre estável DPPH (1,1-difenil-picril-hidrazila), ou seja, a sua capacidade sequestradora de radicais livres.

Nos ensaios, normalmente avalia-se a concentração do extrato que sequestra 50% das moléculas de DPPH em solução alcoólica, um parâmetro que é denominado  $EC_{50}$  (*effective concentration 50%*). Quanto menor o valor de  $EC_{50}$ , maior a capacidade antioxidante da amostra analisada. Para efeito de comparação, comumente se faz o ensaio em paralelo com um controle positivo, representado por uma substância disponível sob forma pura no comércio, com elevada eficácia antioxidante, como a quercetina ou o trolox (Cottica et al., 2011). No caso das própolis da caatinga, usou-se uma solução de quercetina.

Tabela 3: Atividade sequestradora de radicais DPPH ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) de soluções metanólicas de extratos de dois tipos de própolis verde do semiárido brasileiro da caatinga do estado do Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil), em comparação com a quercetina.

Tipo de resina	$EC_{50}$
<i>Scaptotrigona aff. depillis</i>	74.1 ± 0.5
<i>Apis mellifera</i>	56.2 ± 0.4
Quercetina	7.4 ± 0.1

Os valores de  $EC_{50}$  relativos à atividade antioxidante das duas amostras de própolis são verificados na Tabela 2, juntamente com os valores da solução de quercetina. Os valores observados revelam que as duas amostras apresentam elevada capacidade antioxidante, correspondendo a aproximadamente 13% (*A. mellifera*) e 10% (*S. aff. depillis*) da atividade da quercetina. Proporções próximas a essas foram relatadas por Cottica et al. (2011) referentes à própolis verde de alecrim-do-campo, em comparação com trolox. A capacidade sequestradora de radicais livres da própolis verde da caatinga de *A. mellifera* é superior à da própolis de *Scaptotrigona aff. depillis*, um resultado que é coerente com resultados da Tabela 1, que revelam teores superiores de fenóis e flavonoides totais da própolis de *A. mellifera*.

## 4. CONCLUSÕES

Ao longo de quase toda a história da apicultura brasileira, a própolis foi um produto negligenciado, visto até como um empecilho no esforço para a produção de mel. A própolis passou a ser vista como um produto relevante dos apiários em época relativamente recente.

Os resultados do presente artigo revelam que a própolis verde de jurema-preta produzida no estado do Rio Grande do Norte apresenta composição que não apenas atende às normas brasileiras de comercialização de própolis, como também possui um perfil químico que prenuncia amplas possibilidades de integrar o grupo de própolis brasileiras com possibilidades de comercialização em larga escala.

Os resultados aqui apresentados devem ser vistos como um estímulo para que esse tipo de própolis possa contribuir como fonte de renda para a região do semiárido brasileiro, por meio do incremento da atividade apícola no nordeste brasileiro. Além das possibilidades de melhorias sócio-econômicas da região, essas transformações contribuiriam para a preservação do ecossistema da caatinga, por estimular a reprodução de espécies de abelhas nativas e a polinização da flora local. As informações aqui disponibilizadas abrem a possibilidade de proporcionar aos agricultores e pecuaristas uma alternativa de controle natural de doenças de plantas e animais e redução no uso de defensivos químicos.

Na condição de um dos maiores produtores de própolis, o Brasil ainda carece de pesquisas que possibilitem traçar um quadro amplo da diversidade de tipos de própolis, suas fontes botânicas, atividades biológicas e usos terapêuticos. Nada sabemos ainda sobre o espectro de atividades biológicas da própolis verde de jurema-preta e o seu campo de aplicação medicinal. Trata-se de pesquisas necessárias para atender às expectativas de um mercado de própolis cada vez mais amplo e mais exigente em todo o mundo.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPESP por recursos utilizados na obtenção de resultados apresentados no presente artigo (projetos 2013/070308-0 e 2013/21813-0). AS é bolsista de produtividade sênior do CNPq.

**REFERÊNCIAS**

- [1] ARAÚJO, V.J.M., LUSTOSA, M.C.J., SILVA, J.S. Geração de negócios inovadores por meio da interação universidade-empresa em regiões periféricas. ALTEC 2017, XVII Congresso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica; Disponível em: <[http://altec2017.org/pdfs/ALTEC\\_2017\\_paper\\_440.pdf](http://altec2017.org/pdfs/ALTEC_2017_paper_440.pdf)>. Acesso realizado em 24/11/2020.
- [2] BERTRAMS, J., MÜLLER, M.B., KUNZ, N. 2013. Phenolic compounds as marker compounds for botanical origin of German propolis samples based on TLC and TLC-MS. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, v. 86, 143-153, 2013.
- [3] BRASIL. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Própolis, *Portaria n. 3, Instrução Normativa n. 3, 19/01/2001*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2001.
- [4] BRASIL. Resolução - RDC Nº 132, de 29 de maio de 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2003.
- [5] BURDOCK, G.A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food and Chemical Toxicology*, v. 36, p. 347-363, 1998.
- [6] CATEF 2005. Câmara Técnica de Medicamentos Fitoterápicos. Nota Técnica sobre o Registro de Produtos Contendo Própolis 2005. Disponível em <E:\Própolis\Anvisa - Instituição - Câmaras Técnicas - Câmara Técnica de Medicamentos Fitoterápicos - CATEF.htm> Acesso realizado em: 26/11/2020.
- [7] COELHO, G.R., MENDONÇA, R.Z., VILAR, K.S., FIGUEIREDO, C.A., BADARI, J.C., TANIWAKI, N., NAMİYAMA, G., OLIVEIRA, M.K., CURTI, S.P., SILVA, P.E., NEGRI, G. Antiviral action of hidromethanolic extract of geopropolis from *Scaptotrigona postica* against antihherpes simplex virus (HSV-1). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*; doi:10.1155/2015/296086, 2015.
- [8] COTTICA, S.M., SAWAYA, A.C.H., EBERLIN, M.N., FRANCO, S.L., ZEOULA, L.M., VISENTAINER, J.V. Antioxidant activity and composition of propolis obtained by different methods of extraction. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 22, 999-935, 2011.
- [9] CUESTA-RUBIO, O., FRONTANA-URIBE, B., RAMÍREZ-APAN, T., CÁRDENAS, J. Polyisoprenylated benzophenones in Cuban propolis; biological activity of nemorosone. *Zeitschrift für Naturforschung* 57c, 372-378, 2001.
- [10] DE JONG, D. Africanized honeybees in Brazil, forty years of adaptation and success. *Bee World*, v. 77, 67-70, 1996.
- [11] DIETRICH, K. The analysis of beeswax in its several stages of formation and concerning the bee resin (propolis). *Pharmazeutische Post*, vol. 40, p. 369, 1908. (Em alemão).
- [12] FERNANDES-DA-SILVA, C.C., SALATINO, A., MOTTA, L.B., NEGRI, G., SALATINO, M.L.F. Chemical characterization, antioxidant and anti-HIV activities of a Brazilian propolis from Ceará state. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 29, p. 309-318, 2019.
- [13] FERREIRA J. M., FERNANDES-SILVA, C. C., NEGRI G., MESSAGE, D., SALATINO, A. New propolis type from north-east Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 97, n. 11, p. 3552-3558, 2017a.
- [14] FERREIRA, J.M., FERNANDES-SILVA, C.C., SALATINO, A., MESSAGE, D., NEGRI, G. Antioxidant activity of a geopropolis from northeast Brazil: chemical characterization and likely botanical origin. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*; doi: 10.1155/2017/4024721.4024721, 2017b.
- [15] FERREIRA J. M., FERNANDES-SILVA, C. C., SALATINO, A., MESSAGE, D., NEGRI, G. Corrigendum to "Antioxidant activity of a geopropolis from Northeast Brazil: chemical characterization and likely botanical origin". *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*; doi: 10.1155/s2018/7084284, 2018.
- [16] FERREIRA, J.M., FERNANDES-SILVA, C.C., NEGRI, G., GRAMACHO, K.P., CAMACHO, R.G.V., ARRUDA, E.C.P., MESSAGE, D., SALATINO, A. Própolis e geoprópolis derivadas de jurema-preta. *Mensagem Doce* v. 147, 6-11, 2019.
- [17] GHISALBERTI, E.L. Propolis: a review. *Bee World*, v. 60, 59-84, 1979.
- [18] HELFENBERG, K.D. The analysis of beeswax propolis. *Chemikerzeitung*, vol. 31, 987-988, 1908. (Em alemão).

- [19] HRNCIR, M., JARAU, S., BARTH, F.G. Stingless bees (Meliponini): senses and behavior. *Journal of Comparative Physiology*, v. 201, 597-601, 2016.
- [20] ISHIDA, V.F.C., NEGRI, G., SALATINO, A., BANDEIRA, M.F.C.L. A new type of Brazilian propolis: prenylated benzophenones in própolis from Amazon and effects against cariogenic bacteria. *Food Chemistry*, n. 125, 966-972, 2011.
- [21] KERR, W.E. The history of the introduction of African bees to Brazil. *South African Bee Journal*, v. 39, 4-5, 1976.
- [22] KRITSKY, G. *The Tears of Re: Beekeeping in Ancient Egypt*. Oxford University Press, Nova York, 160 p., 2015.
- [23] KUMAZAWA, S., NAKAMURA, J., MURASE, M., MIYAGAWA, M., MOK-RYEON, A., FUKUMOTO, S. Plant origin of Okinawan propolis: honeybee behavior observation and phytochemical analysis. *Naturwissenschaften*, n. 95, 781-786, 2008.
- [24] LAVINAS, F.C., MACEDO, E.H.B.C., SÁ, G.B.L., AMARAL, A.C.F., SILVA, J.R.A., AZEVEDO, M.M.B., VIEIRA, B.A., DOMINGOS, T.F.S., VERMELHO.A.B., CARNEIRO, C.S., RODRIGUES, I.A. Brazilian stingless bee propolis and geopropolis: promising sources of biologically active compounds. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 29, 389-399, 2019.
- [25] MIORIN, P.L., LEVY Jr., N.C., CUSTODIO, A.R., BRETZ, W.A., MARCUCCI, M.C. Antibacterial activity of honey and propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology*, v. 95, 913-920, 2003.
- [26] NI, L.M., MENG, D.Q., SIKORSKI, J.A. Recent advances in therapeutic chalcones. *Expert Opinions and Therapeutic Patents*, v. 14, 1669-1691, 2004.
- [27] PEREIRA, D.S., FREITAS, C.I.A., FREITAS, M.O., MARACAJÁ, P.B., da SILVA, J.B.A., da SILVA, R.A., da SILVEIRA, D.C. Histórico e principais usos da própolis apícola. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 11, 1-21, 2015.
- [28] PEDRO, S.R.M. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, v. 61, 348-354, 2014.
- [29] PAVLOVIC, R., BORGONOVO, G., LEONI, V., GIUPPONI, L., CECILIANI, G., SALA, S., BASSOLI, A., GIORGI, A. Effectiveness of different analytical methods for the characterization of propolis: a case study in Northern Italy. *Molecules*, v. 25; doi: 10.3390/molecules25030504, 2020.
- [30] POPOVA, M., TRUSHEVA, B., BANKOVA, V. Propolis of stingless bees: a phytochemist's guide through the jungle of tropical biodiversity. *Phytomedicine*; doi: 10.1016/j.phytomedicine.2019;153098, 2019.
- [31] POPOVA, M.P., GRAIKOU, K., CHINO, I., BANKOVA, V.S. GC-MS profiling of diterpene compounds in Mediterranean propolis from Greece. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n.3, p. 3167-3176, 2010.
- [32] RIGHI, A.A., NEGRI, G., SALATINO, A. Comparative chemistry of propolis from eight Brazilian localities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*; doi: 10.1155/2013/267878, 2013.
- [33] RIGHI, A.A., THIAGO, R.A., NEGRI, G., MARQUES, L.M., BREYER, H., SALATINO, A. Brazilian red propolis: unreported substances, antioxidant and antimicrobial activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 91 p. 2363-2370, 2011.
- [34] SALATINO, A., FERNANDES-SILVA, C.C., RIGHI, A.A., SALATINO, M.L.F. Propolis research and the chemistry of plant products. *Natural Product Reports*, v. 28, 925-936, 2011.
- [35] SALATINO, A., PEREIRA, L.R., SALATINO, M.L.F. The emerging market of propolis of stingless bees in tropical countries. *MOJ Food Processing & Technology*, vol. 7, 27-29, 2019.
- [36] SALATINO, A., SALATINO, M.L.F. Why do honeybees exploit so few plant species as propolis sources? *MOJ Food Processing & Technology*, v. 4; doi: 10.15406/mojfpt.2017.04.00107, 2018.
- [37] SANTOS, D.C. dos, DAVID, J.M., DAVID, J.P. Chemical composition, cytotoxic activity antioxidant of a propolis type from Bahia. *Química Nova*, v. 40, 171-175, 2017.
- [38] SILVA, B.B., ROSALEN, P.L., CURY, J.A., IKEGAKI, M., SOUZA, V.C., ESTEVES, A., ALENCAR, S.M. Chemical composition and botanical origin of red propolis, a new type of Brazilian propolis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v.5, p. 313-316, 2008.
- [39] TAZAWA, S., ARAI, T., HOTTA, S., MITSUI, T., NOZAKI, H., ICHIHARA, K. Discovery of a novel diterpene in brown propolis from the state of Paraná, Brazil. *Natural Products Communication*, v. 11, 201-205, 2016.
- [40] TEIXEIRA, E.W., NEGRI, G., MEIRA, R.M.S.A., MESSAGE, D., SALATINO, A. Plant origin of green propolis: bee behavior, plant anatomy and chemistry. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* v. 2, p. 85-92, 2005.
- [41] TOMÁS-BARBERÁN, F.A., GARCÍA-VIGUERA, C., VIT-OLIVER, P., FERRERES F., TOMÁS-LORENTE, F. Phytochemical evidence for the botanical origin of tropical propolis from Venezuela. *Phytochemistry*, n. 34, 191-196. 1993.

[42] TRAYNOR, K. Resenha do livro “The Tears of Re: Beekeeping in Ancient Egypt”. *American Entomologist*; doi: 10.1093/ae/tmw069, 2016.

[43] WOISKY, R.G., SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, v. 37, p. 99-105, 1998.

# Capítulo 11

## *Morfometria e índices zoométricos de ovinos da raça Morada Nova submetidos a diferentes estratégias de alimentação*

*Francisco da Costa Rodrigues Terceiro*

*Elissimone Silva dos Santos*

*Breno Noronha Rodrigues*

*Francielle Gurgel de Castro Alves*

*Jesane Alves de Lucena*

**Resumo:** Diferentes sistemas podem ser utilizados para caracterizar os aspectos quantitativos e qualitativos da carne, dentre eles a avaliação de carcaça pós-abate. Dentre as avaliações, poucas pesquisas envolvem o padrão zoométrico e a morfometria, características de crescimento e desenvolvimento ponderal fundamentais para o controle zootécnico, além de fácil aplicação e baixo custo de investimento na sua efetivação. Neste trabalho, objetivou-se determinar as características morfométricas e índices zootécnicos em 8 ovinos deslanados, machos e não castrados, no município de Mossoró-RN-, no período de outubro a dezembro de 2017. As características estudadas foram a altura de cernelha (AC), comprimento de corpo (CC), altura de garupa (AG), comprimento de garupa (CG), largura de garupa (LG), circunferência torácica (CT), largura de ílio (LILs), largura de ísquio (LISq) e altura de pata (AP). As medidas foram realizadas com auxílio de fita métrica e bastão zoométrico adaptado. Observou-se que os animais alocados em gaiolas individuais apresentaram as maiores médias em todas as características analisadas com exceção da altura de garupa (AG) e largura de garupa (LG). Os coeficientes de variação foram menores para a maioria das medidas corporais e próximos a 10%, indicando que há um grau de variação fenotípica entre os indivíduos que foram avaliados.

**Palavras-chave:** carne. desempenho. medidas corporais.

## 1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura no semiárido nordestino caracteriza-se como uma atividade de relevância social e cultural, proporcionando alimentação de alto valor proteico e garantindo o desenvolvimento da cadeia produtiva de carne na região, o que favorece a permanência de pequenos produtores no campo (Facó et al, 2008). O mesmo autor referencia a raça Morada Nova como uma das principais raças naturalizadas de ovinos deslanados do Nordeste do Brasil, constituída de animais adaptados às condições edafoclimáticas da região semiárida e representantes de elevado valor econômico para as condições de produção no semiárido nordestino.

De acordo com Morais (2011), esta raça apresenta elevadas taxa de fertilidade e precocidade reprodutiva mesmo sob condições pouco favoráveis, com baixa pluviosidade e escassez de alimentos. Facó et al (2008) avaliou estes animais através de um teste de desempenho individual de reprodutores de ovinos da raça Morada Nova e observou ganho de peso médio diário destes animais em 0,159 kg/dia, variando de 0,094 a 0,225 kg.

O estudo de carcaças é uma avaliação de parâmetros relacionados com medidas objetivas e subjetivas e deve estar ligado aos aspectos e atributos inerentes as características da carcaça (SANTOS & PEREZ, 2000). Pinheiro & Jorge (2010) correlacionaram as medidas morfométricas com o peso vivo e medidas de carcaça, podendo ser utilizado na seleção dos animais.

A morfometria é importante para a caracterização da raça, sendo fundamental na definição do porte e aptidão produtiva dos indivíduos avaliados (JUCÁ et al, 2014). Santana (2001) descreveu a importância da avaliação das medidas corporais para predição do rendimento de carcaça ovina. Desta forma, os índices morfométricos são essenciais para avaliação do desempenho produtivo de ruminantes, visto que está relacionado principalmente ao consumo alimentar, e conseqüentemente do consumo de matéria seca (MS) e de seu percentual energético.

As medidas corporais nos permitem realizar comparações entre tipos raciais, pesos e idade de animais (BARBOSA, 2016). Tais medições, obtidas a partir do animal vivo, são capazes de prever as características produtivas de um animal, além de serem de fácil aplicação e baixo custo de investimento. Dentre medidas importantes, podemos citar: comprimento corporal, altura de cernelha e de garupa, largura torácica e de garupa, perímetro torácico, além de avaliação subjetiva de escore de condição corporal (ECC).

Muitos dos co-produtos ou farelos das oleaginosas, que têm seu óleo utilizado na produção de biodiesel no Brasil, são produzidos e não possuem destinação final definida, entretanto possuem características nutricionais condizentes sua utilização na alimentação animal (AZEVEDO & LIMA, 2001). Dentre esses coprodutos, destacam-se os resíduos do óleo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), ambos com disponibilidade de colheita na Região Nordeste o ano todo. Aliado a isto, Abdalla et al (2008) determinou o percentual proteico desses elementos com média de 35% da MS, com variação de 14 a 60%, o que sugere sua utilização como fonte de proteína para animais.

Já usualmente utilizado e comercializado na alimentação de animais é o farelo de soja (*Glycine max* L), resíduo de óleo utilizado na alimentação humana. Já o farelo de algodão está cada vez mais sendo comercializado como alternativa estratégica nutricional na alimentação de ruminantes, uma vez que favorece o aproveitamento desta fonte de lipídeos por ruminantes, proporcionando, além da disponibilidade de proteína, alta densidade energética em substituição aos carboidratos rapidamente fermentáveis, favorecendo ao processo de fermentação ruminal e digestão da fibra, além de fornecer 2,5 vezes mais conteúdo energético que os carboidratos (CHURCH e DWINGHT, 2002). Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar medidas morfométricas e índices zoométricos de ovinos da raça Morada Nova, submetidos a diferentes estratégias de alimentação.

## 2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Pesquisa de Pequenos Ruminantes (NEPPR), pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, no período de 17 de outubro à 18 de dezembro de 2017. Foram utilizados 8 animais, machos não-castrados da raça Morada Nova, divididos em 2 grupos homogêneos. O primeiro grupo (G1) foi submetido a diferentes estratégias de alimentação, alocados em gaiolas individuais, sombreadas, com comedouro e bebedouro definido e cocho para sal, sendo os animais alternados nas gaiolas a fim de garantir uma rotação no critério da alimentação a cada oito dias. Já o segundo grupo (G2) apresentou

animais alocados em baia coletiva, com comedouro e bebedouro coletivo e cocho para sal, sendo alimentados nas mesmas condições nutricionais que os animais das gaiolas.

A dieta experimental foi controlada, contendo 70% de volumoso (feno) e 30% de concentrado, e ofertada aos animais duas vezes ao dia, pesadas e ajustadas conforme a sobra do dia anterior, de modo a garantir o consumo voluntário dos animais, garantindo o mínimo de 10% mas sobras a cada arraçoamento. O volumoso utilizado foi o feno de tifton e a alimentação concentrada foi distribuída em 5 tratamentos, variando os níveis de inclusão entre as tortas de algodão e de moringa, sendo: tratamento 1 com 30% de torta de algodão; tratamento 2 com 22,5% de torta de algodão+ 7,5 de torta de moringa; tratamento 3 com 15% de torta de algodão + 15% de torta de moringa; e tratamento 4 com 7,5 % de torta de algodão + 22,5 % de torta de moringa.

O desempenho corporal dos animais foi determinado a cada 8 dias. Ao término do período experimental, todos os animais passaram por jejum hídrico e alimentar de 15 horas. Após esse período, foram obtidas às seguintes medidas morfométricas: altura de cernelha (AC), comprimento de corpo (CC), altura de garupa (AG), comprimento de garupa (CG), largura de garupa (LG), circunferência torácica (CT), largura de ílio (LILs), largura de ísquio (LISq) e altura de pata (AP). As medidas foram realizadas com auxílio de fita métrica e bastão zoométrico adaptado.

Para avaliação do índice corporal, foi obtida a relação entre comprimento corporal (CC) e circunferência torácica (CT), onde os animais são classificados como brevilíneos (menores que 85%), mediolíneos (entre 85 e 90%) ou longilíneos (maiores que 90%). Na análise do índice corporal relativo, relacionou-se comprimento corporal (CC) e altura de cernelha (AC), que classifica os animais em pequeno desenvolvimento de pernas (maior que 100%) ou grande desenvolvimento de pernas (menor que 100%). A obtenção do índice de relação perímetro torácico, foi obtida da razão entre circunferência torácica (CT) e altura de cernelha (AC), de modo que valores maiores indicam melhor desenvolvimento torácico.

Foram realizadas análises descritivas dos dados e teste de média em função do grupo e das medidas morfométricas, utilizando o software SISVAR 5.6 por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se na tabela 1 que os animais alocados em gaiolas individuais apresentaram as maiores médias em todas as características analisadas com exceção da altura de garupa (AG) e largura de garupa (LG). Os coeficientes de variação das características avaliadas apresentaram-se entre 1,48 a 8,52 cm, mostrando que os coeficientes para a maioria das medidas corporais foram menores e próximos a 10%, indicando que há um grau de variação fenotípica entre os indivíduos que foram avaliados.

Tabela 1 – Estatística descritiva das medidas morfométricas dos animais avaliados.

Variáveis	Médias		CV%
	Gaiolas individuais	Baia coletiva	
AC	62,75 <sup>a</sup>	61,50 <sup>a</sup>	2,44
CC	60,25 <sup>a</sup>	57,00 <sup>a</sup>	2,28
AG	60,00 <sup>b</sup>	61,50 <sup>b</sup>	2,60
CG	16,75 <sup>b</sup>	15,75 <sup>b</sup>	8,52
LG	13,50 <sup>b</sup>	14,75 <sup>b</sup>	8,05
CT	72,00 <sup>b</sup>	71,75 <sup>b</sup>	1,48
LILs	15,75 <sup>a</sup>	14,75 <sup>a</sup>	3,28
LISs	13,00 <sup>b</sup>	12,50 <sup>b</sup>	5,55
AP	41,00 <sup>b</sup>	40,75 <sup>b</sup>	1,66

AC: altura de cernelha; CC: comprimento de corpo; AG: altura de garupa; CG: comprimento de garupa; LG: largura de garupa; CT: circunferência torácica; LILs: largura de íleos; LISs: largura de ísquios; AP: altura de pata; CV: coeficiente de variação; <sup>a</sup> Significativo; <sup>b</sup> Não significativo;

Correlacionando os grupos quanto estas características (AC) e (AG), de acordo com Pinheiro & Jorge (2010), a proximidade entre os valores médios é indicativo de que os animais apresentam um tamanho corporal homogêneo, o que é importante para determinar com maior acurácia as demais medidas morfométricas *in vivo*.

A medida de comprimento de corpo (CC) é um ótimo indicador de eficiência da dieta utilizada, sendo os animais alocados em gaiolas individuais superior aos animais alocados em baia coletiva tendo como suplementação 30% de concentrado (a base de torta de algodão e moringa). Segundo Aguiar (2008), medidas como altura de cernelha, comprimento corporal, altura de garupa e circunferência torácica, são usados como indicativo de peso corpóreo, rendimento de carcaça, capacidade respiratória e digestiva.

De acordo com Silva et al. (2007), a circunferência torácica do animal se correlaciona diretamente com sua habilidade em ganhar peso, devido a sua maior capacidade respiratória e ingestão de matéria seca. Neste trabalho não se evidenciou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nesta característica, talvez por conta desta ser uma característica ligada à raça.

Largura de fêo e ísquios apresentaram médias de 15,75 e 13,00 para os animais alocados em gaiolas individuais, medidas superiores às encontradas nos animais alocados em baia coletiva, 14,75 e 12,50, respectivamente. Apesar do porte pequeno da raça, os animais Morada Nova, são extremamente eficientes do ponto de vista produtivo assim como reprodutivo. No entanto, estudo de eficiência econômica que seria a forma mais indicada para comparar a viabilidade de um recurso genético frente a outro, é praticamente inexistente (Lima, 2015).

Tabela 2- Médias para os índices zoométricos (%)

Variáveis (cm)	Médias	
	Gaiolas individuais	Baia coletiva
IC	83,68	79,44
ICR	96,01	92,68
IRPT	114,74	116,7

IC: índice corporal; ICR: índice corporal relativo; IRPT: índice de relação de perímetro torácico.

Fonte: Própria

Não foram observadas diferenças significativas nos índices propostos, de forma que ambos os grupos foram caracterizados como brevelíneos quanto ao seu comprimento corporal e de pequeno desenvolvimento de pernas. O maior IRPT demonstrado pelos animais de baia coletiva indica maior desenvolvimento torácico dos mesmos, o que pode caracterizar animais com maior capacidade respiratória, que proporcionaria melhores condições para termorregulação e adaptação desses animais a climas quentes.

## CONCLUSÕES

As medidas morfométricas avaliadas indicaram correlação positiva entre o porte dos animais e as condições distintas de criação, constituindo o manejo de criação um importante fator de variação destas medidas.

Os animais alocados em gaiolas individuais mantiveram medidas morfométricas superiores àqueles em baias coletivas, indicando eficiência da dieta controlada em relação àqueles dispostos em baia coletiva.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODÓI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, p.260-258, 2008.
- [2] AGUIAR, C.S., SANTANA, A.F., SOUZA, E.C.A. et al. Medidas corporais de ovinos da raça Santa Inês de sete a nove meses de idade e suas correlações com a circunferência escrotal. PUBVET, V.2, N.8, Fev, 2008.
- [3] AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (1ªed). O Agronegócio da Mamona no Brasil. Embrapa: Paraíba, 2001. 350p.
- [4] BARBOSA, G. R. Medidas morfométricas e peso corporal de caprinos da raça Canindé no semiárido. 2016. 19 f. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2016.
- [5] CHURCH & DWIGHT C. O. Megalac-r, rumen bypass fat. EFA Alert Research Summary. 28 p. 2002.
- [6] Cunha, M. D. G. G., Carvalho, F. F. R., Vêras, A. S. C., & Batista, A. M. V. (2008). Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(6), 1103-1111.

- [7] FACÓ, Olivardo; PAIVA, Samuel Rezende; ALVES, Leonardo de Rago Nery; LÔBO, Raimundo Nonato Braga; VILLELA, Luciana Cristine Vasques. Raça Morada Nova: Origem, Características e Perspectivas. Sobral: Embrapa Caprinos, 2008. 43p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Documentos, 75).
- [8] JUCÁ, A. F.; FAVERI, J. C.; MELO FILHO, G. M.; RIBEIRO FILHO, A. L.; AZEVEDO, H. C.; MUNIZ, E. N.; PINTO, L. F. B. Performance of the Santa Ines breed raised on pasture in semiarid tropical regions and factors that explain trait variation. *Tropical Animal Health and Production*, v.46, p.5, 2014.
- [9] LIMA, T.B.C. Morfometria de ovinos da raça Morada Nova variedade branca através de análises multivariada. 2015. Monografia (graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró- Reitoria de Graduação, Mossoró-RN, 2015.
- [10] OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O.L. et al. Biodiesel by-productcs used as ruminant feed. *Rev Colomb Cienc Pecu.*, v.25, p.625-638, 2012.
- [11] PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A.M.; YOKOO, M. J.; Correlações entre medidas determinadas *in vivo* por ultrassom e na carcaça de ovelhas de descarte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.5, p.1161-1167, 2010..
- [12] PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M. Medidas biométricas obtidas *in vivo* e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.39, n.2, p.440-445, 2010.
- [13] SANTANA, A. F. Correlação entre peso e medidas corporais em ovinos jovens da raça Santa Inês. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.1, p. 27-30, 2001.
- [14] SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O. Cortes comerciais de cordeiros Santa Inês. In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINO CULTURA, 1., 2000, Lavras, MG. Anais... Lavras: UFLA, p. 149-168. 2000.
- [15] SILVA, N.V.; FRAGA, A.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; CAVALCANTI NETO, C.C.; SILVA, F.L.; COSTA, P.P.S.; LIRA JÚNIOR, W.B. Caracterização Morfométrica de ovinos deslanados Cabugi e Morada Nova. *Revista de Ciências em Produção animal*, 9(1):65-75. 2007.
- [16] SOUSA, W. H.; BRITO, E. A.; MEDEIROS A. N.; CEZAR, M. F.; CUNHA, M. C. G. Características e de carcaça de cabrito e cordeiros terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2009
- [17] TEIXEIRA, D.B; BORGES, L. Efeito do nível de caroço de algodão sobre o consumo e digestibilidade da fração fibrosa do feno de braquiária em ovinos (*Brachiariadecumbes*) em ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. V.57, n. 2, p. 229-233, 2005.

# Capítulo 12

## *Proposta de implementação de área silvipastoril no Cariri Cearense*

*Dyovana Silva Pontes*

*Brisa do Svadeshi Cabral de Melo*

**Resumo:** A produção de alimento para atender ao mercado há muito vem degradando reservas naturais de vida animal e vegetal. Com o intuito de minimizar tamanho impacto sócioambiental, os sistemas de produção que integram atividades extrativistas e conservacionistas à criação de animais, vem sendo desenvolvidos e difundidos em nível mundial. Na região semiárida brasileira organizações de assistência técnica rural, juntamente com instituições de ensino e pesquisa promovem estudos e implementações de áreas de integração lavoura-pecuária-floresta, como os sistemas silvipastoris. Atendendo às recomendadas técnicas de manejo, é possível produzir alimento com o objetivo de regenerar áreas degradadas, cultivando espécies de plantas forrageiras associadas às espécies nativas e madeireiras, culminando em sistemas extrativistas autossustentáveis e, à médio e longo prazo, restabelecendo a teia da vida em áreas ora destruídas pelo modelo convencional de produção de alimento. A adoção dessas práticas traz perspectivas de melhorias não só ambientais, mas na esfera social, visto que restaura serviços ecossistêmicos que beneficiam à todas as espécies, em especial ao homem.

**Palavras-Chave:** Integração, Conservação, Produção

## 1. INTRODUÇÃO

A Caatinga, vegetação dominante no semiárido brasileiro, vem sofrendo intenso processo de degradação, provocado, entre outras causas, pelas atividades agropecuárias e extrativistas má conduzidas. A necessidade de conservar o meio ambiente e seus recursos naturais ocasionou a busca por alternativas. O sistema silvipastoril surge com a finalidade de explorar, de forma integrada, espécies arbustivo-arbóreas e pastagens em uma mesma área física. (CAMPANHA et al., 2011).

A preservação ambiental suscita um grande entendimento mundial de que a busca incessante por novas técnicas de convivência harmônica entre o homem e a natureza é necessária. A atividade pecuária tradicional é uma das atividades econômicas que mais degradam a Caatinga e por isso, garantir a sustentabilidade ambiental dessa prática é fundamental para a recuperação do bioma.

As pesquisas nesse âmbito têm tomado grandes proporções para tornar a pecuária e a agricultura cada vez mais adequadas às leis ambientais devido uma maior importância a temas como sustentabilidade e bem estar animal. Os sistemas integrados de produção, surgem como uma alternativa cada vez mais adotada entre produtores, visando à viabilidade econômica atrelada à biodiversidade na propriedade rural.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas silvipastoris constituem um modelo agroflorestal, que combinam plantas forrageiras, árvores e animais em uma mesma área, por meio da conservação e da manutenção da vegetação previamente existente e pelo plantio ou pela condução da regeneração da vegetação natural, promovendo também a cobertura do solo, que amenizam o intemperismo químico e físico, uma opção tecnológica de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). A aprovação da Lei 708/07 (02/04/2013), que institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) no Brasil, reforça o crescente interesse na utilização de sistemas de produção sustentáveis.

No campo de produções pecuárias, os sistemas silvipastoris vêm sendo adotados como alternativas para recuperação de áreas de pastagens degradadas, ocasionando condições favoráveis aos animais, como conforto térmico, pastejo diversificado e conseqüentemente uma intensificação da produção (Almeida et al., 2014; Alves et al., 2014). Em relação ao gado, o benefício direto é o bem-estar e conforto térmico animal. A presença de árvores (adequadamente dispostas na pastagem) podem proteger os animais contra as adversidades climáticas com reflexo positivo sobre a produtividade e saúde dos animais.

Com isso, o produtor tem a melhoria da imagem do negócio pecuário, o que é uma excelente oportunidade de marketing da forma de produção, atendendo a uma tendência mundial: a dos produtos ambientalmente adequados, socialmente benéficos e economicamente viáveis.

A conservação do solo também é um grande beneficiário desses sistemas. Através da manutenção ou incremento da matéria orgânica, fixação de carbono pela fotossíntese e pela transferência decorrente da queda de folhas/ramos e apodrecimento de raízes velhas, fixação de nitrogênio por árvores leguminosas, observa-se a elevação do teor de nutrientes e das características químicas e físicas do solo.

Minerais extraídos de rochas intemperizadas nas camadas profundas do solo, devido às raízes que induzem um grau de intemperismo, especialmente nas camadas mais profundas (horizontes B e C, acessando "novos" nutrientes); as raízes também reduzem perdas do solo, pela proteção contra erosão, viabilizando a redução das perdas de matéria orgânica e nutrientes (JACOMINE, 1996).

Estudos em trabalhos baseados nessas comprovações, buscaram demonstrar a viabilidade de uso destes sistemas no semiárido brasileiro e destacar o Cariri Cearense como potencial produtor em sistemas silvipastoris.

A Chapada do Araripe, onde está localizado o Cariri Cearense, é formada por um mosaico vegetacional, onde coexistem manchas de floresta ombrófila e estacional, cerrado, caatinga e carrasco, resultantes da heterogeneidade ambiental. Todas as condições climáticas intrínsecas à região do Cariri Cearense são diretamente condicionadas pela Chapada do Araripe, uma vez que seu relevo interage com as massas de ar, proporcionando um clima relativamente ameno em relação ao entorno semiárido (Geopark, 2014).

Na região semiárida ocorrem duas estações climáticas bem diferenciadas, sendo uma estação das águas, com duração de quatro a seis meses; e uma estação seca, que dura de seis a oito meses. O recomendável para um sistema silvipastoril é utilizar da estação de águas, aonde a produção de forragem vai estar em alta, e pode ser feita uma captação de água eficaz para utilização no manejo dos animais da área.

Além do mais, o pasto nativo do sistema pode ser usado na terminação dos animais, durante a época chuvosa, onde a forragem é de boa qualidade. (Andrade et al., 2010).

As atividades econômicas da região estão atreladas à exploração dos recursos madeireiros da floresta, sendo este a principal fonte energética da região, com ênfase na madeira extraída da Caatinga. Associado à demanda energética de madeira para a exploração está a necessidade de plantas forrageiras para atender às necessidades da pecuária regional. Para isso, o Sistema Silvipastoril, surge com o intuito de implementar florestas energéticas, consorciadas com espécies arbóreas de rápido crescimento e forrageiras, adaptadas ao clima, visando garantir a estabilidade da produção e elevar a produtividade da terra, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de forragem de boa qualidade (DRUMOND et al, 2010).

A vegetação nativa do semiárido é ricamente diversificada, com muitas espécies forrageiras nos três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo. A produção anual de fitomassa pastável da caatinga, conforme dados de vários trabalhos, situa-se em torno de 4.000 kg/ha, onde a formação arbórea, até 90% deste total provém de folhas de árvores e arbustos, enquanto, que nas caatingas assavanadas, o estrato herbáceo contribui com cerca de 80% (ARAÚJO FILHO et al.,2002). Por outro lado, há um paradoxo com relação à qualidade e disponibilidade estacionais de forragem nas formações arbóreas, na estação das chuvas a qualidade forrageira é ótima, mas a disponibilidade é baixa, já na estação seca, a disponibilidade é elevada devido à queda das folhas das árvores, mas sua qualidade é baixa. Estudos comprovam que mais de 70% das espécies da caatinga participam da dieta dos ruminantes, enquanto bovinos perdem peso durante a estação seca, os ovinos e caprinos apresentam ganho de peso diário ao longo do período. (GOIS et al, 2017; Alves et al, 2012; Andrade et al, 2012). Esse fato ganha maior importância na estação seca, quando aumento da disponibilidade de folhagem seca das árvores e arbustos, tornam-se relevantes ingredientes na dieta, principalmente de caprinos (Silva et al, 2010).

Autores como Estremote et al (2015), afirmaram que criações de pequenos ruminantes como caprinos e ovinos são altamente vantajosas em um sistema silvipastoril, proporcionando um ecossistema em equilíbrio, gerando diversos benefícios, como conforto térmico aos animais, e também melhora no desempenho produtivo, seja ele de leite, carne ou lã, ganho de peso, diminuição de períodos de recria e aumento de vida produtiva.

Existem tecnologias criadas para manejo de caatinga em sistemas silvipastoris, desenvolvidas por instituições de ensino e pesquisa do semiárido brasileiro. A difusão e adoção delas pelos produtores ainda se encontra em fase inicial e, em muitos casos são enfrentados problemas de natureza técnica, econômica e social. Essas técnicas priorizam a biodiversidade da vegetação nativa, considerando manejos que utilizam os recursos forrageiros sem a utilização de monocultivo de gramínea forrageira exótica (SOUZA NETO, et al., 2006).

As técnicas de manipulação da Caatinga permite que o produtor otimize sua área para produção animal, sem precisar eliminar a vegetação nativa, são três as recomendações que, se seguidas corretamente, garantem, a sustentabilidade das tecnologias de manipulação da caatinga: preservação de até 400 árvores por hectare, ou o equivalente a 40% de cobertura arbórea, utilização máxima de 60% da forragem disponível e preservação da mata ciliar em toda a malha de drenagem da pastagem (ARAÚJO FILHO, et al., 2006).

A manutenção de uma cobertura arbórea em áreas de caatinga manipulada serve a cinco propósitos: preservação da biodiversidade da vegetação nativa, interceptação de porção significativa da precipitação pluvial, contribuindo para o controle da erosão do solo e das enxurradas, aporte de matéria orgânica para a manutenção de fertilidade do solo, produção de forragem e conforto térmico. Dentre as diversas alternativas de manipulação da vegetação da caatinga, destacam-se: o rebaixamento com manejo das rebrotações, o raleamento e o enriquecimento (ARAÚJO FILHO, et al.,2002).

A técnica de rebaixamento com manejo das rebrotações consiste na broca manual das espécies lenhosas, com o objetivo de aumentar o acesso à forragem de árvores e arbustos, melhorar a qualidade alimentar da dieta dos animais e estender a produção de folhagem verde por mais tempo na estação seca. Esta técnica de manejo constitui a alternativa mais adequada para diferentes tipos de caatinga do Semiárido Nordeste, uma vez que, em termos médios, cerca de 70% das espécies arbóreas e arbustiva são forrageiras.

O rebaixamento presta-se à utilização da caatinga por caprinos ou pela combinação caprinos e bovinos. Devem ser rebaixadas as espécies de reconhecido valor forrageiro, tais como, o sabiá, o mororó, a jurema-preta, a jurema branca, o quebra-faca, o pau branco, o feijão bravo, o carquejo e a camaratuba.

O raleamento se baseia no controle seletivo de espécies lenhosas, com o objetivo de, reduzindo o sombreamento obter-se incremento da produção de fitomassa do estrato herbáceo, A aplicação do método do raleamento inicia-se no verão por um corte seletivo das espécies arbóreas e arbustivas, mantendo-se as espécies de valor forrageiro, as de sistema radicular caracteristicamente profundo e as de valor madeireiro ou paisagístico, nesta ordem de prioridade. Em nenhuma fase da operação do raleamento deve ser usado o fogo. Ao meio do inverno seguinte, faz-se o roço de todas as rebrotações das espécies lenhosas que foram brocadas.

No enriquecimento da caatinga é caracterizada pela introdução de forrageiras nativas e exóticas adaptadas às condições da região, o ressemeio deve ser feito preferencialmente pela prática do cultivo mínimo, tendo-se em vista a preservação do estrato herbáceo nativo, rico em leguminosas forrageiras, em algumas áreas mais comuns no sertão (ARAUJO FILHO, 2000).

### 3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da proposta, foi mapeada uma área localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE campus Crato, localizado no Bairro Giselia Pinheiro KM 15 na CE 292, no Município de Crato no cariri Cearense, no entorno da Chapada do Araripe. Com área 12.275 m<sup>2</sup>, altitude 612 m, coordenadas geográficas latitude 7° 12' 29.97" S e Longitude 39° 26' 47.28 O. O solo se classifica como Latossolo, e condições climáticas subúmidas, com regime de chuvas irregulares onde a quadra chuvosa vai de fevereiro à junho, com índices pluviométricos até 700mm/ano (Geopark 2014). As temperaturas médias situam-se entre 23°C e 27°C.

O levantamento de dados foi executado através de atividade de campo, onde foi constatada uma análise observatória das plantas com potencial forrageiro que possam ser utilizadas na dieta de pequenos ruminantes. Todas as plantas foram identificadas com placas de madeiras com o nome popular, próximo à raiz, para pesquisas seguintes. Foi feita uma seleção bibliográfica especializada em espécies arbustivo-arbóreas forrageiras, nativas e exóticas, onde se realizou um estudo com respeito ao conhecimento científico sobre o tema, destacando o potencial das plantas encontradas e a sua utilização na alimentação de pequenos ruminantes.

### 4. RESULTADOS

O desenvolvimento desse trabalho apresentou como resultado a viabilidade da implementação da área silvipastoril, evidenciando a riqueza botânica da variabilidade de espécies forrageiras encontradas (Tabela 1), com destaque para as arbóreo-arbustivas nativas e exóticas, com características de pastejo de caatinga presente no semiárido. Apesar disso, planeja-se a inserção de outras espécies, visto que uma maior diversidade promove um maior equilíbrio para área e uma segurança alimentar.

Tabela 1: Relação das famílias e espécies da área mapeada para um sistema silvipastoril

Família	Espécies (Nome popular)
Capparaceae	Capparis flexuosa L.(Feijão-brabo)
Chrysobalanaceae	Licania tomentosa Benth. (Oiti)
Euphorbiaceae	Croton banchetianus Baill. (Marmeleiro)
Fabaceae	Enterolobium contortisilium Vell.(Timbaúba)
	Prosopis juliflora Sw.(Algaroba)
	Leucaena leucocephala Lam. (Leucena)
Leguminosae (Caesalpinoideae)	Caesalpinia férrea Mart. (Pau ferro)
Leguminosae (Mimosoidae)	Mimosa caesalpinifolia Benth. (Sabiá)
Malvaceae	Guazuma ulmifolia Lam.(Mutamba)
Polygonaceae	Coccoloba latifolia Lam. (Coaçu)
Rhamnaceae	Zyzyphus joazeiro Mart. (Juazeiro)
Solanaceae	Solanum inodorum Vell. (Cipó branco )

Fonte Própria

O manejo da pastagem em sistemas silvipastoris deve ser mais criterioso, pois as forrageiras encontram-se em grau de competição com o componente arbóreo mais elevado do que em monocultivo e em pleno sol. Neste sentido, deve-se procurar manter a altura de pastejo indicada para cada espécie/cultivar, para permitir maior acúmulo de reservas e favorecer a rebrotação (Almeida et al., 2014).

Nesse caso a área adotada necessita de manejo adequado para que ocorra o desenvolvimento mais proveitoso, podendo utilizar de raleamento e poda do componente arbóreo estabelecidos na área.

Algumas espécies da caatinga também podem ser manejadas para a produção de madeira e forragem (Almeida et al., 2014). Carvalho et al (2004) realizaram um experimento em sistema silvipastoril onde o rebaixamento do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e a preservação do crescimento de dois fustes com o rebaixamento do restante, permitiu a redução de 15 para 7 anos o tempo para extração de madeira. Além disso, observou-se que a oferta de folhas das rebrotações ficou presente por mais de sessenta dias após o término das chuvas, sendo importante fonte de alimentação para os rebanhos na Caatinga. Para a área estudada nesse trabalho, o manejo citado é perfeitamente conveniente, pois a mesma está ricamente composta por sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*).

## 5. CONCLUSÃO

A busca por novas técnicas de produção de alimento têm despertado considerável interesse na comunidade científica, em razão da necessidade de se aprimorar métodos sustentáveis. Com isso uma área experimental nesse quesito numa região como o Cariri Cearense é totalmente propícia, criando novas alternativas de exploração agrícola aliada às questões ambientais e também contribuindo para ampliar pesquisas. Os sistemas integrados necessitam de pesquisas que gerem resultados para servir de base para produção em larga escala e isso só será possível através de incentivos e políticas públicas de apoio para a implementação do manejo silvipastoril, principalmente pelos agricultores familiares no Semiárido.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, R. G.; RANGEL, J. H. A.; RODRIGUES, A. C. C.; ALVES, F. V.; Sistemas silvipastoris: produção animal com benefícios ambientais. In: IX CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL 2014. Ilhéus- BA.
- [2] ALVES, F. G. S.; FELIX, B. A.; PEIXOTO, M. S. M.; SANTOS, P. M.; COSTA, R. B.;
- [3] ALVES, F. V. O componente animal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 143-154.
- [4] ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. Tecnol. & Ciên. Agropec, n. 4pág 01-14. 2010.
- [5] ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Brasília: Embrapa, 2012. 345 p.
- [6] ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R.; SOUSA, R.A. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e a compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília, v. 31, n. 1, p. 11-19, 2002.
- [7] ARAÚJO FILHO, J.A.; HOLANDA JUNIOR, E.V.; LAIMA DA SILVA, N.; FRANÇA, F.M. Sistema agrossilvipastoril Embrapa Caprinos. In: Lima, G.F.C.; Holanda Junior, E.V.; Maciel, F.; Barros, N.N.; Amorim, M.V.; Confessor Junior, A.A. (ed.) CRIAÇÃO FAMILIAR DE CAPRINOS E OVINOS NO RIO GRANDE DO NORTE. Natal, RN: EMATER-RN, EMPARN. 2006. 426p.
- [8] ARAÚJO FILHO, João Ambrósio de; GADÊLHA, José Adalberto; CRISPIM, Sandra Mara Araújo; SILVA, Nilzema Lima da. PASTOREIO COMBINADO EM CAATINGA MANIPULADA NO SERTÃO CEARENSE. I – DESEMPENHO DOS BOVINOS. XXXVII Reunião Anual da Sbz, Viçosa, MG. v. 1, n. 1, p. 1-3, 27 jul. 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162859/1/CNPC-2000-Pastoreio-I.pdf>. Acesso em: 17 out. 2020.
- [9] CAMPANHA, M. M.; ARAÚJO, F. S. MENEZES, M. O. T.; SILVA, V. M. A.; MEDEIROS, H. R. Estrutura da comunidade vegetal arbóreo-arbustiva de um sistema agrossilvipastoril, em Sobral-CE Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 94-101, jul.-set.2011.
- [10] CARVALHO, F. C. C.; GARCIA, R.; ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Manejo *in situ* do Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) para produção simultânea de madeira e forragem em um sistema silvipastoril. Agrossilvicultura, v.1, n.2, p 121-129, 2004.

- [11] DRUMOND, M .A .; RIBASKI, J .; SÁ, I .B .; NASCIMENTO, C .E .S .; OLIVEIRA, V .R.Espécies arbóreas exóticas de uso múltiplo para o Semiárido brasileiro. In: *Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010 cap. 7, pág.246.
- [12] ESTREMOTE, M.; MELO, V. F .P .; PINHEIRO, R .S .B . Sistema silvipastoril na produção de ovinos. XI FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, v. 11, n. 2, pp. 219-227.2015.
- [13] Geopark Araripe. "Clima". [geoparkararipe.org.br](http://geoparkararipe.org.br). Disponível <<http://geoparkararipe.org.br/clima/>> Acesso: 06 de Setembro de 2017.
- [14] GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; CARNEIRO, G. G.; SILVA, T. S.; MATIAS, A. G. S.; Estratégias de Alimentação para caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. *Nutri Time*, Vol.14, Nº 04, jul/agos 2017.
- [15] JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V.; FONTES, M.P.F. (Ed.). *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentável*. Viçosa, MG: SBCS/UFV-DS, 1996. p.95-111.
- [16] SALES, R. O.; Considerações sobre manejo de pastagens na região semiárida do Brasil: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.8, n.4, p.259-283, out-dez, 2014.
- [17] SILVA, N. V.; COSTA, R. G.; FREITAS, C. R. G.; GALINDO, M. C. T.; SILVA, L. S. 2010. Alimentação de ovinos em regiões Semiáridas do Brasil. *Acta Vet. Bras.* 4:233-241.
- [18] SOUZA NETO, J.; SOUSA, F.B. de; ARAÚJO FILHO, J.A.; CABRAL, J.E. DE O. Viabilidade dos sistemas de manejo da caatinga para a produção de ovinos. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL*, 41., 2003, Juiz de Fora, MG. Exportações, segurança alimentar e instabilidade dos mercados: resumos. Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2003. p. 140.
- [19] ZANIN, E.; BICHEL, A.; MANGILLI, L. G.; Bem estar de vacas leiteiras em sistema silvipastoril. *Pubvet*, v.10, n.5, p.381-387, Mai., 2016.

# Capítulo 13

## *Avaliação zootécnica de fêmeas suínas mantidas em sistema de criação ao ar livre no Semiárido Pernambucano*

*Mônica Calixto Ribeiro de Holanda*

*Marco Aurélio Carneiro de Holanda*

*Jefferson Moraes Azevedo*

**Resumo:** A suinocultura brasileira se constitui em um dos mais importantes ramos da agropecuária brasileira, alcançando a cada ano maiores índices de produtividade e incorporando novas tecnologias capazes de permitir esse crescimento da produção e estimular o consumo per capita de carne suína. O sistema intensivo de criação de suínos ao ar livre (SISCAL) tem por intuito fornecer ambiente com maior capacidade de promover o bem-estar aos animais, assim como alcançar índices de produtividade que justifiquem sua implantação. Com a realização da presente pesquisa teve-se por objetivo de analisar o desempenho zootécnico de fêmeas suínas de três diferentes grupos genéticos nas fases de gestação e lactação, mantidas em sistema de criação ao ar livre no Semiárido pernambucano. O experimento foi conduzido no Setor de Suínos da Unidade Acadêmica de Serra Talha da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), situado no município de Serra Talhada-PE com 15 fêmeas suínas pluríparas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tipos genéticos diferentes (cinco fêmeas F-1 Pietrain-Landrace, cinco fêmeas F1 Pietrain-Duroc e cinco fêmeas sem raça definida) e cinco repetições por tratamento, durante a fase final do período de gestação e durante a lactação, criadas nos moldes do SISCAL. As fêmeas suínas foram cobertas por reprodutor da raça Large White e essas fêmeas quando em trabalho de parto foram acompanhadas e tiveram os dados sistematicamente anotados em fichas apropriadas para coleta de informações obtidas do nascimento ao desmame dos leitões. Após o nascimento, os leitões receberam os cuidados inerentes à espécie. A água foi fornecida à vontade e a ração fornecida em duas refeições de forma a atender as exigências nutricionais por fase de desenvolvimento (ROSTAGNO, 2011) para fêmeas suínas em gestação e em lactação. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o programa estatístico SAS (2002). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Mesmo nas condições do Semiárido pernambucano, pode-se indicar a utilização de animais dos grupos genéticos Pietrain-Duroc e Pietrain-Landrace por apresentarem melhor desempenho quanto ao peso ao nascer e ao desmame e a menor mortalidade neonatal, refletindo-se positivamente no desempenho zootécnico da criação.

**Palavras-chave:** clima quente, desempenho animal, genótipo, leitões, matrizes suínas.

## 1. INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos o Brasil tem se firmado como um dos maiores produtores mundiais de suínos abrigando o terceiro maior plantel. O País, em 2019, alojou 2.017.645 matrizes industriais produzindo 3,983 milhões de toneladas de carne suína, sendo 81% desse total consumido internamente e 19% exportado para mais de 80 países, ocupando o quarto lugar na produção mundial de carne suína. Neste mesmo ano a cadeia produtiva de suínos gerou uma receita de US\$ 1.597 milhões com a exportação de cortes cárneos (85,71%), miúdos (9,72%), preparações (1,53%), embutidos (1,41%), carcaça (0,84%) e outros (0,79%) (ABPA, 2020).

Praticamente toda a produção de carne suína no Brasil é feita fora do Bioma Amazônico, sendo as regiões Sul e Sudeste do País responsáveis mais de 80% da produção desta proteína. Concomitante a essa produção, observa-se aumento no consumo interno de carne suína chegando a 15,3 kg per capita em 2019 (ABPA, 2020).

No Brasil, a evolução no consumo acompanhou a tendência de países em desenvolvimento, favorecida por mudanças econômicas, sociais e de hábito. Todo esse sucesso pode ser alcançado graças ao aumento da produtividade advinda dos avanços tecnológicos relacionados à genética, manejo, nutrição e sanidade, aumentando o padrão de qualidade do produto e a aceitação desse produto no mercado interno e externo.

Este grande volume de produção tem correlação positiva com a produção intensiva de suínos em sistema confinado (SISCON). Segundo Gomes et al. (1992), no Brasil este sistema representa mais de 99% das criações de suínos, caracterizando-se pela alta produtividade aliada ao grande controle antrópico do ambiente visando prioritariamente às ações voltadas a maior produtividade da criação. Porém, Talamini et al. (2006) ressaltam que nesse sistema de criação existem alguns inconvenientes no que se referem a custos elevados da implantação e produção, além dos impactos danosos provocados ao meio ambiente e ao bem-estar animal.

O alto custo inicial de implantação do SISCON aliado a crescente preocupação por parte dos consumidores com o bem-estar dos animais de produção e os impactos ao ambiente causados pela criação de suínos têm feito com que pequenos e médios produtores comecem a optar por sistemas alternativos de criação de animais.

Além disso, são crescentes as exigências dos consumidores por produtos de melhor qualidade sanitária, com preços competitivos e que sejam oriundos de sistemas não poluidores, que privilegiem o bem-estar animal e que, portanto, sejam sustentáveis. De acordo com Seganfredo et al. (2000), com este nível de conscientização os consumidores passaram a exercer maior pressão para a reciclagem dos resíduos da produção dentro de padrões aceitáveis sob o ponto de vista econômico, ambiental e sanitário e, segundo Dalla Costa et al. (2002), isto proporcionou melhor *status* sanitário aos suínos criados ao ar livre quando comparado aos suínos criados em sistema confinado.

Diante da atual conjuntura de mudanças socioeconômicas, medidas vêm sendo tomadas no sentido de pressionar produtores de suínos a aumentar o padrão de qualidade do produto, aliando-se a isto a constante melhoria do bem-estar de animais de produção. As questões relacionadas ao bem-estar animal têm ocasionado entraves comerciais para exportações em todo mundo, principalmente na Comunidade Europeia, em que países importadores têm incluído este fator nas negociações de importação de produtos de origem animal segundo Hötzel et al. (2004).

A situação acima descrita tem contribuído para que produtores busquem meios de se adequarem a estas mudanças, sem que isto torne a produção onerosa economicamente e, concomitantemente, a produtividade seja mantida. Neste contexto, a implantação do sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (SISCAL) no Brasil também se apresenta como saída viável para atender a todos os apelos comerciais, sanitários, ambientais e de bem-estar animal, além do baixo custo para implantação deste sistema.

Leite et al. (2001) afirmam que o custo de implantação do SISCAL para 14 matrizes e um reprodutor, nas fases de reprodução, lactação e creche, é de US\$ 490,20 por matriz alojada. Sendo assim, o SISCAL torna-se uma alternativa interessante para pequenos criadores que pretendem ingressar na produção de suínos, mas que dispõem de recursos financeiros insuficientes e de materiais facilmente disponíveis na região que podem ser utilizados alternativamente às construções em alvenaria observadas no sistema intensivo confinado.

Em face da limitação da produção suinícola no Semiárido pernambucano, a necessidade de melhorar a fonte de renda e promover a estabilidade social, além do pequeno número de pesquisas realizadas nos moldes SISCAL, objetivou-se avaliar o desempenho de matrizes suínas de três genótipos de suínos mantidos nesse sistema no Semiárido pernambucano e definir a composição genética que melhor se ajusta às condições do SISCAL em ambiente semiárido.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Após meta-análise sobre a criação intensiva de suínos em confinamento ou ao ar livre, Demoril et al. (2012) constataram que os suínos criados em sistemas ao ar livre apresentaram maior consumo diário de ração (9%), ganho de peso inferior (2%) e pior conversão alimentar (3%) quando comparados aos animais criados no sistema confinado. Entretanto, as condições de ambiência oferecidas no primeiro sistema permitem a agregação de valor aos produtos gerados em função do apelo ao bem-estar por parte da sociedade. O pior desempenho observado nesta meta-análise pode estar associado ao maior gasto energético dos animais criados no sistema ao ar livre em função da maior atividade física observada pela maior disponibilidade de área (m<sup>2</sup>) por matriz alojada. Além disso, Kerr et al. (2003) expõem que suínos submetidos a temperatura fora de sua zona de conforto térmico tendem a ser menos eficientes na utilização de energia, pois quando expostos a esse tipo de ambiente acionam mecanismos termorreguladores para a manutenção da homeostase.

A menor eficiência na utilização de energia pode ser observada em ambiente semiárido, tendo em vista que a temperatura e a umidade relativa do ar nesse ambiente são, em média, 27° C e de 50%, respectivamente (LEBRET et al., 2002), estando, portanto, fora da zona de conforto térmico de suínos na fase de gestação (16 a 21° C) e, o fator temperatura, sobretudo, pode ter grande influência sobre o desempenho dos animais (COUTINHO et al., 2014). Nesse aspecto, o sistema de criação confinado permite maior controle antrópico do ambiente, que a depender do tipo de ambiência fornecida, pode proporcionar índices de temperatura mais próximos ao de conforto térmico dos suínos, e por consequência menor estresse térmico sobre o animal.

Embora os índices produtivos como conversão alimentar, ganho de peso e consumo de alimentos tenham sido piores no sistema ao ar livre, outros índices como rendimento de carcaça, percentual de carne magra, espessura de toucinho, características de dureza, maciez e suculência da carne não foram influenciadas pelo sistema de criação (DEMORIL et al., 2012). Em relação à mortalidade Carvalho et al. (2011) encontraram índices de 6% para maternidade e 2% para creche no sistema SISCON, enquanto no SISCAL a mortalidade foi de 1% nas duas fases.

A suinocultura brasileira é uma atividade predominantemente desenvolvida em pequenas propriedades rurais, com 80% dos suínos, sendo criados em áreas com tamanho máximo de 100 ha (SEAB, 2007). Esse fato pode ser visto principalmente nas regiões do Norte e Nordeste do Brasil onde a suinocultura é tida como uma atividade secundária, sendo comum a utilização de sistema extensivo que tem como principal atividade criações onde animais são mantidos durante todo o processo produtivo sem nenhum tipo de manejo específico ou instalações apropriadas.

Esse fato também é comum na produção de suínos em Pernambuco, especialmente no sertão, é pouco desenvolvida e distribuída em pequenas propriedades rurais que, em sua maioria, emprega mão de obra tipicamente familiar, constituindo-se em importante fonte de renda e de estabilidade social para a região. De maneira geral, a suinocultura local está formada por produtores independentes e, na maioria dos casos, a produção é conduzida nos moldes tradicional, totalmente familiar e em ciclo completo, onde a suinocultura não é a única nem a principal atividade, servindo normalmente para dar suporte e aproveitar resíduos produzidos em outras atividades pecuárias desenvolvidas na propriedade. As criações independentes ou não integradas podem ser encontradas em todo o Brasil, mas é característica das regiões Norte e Nordeste, em que essa integração entre produtores e empresas é uma situação bem pouco praticada (HOLANDA, 2020 - Comunicação pessoal).

Atualmente a produtividade na suinocultura tecnificada, seja ela em sistema intensivo confinado ou intensivo ao ar livre, explorada em ciclo completo é medida ou avaliada, nomeadamente, pelo número de animais terminados por matriz alojada por ano. Neste contexto, a produção de leitão requer cuidados específicos.

As fases de gestação, maternidade e creche são as mais exigentes em termos de nutrição, manejo, mão de obra, instalações e ambiência, visto que, quanto mais jovens os indivíduos, mais sensíveis e predispostos a toda sorte de problemas que podem culminar no aumento da mortalidade e, conseqüentemente, em menor número de animais para comercialização, implicando, assim, em baixa eficiência produtiva e econômica da criação.

Tecnicamente, o potencial de produção anual de uma matriz suína pode ser de 2,6 partos/ano, considerando uma lactação de 21 dias e intervalo desmama concepção de cinco dias, e produzir 32 leitões/porca/ano, considerando um tamanho de leitegada médio de 12,5 leitões/parto (SOBESTIANSKY et al., 1998). Para tanto, a suinocultura moderna não está voltada apenas para a produção de maior número de animais, mas também para a maior deposição de massa muscular magra na carcaça, contando com raças e linhagens comerciais provenientes de raças estrangeiras totalmente adaptadas e reproduzidas no país que participam de cruzamentos industriais para a obtenção de híbridos (F1) cuja utilização tem como objetivo aproveitar os efeitos da heterose (ação de genes não aditivos) e da complementariedade (ação de genes aditivos). Porém, a necessidade de produzir animais com carcaças superiores tanto em quantidade como em qualidade, expõe os animais a situações de estresse agudo e, por vezes, crônicos, decorrentes da falta de adaptação ao ambiente criatório, principalmente quanto maiores forem os desafios desse ambiente, como o observado em climas quentes.

Segundo Scott et al. (2006), as modernas linhagens genéticas de suínos apresentam desempenho produtivo diferenciado, quando comparado àquelas disponíveis há apenas duas décadas e a maior parte dos estudos envolvendo comportamento de suínos é realizada com animais nas fases de crescimento e terminação. Brown-Brandl et al. (2001) observaram diferentes padrões termorregulatórios para suínos nestas fases de desenvolvimento, porém, poucos relatos são encontrados na literatura que destacam o comportamento e fisiologia de leitões na fase de lactação, especialmente quando esta fase se apresenta com duração média de 28 dias.

O suíno é capaz de manter a temperatura corporal relativamente constante diante das variações térmicas do ambiente às custas de uma alta taxa metabólica gerada pela intensa combustão de alimento energético nas células (animal endotérmico, ajustador da temperatura corporal). Entretanto, ao nascer e nos próximos cinco dias de vida, metabolicamente, caracteriza-se como animal ectotérmico (reguladores da temperatura corporal), e, portanto, ineficiente em manter eficazmente sua homeotermia.

Segundo Lima, et al. (2004), o leitão ao nascer, apesar de neurologicamente desenvolvido, ainda é fisiologicamente imaturo e algumas mudanças importantes ocorrem no início de sua vida, habilitando-o para a sobrevivência. Destarte, os suínos necessitam de ambiente aquecido logo após o nascimento, denominado escamoteador, provido de lâmpada do tipo comum, cuja altura em relação ao piso deve ser regulada pelo comportamento e tamanho dos leitões.

Ainda de acordo com estes autores, os leitões, principalmente aqueles que não são amamentados, tornam-se hipoglicêmicos e na falta de aquecimento artificial, procuram aquecimento junto à matriz resultando, não raras vezes, no esmagamento dos animais, levando a perdas substanciais (perda de 1,7 a 7,2° C imediatamente após o parto), cuja mortalidade por hipoglicemia pode alcançar 7% apenas na primeira semana de vida. O nível de glicogênio hepático ao nascimento é suficiente apenas para suprir o requerimento de energia de 15 a 20 horas pós-nascimento, pois segundo Sobestiansky et al. (1987), a glicose catabolizada a partir do glicogênio hepático é sua principal fonte de energia.

Avaliando o comportamento de leitões lactentes, Pandorfi (2002) concluiu que o controle da temperatura ambiental com o uso de escamoteadores e aquecimento é imprescindível para auxiliar os leitões neonatos na manutenção de sua homeotermia. Entretanto, estes autores não avaliaram a ingestão de leite ou desenvolvimento termorregulatório destes animais. Portanto, torna-se essencial o aquecimento artificial por meio de escamoteador com lâmpada, cuja altura em relação ao piso deve ser regulada pelo comportamento e tamanho dos leitões, associada a uma avaliação comportamental e fisiológica que indique o desenvolvimento desta espécie em tenra idade em relação à regulação da temperatura corporal.

Segundo Maqueda (1999), os principais cuidados que devem ser tomados logo no pós-parto e nos primeiros dias de vida incluem a secagem dos leitões, o corte e a desinfecção do umbigo, a orientação da primeira mamada, o fornecimento fonte de calor, o corte dos dentes e cauda (apenas em casos constatados de canibalismo na criação), a identificação da leitegada, e a medicação preventiva contra anemia ferropriva que são essenciais à sua sobrevivência.

Sabendo-se destas particularidades fisiológicas inerentes à espécie suína, sempre que possível, o parto deve ser acompanhado e auxiliado pelo manejador em qualquer hora que ocorra, pois atitudes simples como estas reduzem a mortalidade neonatal e todo e qualquer tratamento dispensado aos animais auxiliam na tomada de decisões em um sistema de produção agropecuário que envolve animais altamente prolíficos, devem ser realizadas para minimizar perdas.

Quando se trata de ambiente, em seu sentido mais amplo (não apenas o ambiente térmico), não se permite mais omitir a questão do bem-estar animal, pois a procura pelo consumidor por produtos ditos éticos, impulsiona os pesquisadores a examinar mais a fundo como proceder uma avaliação científica coerente e baseada não apenas na subjetividade, mas na obtenção dados mensuráveis.

Segundo Stolba et al. (1983) um nível de bem-estar ideal é um estado de completa saúde física e mental no qual os animais estão em harmonia com seu ambiente. Entretanto, a definição de proteção dos animais nas explorações pecuárias varia entre países em função do contexto cultural, religioso, científico, econômico e político e, portanto, o termo *animal welfare* vem sendo gradativamente substituído pelo termo politicamente sensível *animal care*.

A maior vantagem de assumir que o bem-estar animal é determinado pelo bom funcionamento biológico e da satisfação das necessidades primárias é que as variáveis envolvidas são substanciais e facilmente mensuráveis. Por outro lado, os sentimentos são mal definidos e até impossível de medir diretamente e difícil de medir indiretamente. Assim, Bracke (2007) afirma que a ciência deve ser objetiva ao avaliar o bem-estar animal, o que pode ser facilmente obtido aferindo-se as respostas fisiológicas e comportamentais (funcionamento biológico), garantindo essa objetividade.

O bem-estar pode ser avaliado por métodos científicos e deve ser independente de quaisquer considerações éticas, culturais ou religiosas, e, para tanto, são usados vários indicadores para realizar a aferição do bem-estar animal, como danos físicos, dor, medo, comportamento, redução de defesas do sistema imunológico e incidência de doenças (MENESES, 1999).

Para Pandorfi et al. (2006), os sistemas intensivos de criação exercem influência direta na condição de conforto e bem-estar dos animais, promovendo dificuldade na manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão de seus comportamentos naturais e afetando o desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos.

Ferreira et al. (2007), trabalhando com suínos em sistema confinado, observaram que leitões geneticamente selecionados para crescimento rápido apresentaram aumento de temperatura retal e superficial como reação à dissipação de calor para o ambiente a partir da nona hora de vida, como tentativa de controle termorregulatório, identificando a necessidade de cuidados intensificados de manejo, de modo a reduzir a mortalidade na maternidade e prover um ambiente rico em bem-estar.

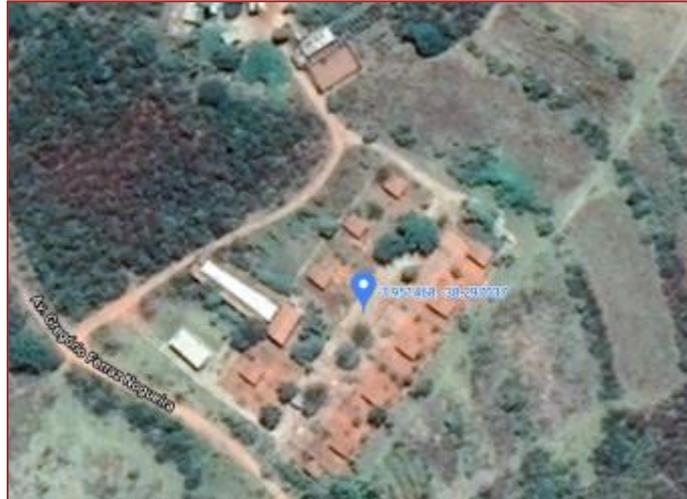
Enfim, o manejo adotado em cada fase da criação tem consequência na fase subsequente em que o ganho de peso médio na fase de aleitamento apresentará reflexo nas fases de crescimento e terminação dos animais. Por isso, a avaliação do desempenho de leitões lactentes é de fundamental importância para propor técnicas de manejo que melhor se ajustem às novas linhagens genéticas de suínos existentes nas criações comerciais no Brasil, principalmente em criações de suínos ao ar livre, em que poucos estudos são encontrados na literatura. Diante do exposto, esta pesquisa teve como proposta avaliar um sistema alternativo de criação de suínos implantado em região de clima semiárido a partir da produção de matrizes em gestação e lactação.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO E DO LOCAL DE EXPERIMENTAÇÃO

A pesquisa foi conduzida no Setor de Suínos da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal de Rural de Pernambuco - UFRPE, no período de agosto de 2014 a julho de 2015, numa área de 2,02 ha (Figura 1).

Figura 1. Demarcação da área experimental



Créditos: Google Maps (2020).

A UFRPE está situada no município de Serra Talhada, Pernambuco, Microrregião do Sertão do Pajeú, Mesorregião do Sertão Pernambucano, localizada sob as coordenadas geográficas 07,95°S, 38,20°W e altitude de 499 m. A UFRPE está inserida em uma área que predomina o clima semiárido.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado como BShw' semiárido, quente e seco, com as chuvas ocorrendo entre os meses de dezembro a maio. As médias anuais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar da região são 642,1 mm; 24,8° C e 62,5%, respectivamente (SILVA et al., 2015).

#### 3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS ANIMAIS, DO AMBIENTE E DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Quinze fêmeas suínas de três genótipos diferentes foram utilizadas na pesquisa, sendo cinco fêmeas F-1 Pietrain-Landrace (P-L), cinco fêmeas F1 Pietrain-Duroc (P-D) e cinco fêmeas sem raça definida (SRD), todas na terceira ordem de parto, durante a fase final do período de gestação e durante a lactação, criadas em ao ar livre.

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com três tipos genéticos e cinco repetições por tratamento, em que cada fêmea compôs uma unidade experimental, sendo o critério de blocagem o peso das fêmeas.

Estas matrizes foram mantidas em piquetes de 200 m<sup>2</sup> (20 x 10 m), delimitados por cerca eletrificada (três fios de arame liso) com corrente alternada, contendo sistema de aspersão ativado às 11h00min. e às 15h00min. (Figura 2A) e providos de comedouros tipo calha (Figura 2B), bebedouros tipo chupeta para matriz e leitões, área de 15 m<sup>2</sup> para abrigo em alvenaria com cobertura em telha cerâmica (Figura 2C), além de contar com escamoteador com área útil de 70 cm<sup>2</sup> e fonte de aquecimento para os leitões utilizando lâmpada comum com altura regulável pelo comportamento do leitões.

Figura 2. Piquetes com sistema de aspersão (A), providos de cochos tipo calha (B) e detalhes dos abrigos em alvenaria (C)



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

### 3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS MANEJOS ADOTADOS

As fêmeas suínas foram cobertas por monta natural com reprodutor da raça Large White, anotando-se a data provável do parto (Figura 3). De 18 a 24 dias após a cobertura, foi realizada uma avaliação para determinar a prenhez, passando-se o reprodutor entre os piquetes das fêmeas. As que apresentarem retorno ao cio, eram novamente postas em cobertura e estes dados foram computados.

Figura 3. Reprodução por monta natural nos horários mais amenos do dia



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

Após a confirmação da prenhez as fêmeas foram mantidas em grupos de cinco indivíduos, conforme os genótipos, nos piquetes de 200 m<sup>2</sup>.

As fêmeas quando em trabalho de parto foram acompanhadas e tiveram os dados sistematicamente anotados em fichas apropriadas para coleta de informações obtidas do nascimento até o desmame dos leitões, para avaliação do tempo de parição (em horas) e da condição de parição (normal, N ou distócico, D); do número total de leitões nascidos (TL); do número de leitões nascidos vivos (NV); do número de mumificados (M) e de natimortos (NT).

No momento do parto foi adotado o manejo tradicional praticado em suinocultura tecnificada, em que as matrizes têm à disposição material vegetal inerte (capim seco) para nidificação (Figura 4A, 4B) e os leitões também tiveram à disposição material vegetal inerte (capim seco) dentro do escamoteador (Figura 4C).

Figura 4. Visão do piquete maternidade com capim seco para nidificação e no escamoteador para conforto dos leitões



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

Logo após o nascimento, os leitões receberam os cuidados inerentes à espécie. Imediatamente após a expulsão, os leitões foram manejados individualmente sendo limpo e secado com papel toalha para retirada de restos de membranas fetais (Figura 5).

Figura 5. Acompanhamento do parto e primeiros cuidados fornecidos aos leitões neonatos



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

Cada animal teve o cordão umbilical cortado a 5 cm de sua inserção e desinfetado com tintura de iodo a 5%, e recebeu 200 mg de ferro dextrano (2 mL, via intramuscular) como medida preventiva à anemia ferropriva e, apesar de ser prática rotineira nas propriedades suinícolas em sistema intensivo, nem os dentes nem as caudas do leitões foram cortados.

Na sequência, os leitões foram orientados para a primeira mamada, ordenando-se os leitões mais leves nos tetos peitorais e os mais pesados nos abdominais e inguinais (Figura 6) e depois a leitegada foi pesada ao nascer (PL), foi obtido o peso de cada leitão individualmente (PI) por meio de balança eletrônica (Figura 7A), identificados por meio de mossa (sistema australiano de marcação) (Figuras 7B, 7C).

Figura 6. Direcionamento e ordenação dos leitões no aparelho mamário imediatamente após o parto



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

Figura 7. Pesagem e identificação dos leitões neonatos por meio de mossas



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

Estes leitões também tiveram o sexo identificado e os tetos contabilizados, visto que esta é uma característica importante numa espécie plurípara (parição de dois ou mais conceptos por partos) e cuja característica é repassada geneticamente de uma geração a outra. No momento do desmame aos 28 dias de idade, os leitões foram novamente pesados e anotados os dados referentes à mortalidade no período de lactação. Avaliou-se também a média de dias que as matrizes levavam para apresentar o cio fértil após o desmame (intervalo desmame-cio - IDC) por avaliação visual (único avaliador) e por meio de identificação do reprodutor.

A ração farelada seca foi fornecida, em duas refeições, em quantidades fixas de 2,0 kg/dia no primeiro e segundo terços gestacionais e de 3,0 kg/dia no último terço da gestação. Às fêmeas em lactação a ração foi fornecida umedecida (na proporção de 1:1 de água em relação à ração), visando estimular o consumo especialmente nos horários mais quentes, em quantidades fixas de 5,0 kg/dia, em três refeições, de modo a suprir as exigências nutricionais para este estágio fisiológico. Aos leitões, a partir dos sete dias de idade, foi fornecida ração pré-inicial.

Independente dos ingredientes utilizados, cada grupo genético foi alimentado de forma a atender às necessidades por fase de desenvolvimento de acordo com recomendações de Rostagno (2011) contidas na Tabela Brasileira de Aves e Suínos (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Ração de gestação fornecida às matrizes conforme a Tabela Brasileira de Aves e Suínos

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho, grão	69,426
Farelo de soja, 45%	13,974
Farelo de trigo	13,356
Fosfato bicálcico	1,400
Calcário	1,226
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,050
Sal comum	0,415
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>
Composição calculada	Quantidade (kg)
Proteína bruta	14,400
Energia digestível, kcal/kg	3,200
Fibra bruta	3,369
Óleo de soja	3,136
Sódio	0,200
Cálcio	0,900
Fosfato disponível	0,380
Lisina digestível	0,543
Metionina + cistina digestível	0,451
Metionina digestível	0,219
Treonina digestível	0,441
Triptofano digestível	0,138
Ácido linoleico	1,426

<sup>1</sup> Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 1.500.000 UI; vit. E, 8.000 UI; vit. K3, 4 g; vit. B2, 4 g; vit. B6, 5 g; vit. B12, 30.000 mg; ácido nicotínico 40 g; ácido pantotênico 20 g; bacitracina de zinco 10 g; antioxidante 30 g; selênio 23 mg; e excipiente q. s. p. 1.000 g.

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: Fe, 180 g; Cu, 20 g; Co, 4 g; Mn, 80 g; Zn, 140 g; I, 4 g e excipiente q.s.p., 1.000 g.

Tabela 2. Ração de lactação fornecida às matrizes conforme a Tabela Brasileira de Aves e Suínos

Ingrediente	Quantidade (kg)
Milho, grão	72,599
Farelo de soja, 45%	25,000
Sal comum	0,431
Fosfato bicálcico	0,000
Calcário	1,818
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,050
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>
Composição calculada	Quantidade (kg)
Proteína bruta	17,606
Energia digestível	3,378
Fibra bruta	2,895
Óleo de soja	2,857
Sódio	0,210
Cálcio	0,800
Fosfato disponível	0,105
Lisina digestível	0,759
Metionina + cistina digestível	0,526
Metionina digestível	0,264
Treonina digestível	0,567
Triptofano digestível	0,179
Ácido linoleico	1,566

<sup>1</sup> Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 1.500.000 UI; vit. E, 8.000 UI; vit. K3, 4 g; vit. B2, 4 g; vit. B6, 5 g; vit. B12, 30.000 mg; ácido nicotínico 40 g; ácido pantotênico 20 g; bacitracina de zinco 10 g; antioxidante 30 g; selênio 23 mg; e excipiente q. s. p. 1.000 g.

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: Fe, 180 g; Cu, 20 g; Co, 4 g; Mn, 80 g; Zn, 140 g; I, 4 g e excipiente q.s.p., 1.000 g.

O acesso à água foi à vontade em bebedouros automáticos tipo *nipple* tanto para as porcas quanto para os neonatos. Após desmamadas, durante o intervalo desmame-cio as matrizes receberam diariamente 3,0 kg de ração de lactação até o dia na próxima cobertura.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento experimental GLM do programa estatístico SAS (2002). A comparação das médias, quando necessária, foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 podem-se observar os dados relativos ao desempenho zootécnico de fêmeas suínas de três genótipos diferentes mantidas em região de clima semiárido.

Tabela 3. Desempenho zootécnico médio de fêmeas suínas dos genótipos Pietrain-Duroc, Pietrain-Landrace e sem raça definida, mantidas ao ar livre no Semiárido pernambucano

Variáveis	Pietrain-Duroc	Pietrain-Landrace	Sem raça definida
Nascidos vivos	10,10 a	10,20 a	9,90 a
Números de machos	5,60 a	5,20 a	4,80 a
Números de fêmeas	4,20 a	3,80 a	5,20 a
Natimortos	0,20 a	0,30 a	0,20 a
Mumificados	0,00 a	0,20 a	0,00 a
Peso médio ao nascer	1,81 a	1,57 b	1,05 c
Peso médio ao desmame	11,85 a	9,37 ab	6,80 b
Mortalidade	0,60 a	0,60 a	0,40 a
Tempo de parto (horas)	3,40 a	3,50 a	3,20 a
Condição de parição	normal	normal	normal
Média de IDC (dias)	3,90 a	3,70 a	4,00 a

Legenda: Condição de parição - parto normal ou distócico. IDC = Intervalo desmame-cio.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si a 5,0% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na análise das médias não se observou diferença significativa para o número de nascidos vivos, número de machos, número de fêmeas, número de natimortos, número de mumificados e para mortalidade durante a lactação, independente do grupo genético das fêmeas avaliadas.

Entretanto, as variáveis peso médio ao nascer e peso médio ao desmame (28 dias de idade) variaram em função do genótipo da fêmea. Leitões provenientes de matrizes de genética selecionada para máximo ganho de peso como as Pietrain-Duroc e Pietrain-Landrace apresentaram peso ao nascer maiores que os leitões de matrizes sem raça definida, fazendo-se destaque para as matrizes Pietrain-Duroc, com leitões nascidos com média de 1,8 kg, 20% acima, portanto, do peso médio normal para leitões ao nascer (1,5 kg).

Os leitões de fêmeas sem raça definida apresentaram peso abaixo do esperado, possivelmente pela menor eficiência placentária e a ausência de trabalhos de melhoramento genético para peso ao nascer quando comparadas às fêmeas de alto desempenho. Segundo Vallet et al. (2003) o genótipo pode determinar diferenças na formação, no tamanho e na vascularização placentária influenciando o desenvolvimento do concepto.

Quiniou et al. (2002) perceberam um aumento na proporção de sete para 23% dos leitões pesando menos do que 1,0 kg quando o tamanho da leitegada aumentou de 11 para mais de 16 leitões nascidos.

Leitões que, ao nascer, apresentam peso abaixo de 1,0 kg devem ser considerados como de alto risco e necessitam manejos e cuidados especiais. Segundo Magnabosco (2015) este índice pode alcançar de 15 a 19% do total de leitões nascidos. Apesar de poucas granjas adotarem a pesagem individual dos leitões ao nascimento, a informação do peso ao nascer auxilia na tomada de decisões e no manejo dos leitões leves e, conseqüentemente, mais fracos. Este autor explica ainda que, atualmente, podem ser consideradas uma variabilidade em torno de 20 a 22% para leitegadas provenientes de marrãs e 26 a 27% de porcas com aproximadamente 14,5 leitões nascidos totais, visto que quanto maior a leitegada, maior a ocorrência de leitões com baixo peso.

Almeida et al. (2014), avaliando o peso ao nascer de leitões sobre o desempenho de marrãs da raça Landrace até a puberdade, afirmam que o baixo peso ao nascer aumenta consideravelmente o risco de morte.

O diagnóstico preciso do baixo peso ao nascer começa pela necessidade de implantação da pesagem individual dos leitões, além de outras medidas práticas, que vão desde a nutrição intra-útero (especialmente a partir dos 36 dias de gestação) que, segundo Wigmore & Stickland (1983) o ganho de peso pós-natal dos suínos está relacionado à hipertrofia das fibras musculares definida aos 90 dias de gestação, até a disponibilização de condições adequadas de ambiência às matrizes, principalmente no ambiente de clima quente e que, na maioria das vezes, está fora da faixa de temperatura ótima de 12 a 16° C (COUTINHO et al., 2014) necessária para que fêmeas em lactação estejam em conforto térmico, segundo Perdomo et al. (1987), e condições adequadas de ambiência aos leitões neonatos que necessitam de ambiente controlado com temperaturas entre 32 e 34° C (BORTOLOZZO et al., 2011).

Tendência semelhante foi observada para o peso ao desmame, em que leitões dos genótipos Pietrain-Duroc e Pietrain-Landrace que nasceram mais pesados apresentaram-se também mais pesados ao final do período de lactação, ao atingirem os 28 dias de idade, quando comparados aos leitões desmamados de fêmeas sem raça definida. Sabe-se que há uma correlação direta e positiva dessa característica com o peso ao nascer, visto que o peso ao nascer é determinante não apenas para a sobrevivência dos leitões, mas também para o potencial de crescimento durante toda a vida.

Segundo Fix et al. (2010) tão importante quanto aumentar o peso médio ao nascer é proporcionar a geração de leitões com pesos uniformes ao nascimento, dentro da leitegada, para a sobrevivência dos leitões. Estes autores afirmam que o baixo peso e a alta variabilidade de peso entre os lotes pode ser considerada como um dos principais fatores de mortalidade dos leitões.

As causas mais frequentes de mortes observadas durante a realização desta pesquisa foi por esmagamento e pisaduras, porém dentro do índice esperado numa produção de suínos ao a livre (Figura 8).

Figura 8. Neonato morto por esmagamento (A) e leitão com ferimento lateral por pisadura (B)



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

Semelhante ao observado nesta pesquisa quanto a relação peso ao nascer e peso ao desmame, Wolter et al. (2002) avaliando o efeito do peso ao nascer e da alimentação suplementar para leitões durante a lactação sobre as características pré-desmame e crescimento pós-desmame e de carcaça observaram que leitões mais pesados ao nascer (1,8 kg) apresentaram maior peso ao desmame (6,58 e 5,72 kg, respectivamente) quando comparados aos leitões mais leves (1,3 kg).

Furtado et al. (2012) expõem que leitões com peso ao nascer abaixo de 1,2 kg, principalmente nas primeiras 72 horas de vida, podem representar percentualmente índices de mortalidade neonatal superiores a todo o restante do ciclo do suíno até o abate, indicando que leitões com baixo peso tiveram pior desempenho comparado aos de alto peso.

Para Panzardi et al. (2013) é fisiologicamente comprovado que leitões com menor massa corporal apresentam-se com menores reservas de energia e, portanto, com maior susceptibilidade ao frio, sendo essa uma séria desvantagem na competição por alimento com os leitões maiores.

Alvarenga et al. (2012) também afirmam que o impacto do baixo peso ao nascer gera diferenças nos pesos das fases subsequentes de desenvolvimento em que as diferenças ao nascer são multiplicadas no decorrer da vida em um fenômeno conhecido como efeito multiplicador dos pesos, no qual diferenças de 1,0 kg ao nascer podem representar até mais de 10 kg ao abate.

Levando-se em consideração o número de animais desmamados aos 28 dias, o peso dos leitões ao desmame e a mortalidade no período avaliado, percebe-se que os grupos genéticos de alto desempenho Pietrain-Duroc e Pietrain-Landrace mostraram-se bem adaptados às condições edafoclimáticas do Semiárido pernambucano, o que pode ser explicado pela diferença de produtividade entre os grupos genéticos analisados, em que os grupos de fêmeas formados por animais de cruzamentos de raças estrangeiras e, portanto, especializadas, são, de fato mais produtivos que os animais sem raça definida. Além disso, as fêmeas de raças estrangeiras e, também seus cruzamentos, apresentam alta habilidade materna, influenciando dessa maneira, em menor mortalidade, em maior número de leitões desmamados e com melhor peso ao desmame, sugerindo, portanto, também maior produção de leite.

Com relação à condição de parição, a maioria dos partos (69%) aconteceu depois das 17h00min. e não se observou nenhum parto distócico no período de realização da pesquisa. Também o tempo de parição não foi significativo em função do grupo genético, variando de 3,2 a 3,5 horas ( $P>0,05$ ), valores estes considerados normais para leitegadas em torno de 12 animais, visto que o período de expulsão de um leitão a outro é em torno de 15 minutos em um parto normal.

Também a média de intervalo desmame-cio (IDC) (Tabela 3) não foi significativo em função do grupo genético, variando de 3,7 a 4,0 dias ( $P>0,05$ ). Possivelmente o atendimento das necessidades nutricionais a partir de dietas formuladas para as matrizes em gestação e lactação (Tabelas 1 e 2) e o correto manejo destas fêmeas possibilitaram a obtenção desse resultado.

De acordo com Patterson et al. (2011), o inadequado suprimento nutricional no período de lactação das matrizes exigirá maior mobilização das reservas corporais, impactando negativamente no desempenho reprodutivo subsequente. Entretanto, se a demanda energética para produção de leite é atendida estas matrizes pouparão as reservas corporais que serão direcionadas à produção do ciclo subsequente.

Se o IDC é superior ao normal, o número de leitões totais nascidos cai nos segundos partos ou existem perdas elevadas por anestros nestas porcas (FLORES et al., 2013). Segundo Poleze (2004), considerando uma fêmea que produz 25 leitões/ano, cada dia não produtivo desta fêmea representa a perda de 0,07 leitão.

De acordo com Vesseur (1997), na suinocultura moderna espera-se que 85 a 90% das fêmeas apresentem estro em até sete dias após o desmame. Porém esse índice pode ser afetado por diversos fatores incluindo genética, ambiente, alojamento, alimentação, manejo, entre outros, podendo levar ao aumento do intervalo desmame-cio e reduzir o número de partos por fêmea por ano.

Um intervalo desmame-cio prolongado, acima de cinco dias, dificulta o atingimento da meta de cobertura por lote e está associado a um pior rendimento da fêmea ou a uma elevada proporção elevada de fêmeas primíparas no plantel. O atraso do cio é mais provável em primíparas do que nas fêmeas mais velhas, especialmente nos meses mais quentes (KIRKWOOD; CARR, 2019).

Durante a realização desta pesquisa não se observou problemas de ferimentos nos tetos das matrizes em função da manutenção dos dentes dos leitões (Figura 9), apesar de ser prática corriqueira na suinocultura intensiva o corte dos dentes logo após a primeira mamada. Os leitões ao nascer já apresentam oito dentes completamente eclodidos (CAMPOS et al., 2008), o que pode acarretar algumas complicações como, por exemplo, o ferimento das tetas da porca, bem como causar lesões entre os leitões por disputas pelos tetos.

Figura 9. Integridade do aparelho de matriz recém desmamada cujos leitões não tiveram os dentes cortados ou desgastados ao nascer



Créditos: Mônica Calixto Ribeiro de Holanda.

Com relação ao corte de cauda foi possível perceber que não houve casos de canibalismo após o desmame, mesmo que estas não tenham sido cortadas após o nascimento. Segundo Maqueda (1999), apenas em casos constatados de canibalismo na criação o corte dos dentes e da cauda dos leitões se tornam essenciais à sua sobrevivência. Segundo Edwradts (2002), o corte da cauda deve ser realizado como último recurso após o uso de estratégia nutricional e melhorias ambientais como maneira de evitar o canibalismo no plantel.

## 5. CONCLUSÃO

Mesmo nas condições do semiárido pernambucano, pode-se indicar a utilização de animais dos grupos genéticos Pietrain-Duroc e Pietrain-Landrace por apresentarem melhor desempenho quanto ao peso ao nascer e ao desmame e a menor mortalidade neonatal, refletindo-se positivamente no desempenho zootécnico da criação.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2020. Disponível em: <[https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa\\_relatorio\\_anual\\_2020\\_portugues\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2020.
- [2] ALMEIDA, M; BERNARDI, M. L; MOTTA, A. P. et al. Effect of birth weight and litter size on the performance of Landrace gilts until puberty. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 42, p. 1182. 2014.
- [3] ALVARENGA, A. L. N.; CHIARINI-GARCIA, H.; CARDEAL, P. C. et al. Intra-uterine growth retardation affects birth weight and postnatal development in pigs, impairing muscle accretion, duodenal mucosa morphology and carcass traits. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 25 n. 2, p. 387-395. 2012.
- [4] BORTOLOZZO, F. P.; KUMMER, A. B. H. P.; LESSKIU, P. E. et al. Estratégias de redução do catabolismo lactacional manejando a ambiência na maternidade. 2011. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/read/5513889/estrategias-de-reducao-do-catabolismo-lactacional-suinotec>>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- [5] BRACKE, M. B. M. Animal based parameters are no panacea for on farm monitoring of animal welfare. *Animal Welfare*, v. 16, p. 229-231, 2007.
- [6] BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. *Livestock Production Science, Amsterdam*, v. 71, p. 253-260, 2001.
- [7] CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C. et al. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. *Ceres*, n. 55, v. 3, p.187-193, 2008.
- [8] CARVALHO, P. L. C.; VIANA, E. F.; Suinocultura SISCAL e SICON: análise e comparação dos custos de produção. *Custos e Agronegócio*, v. 7, n. 3, Set/Dez, 2011.
- [9] COUTINHO, G. S. et al. Conforto térmico e manejo de suínos na maternidade levando em consideração o bem-estar animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 11, n. 1, p. 3109-3119, jan/fev, 2014.
- [10] DALLA COSTA, O. A.; DIESEL, R.; LOPES, E. J. C. et al. Sistema intensivo de suínos criados ao ar livre – SISCAL, 2002.– Embrapa Suínos e Aves e Extensão – EMATER/RS. 2002. Boletim Informativo de Pesquisa & Extensão. BIPERS – EMBRAPA, junho de 2002.
- [11] DEMORIL, A. B.; LOVATTO, P. A.; ANDRETA, I. et al. Criação intensiva de suínos em confinamento ou ao ar livre: estudo meta-analítico do desempenho zootécnico nas fases de crescimento e terminação e avaliação de carcaça e carne no *Longissimus dorsi*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1294-1299, 2012.
- [12] EDWARDS, S. A. Current developments in pig welfare. The appliance of pig science. Nottingham, UK, 9-10 September, 2002, pp. 101-115.
- [13] FERREIRA, R. A.; CHIQUIERI, J.; MENDONÇA, P. P. et al. Comportamento e parâmetros fisiológicos de leitões nas primeiras 24 horas de vida. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1845-1849, nov./dez., 2007.
- [14] FIX, J. S.; CASSADY, J. P.; HERRING, W. O. et al. Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine. *Livestock Science*. v. 127, p. 51-59. 2010.
- [15] FLORES, A. G.; RUTLLANT, J. W. I.; NUÑEZ, M. A. S.; Maneio alimentar em porcas desde o desmame à cobrição. 2013. DISPONÍVEL EM: <[https://www.3tres3.com.pt/artigos/maneio-alimentar-em-porcadas-desde-o-desmame-a-cobric%C3%A3o\\_6428/](https://www.3tres3.com.pt/artigos/maneio-alimentar-em-porcadas-desde-o-desmame-a-cobric%C3%A3o_6428/)>. Acesso em: 14 dez. 2020.
- [16] FURTADO, C. D. S. D.; MELLAGI, A. P. G.; CYPRIANO, C. R. et al. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou locomotoras no desempenho de leitões lactentes. *Acta Scientiae Veterinariae*. v. 40, n. 4, p. 1077. 2012.
- [17] GOMES, M. F. M.; GIROTTI, A. F.; TALAMINI, D. J. D. et al. Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 108p (EMBRAPA-CNPISA. Documentos, 26), 1992.
- [18] GOOGLE MAPS. Foto. Mapeamento por satélite, 2020. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Serra+Talhada,+PE/@-7.9512971,-38.2975914,229m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x7a7163a02243ecf:0x106b2cc6df8663f1!8m2!3d-7.9821907!4d-38.2893787?hl=pt-BR&authuser=0>>. Acesso em: 14 dez. 2020.
- [19] HÖTZEL, M. J; FILHO, L. C. P. M. Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI. *Revista de Etologia*, v. 6, n.1, p. 03-15, 2004.
- [20] KERR, B. J.; YEN, J. T.; NIENABER, J. A. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environment temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 1998-2007, 2003.

- [21] KIRKWOOD, R.; CARR, J. Controle de problemas de cio em leitoas e matrizes. 2019. Disponível em: < [https://www.3tres3.com.br/artigos/controle-de-problemas-de-cio-em-leitoas-e-matrizes\\_19/](https://www.3tres3.com.br/artigos/controle-de-problemas-de-cio-em-leitoas-e-matrizes_19/)>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- [22] LEBRET, B. et al. Influence of outdoor rearing and indoor temperature on growth performance, carcass, adipose tissue and muscle traits in pigs, and on the technological and eating quality of dry-cured hams. *Meat Science*, v. 62, p. 447-455, 2002.
- [23] LEITE, D. M. G.; COSTA, O. A. D.; VARGAS, G. A. et al. Análise Econômica do Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 2, p. 482-486, 2001.
- [24] LIMA, J. A. F.; OLIVEIRA, A. I. G.; FIALHO, E. T. Produção de Suínos. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 199p. (FAEPE - Curso de Pós-graduação Latu Sensu).
- [25] MAGNABOSCO, D. Fatores envolvidos no desenvolvimento corporal e desempenho reprodutivo de matrizes suínas. 2015. 92 p. Tese (doutorado em Ciências Veterinárias) -- Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2015.
- [26] MAQUEDA, J. J. Curso para capacitação em produção e sanidade suína. Campinas: Consuitec, 1999. 24p.
- [27] MENESES, J. F. Produção de suínos e bem-estar animal: uma perspectiva europeia. In: SILVA, I. J. O. *Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos*, Piracicaba: FEALQ, p. 180-195, 1999.
- [28] PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O. da; CARVALHO, J. L. et al. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. *Engenharia Rural*, v. 17, n. 1, julho, 2006.
- [29] PANDORFI, H. Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise da imagem e identificação eletrônica. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Física do Ambiente Agrícola). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- [30] PANZARDI, A.; BERNARDI, M. L.; MELLAGI, A. P. et al. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. *Preventive Veterinary Medicine*. v. 110, p. 206-213. 2013.
- [31] PERDOMO, C. C. et al. Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões. Concórdia, EMBRAPA-CNPISA, 1987. p.1-3.
- [32] Patterson J. L. Smit, M. N.; Novak. S. et al. Restricted feedintake in lactating primiparous sows i. Effects on sow metabolic state and subsequent reproductive performance. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 23, n. 7, p. 889-898, 2011.
- [33] POLEZE E. Caracterização do intervalo desmame-estro e efeito de sua variação no desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2004.
- [34] QUINIQU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglet's birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*. v. 78, p. 63-70. 2002.
- [35] ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais / editor Horácio Santiago Rostagno. – 3. ed. Viçosa-MG: UFV, DZO, 2011. 252p.
- [36] SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. User's guide. Cary: SAS Institute, 2002. 525p.
- [37] SCOTT, K.; CHENNELLS, D. J.; CAMPBELL, F. N. The welfare of finishing pigs in two contrasting housing systems: fully-slatted versus straw-bedded accommodation. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 103, p. 104-115, 2006.
- [38] SEAB. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Perfil da Agropecuária Paranaense. Curitiba: Divisão de Conjuntura Agropecuária - DCA, 2007.
- [39] SEGANFREDO, A. M. Equação de Dejetos. *Suinocultura Industrial*, SP, v. 23, n. 144, p. 14-18, 2000.
- [40] SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MOURA, M. S. B. et al. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 7, p. 515-525, 2015.
- [41] SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S. et al. *Suinocultura Intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho*. Brasília: EMBRAPA, 1998, p.135-162.
- [42] SOBESTIANSKY, J.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. et al. Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1987, 3p. (Embrapa-CNPISA Comunicado Técnico, 87).
- [43] STOLBA, A.; BAKER, N.; WOOD-GUSH, D. G. M. The characterization of stereotyped behavior in stalled sows by informational redundancy. *Behaviour*, Leiden, v. 77, n. 1, p. 157-181, 1983.

- [44] TALAMINI, D. J. D.; MARTINS, M. F.; ARBOIT, C. et al. Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação. *Custos e Agronegócio*, v. 2, edição especial, p. 64-83, 2006.
- [45] VALLET, J. L.; KLEMCKE, H. G.; CHRISTENSON, R. K. et al. The effect of breed and intrauterine crowding on fetal erythropoiesis on day 35 of gestation in swine. *Journal of Animal Science*. v. 81, n. 9, p. 2352-2356. 2003.
- [46] VESSEUR, P. C. Causes and consequences of variation in weaning to oestrus interval in the sow. PhD thesis. University Wageningen, Wageningen, The Netherlands, 1997.
- [47] WIGMORE, P. M.; STICKLAND, N. C. Muscle development in large and small pig fetuses. *Journal of Anatomy*. v. 137, n. 2, p. 235. 1983.
- [48] WOLTER, B. F.; ELLIS, M.; CORRIGAN, B. P. et al. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 301-308. 2002.

# Capítulo 14

## *Infecção por *Myxobolus* sp. (myxozoa) em *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) oriundo do rio Uraim, em Paragominas, PA*

*Isadora Sousa Farias*

*Isabelly Layla Freitas Santos*

*Jhonata Eduard Farias de Oliveira*

*Edilson Rodrigues Matos*

*Michele Velasco Oliveira da Silva*

**Resumo:** A Amazônia brasileira tem um elevado consumo de pescado, decorrente dos diversos habitats naturais propícios para comportar a maior diversidade de peixes neotropicais do planeta. No entanto, devido a suscetibilidade que esses animais possuem no ambiente aquático, principalmente em relação a qualidade da água, são constantemente acometidos por microparasitas cnidários do filo Myxozoa, que são conhecidos mundialmente por causar doenças em peixes comerciais. Diante disso, esse estudo tem o objetivo de verificar a presença de *Myxobolus* sp. (myxozoa) em *Hoplias malabaricus* (trairá), oriundo do rio Uraim em Paragominas, nordeste do estado do Pará. 10 exemplares foram capturados, sacrificados e necropsiados, no laboratório multidisciplinar de zootecnia da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Paragominas. Em seguida, a busca parasitológica se desenvolveu a partir da retirada de fragmentos teciduais e/ou cistos e a visualização por meio da montagem de lâminas a fresco em microscopia de luz, para a confirmação do parasitismo. A prevalência de parasitismo foi em 80% dos exemplares, onde foram observados cistos na superfície caudal, constituídos por esporos de formato oval, apresentando duas cápsulas polares e o esporoplasma, características inerentes do gênero *Myxobolus*. Este estudo é o primeiro relato da presença de mixosporídeos em peixes do rio Uraim, contribuindo para o conhecimento ictiosanitário da região, especialmente da traíra, um peixe de elevado valor comercial.

**Palavras-Chave:** Amazônia, *Myxobolus*, *Hoplias malabaricus*, Peixe Comercial.

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão do consumo de pescado no Brasil e no mundo tem relação direta com a difusão sobre os benefícios acarretados pelo consumo da proteína e outros nutrientes presentes nos peixes, já que esses compostos orgânicos, estão atribuídos a princípios fundamentais de uma alimentação saudável (CARRIERO, 2011). Entre as regiões do país, a amazônica é a maior consumidora, estima-se que uma pessoa em média, consuma por ano 38,1 Kg, quantidade muito elevada se comparada com as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste com 3,1 Kg, 5,5 Kg e 3,4 Kg, respectivamente (SANTORI & AMANCIO, 2012).

Nesse contexto torna-se necessário conhecer as condições ambientais do habitat desses peixes, pois diante de problemas oriundos da expansão dos grandes centros urbanos, como o lançamento de efluentes com altas cargas de matéria orgânica nos corpos hídricos, decorrentes de esgotamentos não tratados que causam a eutrofização do corpo hídrico (MACHADO-TOMÉ et al., 2015; LINS et al., 2010).

Alterações na qualidade da água, que influenciem na taxa de oxigênio, podem causar o retardo no crescimento, redução da eficiência alimentar, aumento da incidência de doenças e mortalidade de peixes (KUBITZA, 1998). A maioria das doenças é causada pela fauna parasitária, entre eles os integrantes do filo Myxozoa, que parasitam uma grande diversidade de espécies de peixes (OKAMURA et al., 2015).

É importante salientar que a presença de parasitas no pescado, pode oferecer risco a saúde humana, pois podem possuir potencial zoonótico (CAMARGO, 2015). Considerando essas premissas, o presente estudo teve como objetivo verificar a presença do parasita *Myxobolus* sp. (myxozoa) na espécie *Hoplias malabaricus* (trairá) oriundo, do rio Uraim, em Paragominas, nordeste do estado do Pará.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os organismos aquáticos estão suscetíveis a intensas quantidade de substâncias tóxicas, advindas de várias fontes como: lixos industriais, processos de drenagem agrícola e derrames acidentais de esgoto, que contribuem principalmente para o aumento de metais pesados, agrotóxicos e compostos orgânicos (ARIAS et al., 2007).

A Amazônia brasileira, é a região do Brasil com a maior riqueza de espécies de peixes, estima-se que exista um pouco mais de 2.500 (BÖHLKE et al., 1978). Alterações na qualidade ambiental influenciam diretamente nas populações desses vertebrados, pois fatores físico-químicos, como: luminosidade, composição química da água, alterações de temperatura e oxigênio, os torna mais vulnerável ao parasitismo e a manifestação de doenças (GRAÇA & MACHADO, 2007).

Nesse sentido, a prevalência dos parasitas está intrinsecamente relacionada com as condições do habitat dos seus hospedeiros, podendo ser potenciais bioindicadores da qualidade ambiental (GOLZIO et al., 2016). Esses são responsáveis pela redução do pescado em ambiente natural e em cativeiro, podendo ocasionar diversos danos à saúde do hospedeiro como: interferir na taxa de crescimento e reduzir na capacidade de se alimentar (MACHADO-TOMÉ et al., 2015; SILVA JÚNIOR, 2014; CORREA, 2009).

Entre os principais parasitas que acometem os peixes, destaca-se os mixosporídios, que causam lesões no hospedeiro em regiões como: brânquias, musculatura e órgãos internos, facilitando a entrada de organismos oportunistas como: fungo e bactérias (LUQUE, 2004). Esses microparasitas são eucariontes, que utilizam da forma de esporos em seu ciclo de vida, para parasitar vertebrados e invertebrados (OKAMURA et al., 2015).

Os três gêneros mais comuns em teleósteos marinhos e de água doce são: *Myxobolus*, *Henneguya* e *Kudoa* (SILVA, 2016). Sendo o gênero *Myxobolus* Butschli, 1882 o mais diverso, caracterizados por possuir esporos em formato elíptico, com duas capsulas polares e esporoplasma binucleado (EIRAS et al., 2005).

A espécie *Hoplias malabaricus*, também conhecida como trairá, e da ordem Characiformes e pertencente à família Erythrinidae, é um predador que habita diferentes regiões de água doce, suportando condições ambientais adversas, como diferenças brutas de locais, tolera a falta de oxigênio e longos períodos de escassez de alimento, o que explica a sua ampla dispersão, consistindo em um peixe carnívoro de bote rápido e voraz, caracterizado por ter escamas, corpo cilíndrico, boca e olhos grandes, faz parte da dieta alimentar de aves piscívoras, e mamíferos, incluindo humanos (LINS et al., 2010; CORREA, 2009; BARROS et al., 2007).

### 3. METODOLOGIA

Os 10 exemplares de *Hoplias malabaricus*, foram adquiridos mortos de pescadores artesanais, os animais são oriundos do rio Uraim, do município de Paragominas, localizado na microrregião do nordeste paraense (Figura 1). Posteriormente foram transportados em caixas isotérmicas e necropsiados, no laboratório multidisciplinar de zootecnia, da universidade federal rural da Amazônia (UFRA-Paragominas). Para verificar lesões ou cistos na região extracorpórea e em órgãos internos, utilizou-se um estereomicroscópio. Fragmentos de tecidos foram retirados para a montagem de lâmina a fresco em microscopia de luz e iniciar a pesquisa dos microparasitas. Confirmado o parasitismo, realizou-se fotografias em Contraste de Interferência Diferencial (DIC), no laboratório de pesquisa Carlos Azevedo (UFRA-Belém).

Figura 4- Espécime de *Hoplias malabaricus*.

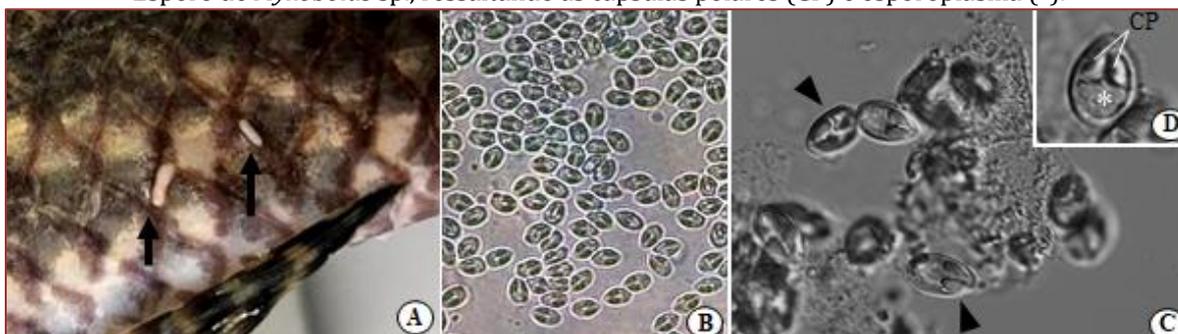


### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A prevalência de parasitismo foi em 80% dos espécimes. Observou-se cistos na nadadeira caudal (Figura 2A). A retirada de fragmentos desta região possibilitou a observação em microscopia de luz, de vários esporos com o formato oval, constituídos por duas capsulas polares piriformes e esporoplasma (Figura 2B a 2D). Essas características concernem com as espécies que integram o gênero *Myxobolus* Bütschli, 1882, descritas no estudo de Eiras (2005).

A manifestação desses microparasitas causando patogenicidade, pode indicar a ocorrência de um desequilíbrio ambiental na região, pois em condições normais isso não acontece (LOM, J. et al, 1984). Outro aspecto a ser destacado, é a vulnerabilidade do animal em ser predado no seu ambiente natural, pois a medida que os cistos de *Myxobolus* sp. se desenvolvem, ocorre a absorção das células, reduzindo a capacidade funcional da nadadeira (THATCHER, 1981).

Figura 2: Infecção por *Myxobolus* sp. em *Hoplias malabaricus*. **A.** Cistos de *Myxobolus* sp., (setas); **B.** Fotomicrografia de luz de esporos de *Myxobolus* sp. a fresco. **C.** Fotomicrografia em contraste de interferência diferencial (DIC) ressaltando a aglomerações de esporos de *Myxobolus* sp.(cabeça de seta); **D.** Esporo de *Myxobolus* sp., ressaltando as cápsulas polares (CP) e esporoplasma (\*).



## 5. CONCLUSÕES

Este estudo é o primeiro a relatar a presença de mixosporídeos no pescado do rio Uraim, no município de Paragominas, Pará. Trabalhos deste âmbito são fundamentais para avaliar e ampliar o conhecimento acerca da sanidade dos peixes em seu ambiente natural, pois a Amazônia é a região que mais consome pescado no Brasil, relacionado a grande quantidade de comunidades tradicionais, que dependem da ictinofauna dos rios, para a alimentação e comercialização.

## REFERÊNCIAS

- [1] ARIAS, A. R. L. et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, p. 61-72, 2007.
- [2] BARROS, L. A.; MORAES FILHO, J.; OLIVEIRA, R. L. Larvas de nematoides de importância zoonótica encontradas em traíras (*hoplias malabaricus* bloch, 1794) no município de Santo Antonio de Leverger, MT. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.2, p.533-535, 2007.
- [3] BÖHLKE, J. E.; WEITZMAN, S. H.; MENEZES, N. A. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazonica*, v. 8, n. 4, p. 657-677, 1978.
- [4] CAMARGO, Aline de Almeida. Metazoários parasitos dos lambaris *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 e *astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)(Characiformes: Characidae) coletados no rio Batalha, médio rio Tietê, SP, Brasil. 2015.
- [5] CARRIERO, M. M. Taxonomia e filogenia molecular de Myxozoa parasitas de peixes de água doce oriundos de ambientes natural e de sistema de criação. 2011. 50f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade e Zootecnia e Engenharia de Alimento – Universidade de São Paulo.
- [6] CORRÊA, L. L. Avaliação de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces: Erythrinidae) como potencial indicadores de qualidade ambiental. 2009, f 87. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.
- [7] EIRAS, J. C.; MOLNÁR, K.; LU, Y. S. Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporae: Myxobolidae). *Systematic parasitology*, v. 61, n. 1, p. 1-46, 2005.
- [8] GOLZIO, J. E. S. A. et al. Diversidade de parasitos de peixes e sua relação com características dos hospedeiros e do ambiente nos estuários do Rio Mamanguape e Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. 2016.
- [9] GRAÇA, J. R.; MACHADO, M. H.. Ocorrência e aspectos ecológicos de metazoários parasitos de peixes do Lago do Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 29, n. 3, 2007.
- [10] KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes-Parte III (final). *Panorama Aquicult*, v. 8, p. 35-43, 1998.
- [11] LINS, J. A. P. N. et al. Uso de peixes como bioindicadores para monitoramento ambiental aquático. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental*, v. 8, n. 4, p. 469-485, Curitiba, 2010.
- [12] LOM, J. et al. Revised classification of the class Myxosporae Bütschli, 1881. *Folia Parasitologica*, v. 31, n. 3, p. 193-205, 1984.
- [13] LUQUE, J. L. Biologia, Epidemiologia e controle de parasitos de peixes. In: XII Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária & I SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECKETISIOSES, 2004, Ouro Preto - MG, Anais do Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária & I Simpósio Latino-Americano de Recketisioses, 2004.
- [14] MACHADO-THOMÉ, P. C.; SABORA, C. C.; THOMÉ, M. P. M. Fauna parasitária do tegumento do sairú *Cyphocharax gilbert* (quoy e gaimard, 1824) (characiformes: curimatidae) em Dois Riachos da Porção Média da Bacia do Rio Muriaé, Itaperuna, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico – REINPEC*, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2015.
- [15] NEVES, P. A. Histórico da Deposição de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos em um Estuário Amazônico nos Últimos Cem Anos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015.
- [16] OKAMURA, B.; GRUHL, A.; BARTHOLOMEW, J. L. An introduction to myxozoan evolution, ecology and development. In: *Myxozoan evolution, ecology and development*. Springer, Cham, 2015. p. 1-20.

- [17] SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança alimentar e nutricional*, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.
- [18] SILVA JÚNIOR, A. C. S. Estudos morfológico de myxosporídio em *Hemiodus unimaculatus* Bloch, 1794 (Charariformes: Hemiodontidae) oriundos do Município de Ferreira Gomes, Estado do Amapá. *Jornal system Biota Amazônia*, Macapá, v. 4, n. 1, p. 9-14, 2014.
- [19] SILVA, M. V. O. Caracterização morfológica, hispatológica e molecular de mixosporídios parasitos de *Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840 e de *Cichala temensis* Humboldt 1821, do Baixo Tocantis, PA. 2016, 100 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará.
- [20] SOARES, M. G. M.; YAMAMOTO, K. C. Diversidade e composição da ictiofauna do lago Tupé. Santos-Silva et al, p. 181-197, 2005.
- [21] THATCHER, V. E. Patologia de peixes da Amazônia Brasileira, 1. Aspectos gerais. *Acta Amazonica*, v. 11, n. 1, p. 125-140, 1981.

# Capítulo 15

## *Lisina digestível para leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente semiárido*

*Jefferson Moraes Azevedo*

*Mônica Calixto Ribeiro de Holanda*

*Marco Aurélio Carneiro de Holanda*

*Wilson Moreira Dutra Júnior*

**Resumo:** Os ajustes nutricionais desempenham papel crucial para obtenção de maior produtividade, pois, possibilitam aumentar a rentabilidade do empreendimento e diminuir o impacto ambiental gerado pela redução de excreção de nutrientes. Para tanto, é necessário constante atualização das exigências nutricionais visando a deposição de proteína e redução da gordura na carcaça, trazendo melhorias no ganho de peso e na conversão alimentar e, dessa forma, otimizar a tomada de decisão dos planos nutricionais. Nesse sentido, pesquisas na área de nutrição têm sido realizadas no intuito de aumentar a confiabilidade dos resultados e atualizar as informações para acompanhar o progresso genético das linhagens disponíveis no mercado nacional e internacional cada dia mais exigentes em nutrientes. Essa atualização das exigências nutricionais é imprescindível, pois além da linhagem, outros fatores como temperatura ambiental, fase de desenvolvimento, sexo, consumo e manejo determinam as necessidades nutricionais dos animais. A lisina dietética é um fator chave que influencia os índices de produtividade, além de ser o primeiro aminoácido limitante em dietas de suínos, sendo necessária a constante atualização de suas exigências em diferentes ambientes. Portanto, estimar a exigência de lisina de animais de determinado genótipo, durante diferentes fases de crescimento, levando em consideração o impacto causado pelo ambiente térmico, e separando os animais em diferentes categorias de sexo, parece ser um caminho coerente para obtenção de informações sobre a exigência de lisina para que sejam cada vez mais realistas e adequadas ao ambiente de produção. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes níveis de lisina sobre o desempenho de leitões da raça Duroc na fase inicial de 15 a 30 kg de peso corporal criados em ambiente semiárido. A temperatura média do período experimental foi de 32,6 °C e a umidade relativa de 30,6%. Foram utilizadas 30 fêmeas suínas com peso médio inicial  $15 \pm 1,2$  kg distribuídos em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 unidades experimentais com um animal por unidade experimental. Os tratamentos corresponderam a uma ração basal com 3.230 kcal de energia metabolizável por kg e 17% de proteína bruta suplementada com L-lisina HCl, resultando em rações com 0,85; 0,95; 1,05; 1,15; 1,25% de lisina digestível. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de lisina sobre o consumo diário de ração e ganho de peso diário, no entanto, os níveis de lisina da ração influenciaram ( $P > 0,01$ ) a conversão alimentar de forma quadrática que apresentou ponto de otimização da resposta ao nível de 10,64 g/kg ou 1.064%, equivalente a um adensamento 3,49 g de lisina/Mcal de energia metabolizável.

**Palavras-chave:** aminoácido limitante, crescimento, exigência nutricional, fêmeas suínas, semiárido

## 1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira é uma das mais importantes atividades agropecuárias no país, sendo responsável em 2020 por uma produção de 4,13 milhões de toneladas de carne (ABPA, 2020), sucesso esse devido à constante busca de melhorias tecnológicas que possibilitem gerar produtos de alta qualidade com padrão internacional.

Nesse contexto, os ajustes nutricionais desempenham papel crucial no alcance dessas metas, pois, além possibilitar que os ganhos genéticos sejam expressos em produtividade e qualidade final (BERTOL et al., 2010), aumentam a rentabilidade do empreendimento, e ao mesmo tempo diminuem o impacto ambiental pela redução de excreção de nutrientes (CLOUTIER et al., 2014). Porém, é necessária uma constante atualização das exigências nutricionais com o objetivo de manter o aumento da eficiência produtiva (ROSTAGNO et al., 2007).

Para aumento de produtividade e melhoria da eficiência alimentar a lisina apresenta papel fundamental (MAIN et al., 2008) para trazer melhorias no ganho de peso dos animais (CARVALHO et al., 2010), na conversão alimentar (SERÃO et al., 2012) e deposição de proteína (ABREU et al., 2007) e gordura na carcaça (TOUS et al., 2014), constituindo-se em um nutriente muito importante na busca pela otimização dos ganhos produtivos, apresentando papel crucial na tomada de decisão dos planos nutricionais (HAUSCHILD et al., 2010).

Nesse mesmo sentido, é defendido que fatores como sexo, idade, ambiente térmico e o status sanitário podem influenciar de forma relevante as exigências nutricionais e, conseqüentemente, as exigências de lisina (SAKOMURA et al., 2014). Por esse motivo, seus efeitos sobre a resposta animal devem ser constantemente quantificados.

A temperatura ambiental e umidade relativa do ar estão entre os elementos climáticos que mais influenciam o desempenho de suínos (BRUMANO; GATTÁS, 2009), podendo interferir no consumo de ração (TAVARES et al., 2000) e no ganho de peso animais (ROSS et al., 2015) e determinar a capacidade de retenção de proteína (SAKOMURA et al., 2014). Essa alteração da exigência pode ser provocada em parte pela própria diminuição do consumo (KIEFER et al., 2009), ou até mesmo pelas mudanças fisiológicas ocorridas no organismo animal na tentativa de promover a termorregulação (MANNO et al., 2006). Por esse motivo os impactos do ambiente nas exigências nutricionais necessitam de destaque no momento da tomada de decisão e abordagem dos planos nutricionais.

O sexo também está entre os fatores que exercem forte influência sobre as exigências nutricionais (BRUMANO; GATTÁS, 2009), sendo amplamente defendido que suínos machos inteiro são mais exigentes que fêmeas, que por sua vez são mais exigentes que machos castrados (SAKOMURA et al., 2014). Além disso, a genética também causa melhorias na eficiência de deposição de tecidos, influenciando na exigência de lisina (WECKE; LIEBERT, 2009). Todos esses fatores estão atrelados ao fator idade, uma vez que os animais apresentarão diferentes exigências de lisina com o passar do tempo (SAKOMURA et al., 2014).

Assim, estimar a exigência de lisina de animais de determinado genótipo durante diferentes fases de crescimento, levando em consideração o impacto causado pelo ambiente térmico e separando os animais em diferentes categorias de sexo, parece ser um caminho coerente para obtenção de informações sobre a exigência de lisina para que sejam cada vez mais realistas e adequadas ao ambiente de produção.

Na suinocultura moderna essa eficiência é medida em grande parte pela taxa de retenção de nitrogênio, que é mensurada pela taxa de deposição de carne na carcaça (SAKOMURA et al., 2014). Neste aspecto em especial, a lisina é um aminoácido que tem grande influência nos índices produtivos, como ganho de peso, conversão alimentar e taxa de deposição de carne na carcaça (ROCHA et al., 2013). Além de ser o primeiro aminoácido limitante em dietas de suínos, a lisina é usada como referência para estimar as exigências dos demais aminoácidos essenciais (NEMECHEK et al., 2012).

Pelo exposto, teve-se por objetivo avaliar diferentes níveis de lisina digestível para leitoas dos 15 aos 30 kg de peso vivo, mantidas em ambiente Semiárido, que apresenta, na maior parte do tempo, índices de temperatura e umidade do ar fora da zona de conforto térmico dos suínos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Muito se disserta à cerca da influência do estresse térmico, em especial o provocado pelo calor, sobre as exigências nutricionais dos animais. Não diferente disso, diversos autores defendem a ideia de que a exigência de lisina pode ser influenciada pela temperatura ambiental.

A influência da temperatura ambiental na exigência de lisina decorre do fato de que animais mantidos sobre estresse térmico tendem a fazer ajustes comportamentais e fisiológicos no intuito de diminuir o efeito estressante do ambiente (BATISTA et al., 2011). Um dos ajustes mais notados em ambientes de temperatura acima do conforto térmico é a diminuição do consumo de ração (JOHNSON et al., 2015), efeito este que tem forte influência nas exigências de lisina (SAKOMURA et al., 2014). Pode também, influenciar fisiologicamente, já que provoca mudanças no metabolismo do animal, alterando a eficiência de utilização de nutrientes e retenção de proteína (BRESTENSKÝ et al., 2012). Além disso, a diminuição no consumo pode impedir que a ingestão de lisina adequada para o perfeito desenvolvimento dos tecidos (MAIN et al., 2008) e provocar diminuição na eficiência alimentar (TOUS et al., 2014).

Nesse caso, o nutricionista deve ficar atento ao adensamento adequado da ração, considerando percentagem apropriada de lisina ajustada à redução de consumo da população em ambientes de alta temperatura (SARAIVA et al., 2007), evitando assim excesso ou carência desse aminoácido.

Da mesma forma, a umidade relativa do ar aliado à temperatura pode exercer influência na dissipação de calor do organismo para o ambiente, e conseqüentemente, na ingestão de alimentos (HUYNH et al., 2005), contribuindo para alterações nos requerimentos de lisina.

Indiretamente a exigência de lisina é influenciada pelo consumo de ração que, por sua vez, pode ser regulado pela temperatura do ambiente. Esse efeito é relatado por Kiefer et al. (2005) que observaram redução no consumo de 12,08% em suínos mantidos em ambiente com temperatura acima da zona de conforto térmico (31,2 °C) em relação ao mantidos dentro da zona de conforto térmico (21,7 °C). No mesmo sentido Batista et al. (2011) perceberam diminuição de 8,76% no consumo de suínos machos castrados quando a temperatura passou de 30 para 34 °C. Já Orlando et al. (2007) trabalhando com leitoas na faixa dos 30 aos 60 kg constataram que a diminuição do consumo pode ser vista mesmo com variações pequenas na temperatura já que, quando a temperatura aumentou de 30 para 31 °C, o consumo diminuiu em 0,66%.

Esse comportamento de diminuição de consumo com o aumento da temperatura do ambiente pode ser observado até mesmo em categorias de peso menores. Vaz et al. (2005) constataram que houve diminuição de consumo de 9,86% em suínos machos castrados com faixa de peso dos 15 aos 30 kg, quando a temperatura aumentou de 21,8 para 30 °C, salientando-se que a umidade relativa do ar observada foi de 73,8%, estando, portanto, dentro da zona estipulada como ótima para animais nessa fase de desenvolvimento

Uma das alterações causadas pela sazonalidade da temperatura ambiente é quanto a características de carcaça, uma vez que, suínos mantidos sobre estresse térmico tendem a acumular mais gordura e diminuir a deposição de proteína na carcaça (TREZONA et al., 2004). Esse é um comportamento intrigante, pois, sob estresse térmico animais diminuem o consumo de alimento e o ganho de peso corporal (BAUMGARD; ROADHS JUNIOR, 2013).

Sob estresse térmico, os níveis de creatinina e colesterol plasmáticos são aumentados quando comparados a animais mantidos sobre conforto térmico (FREITAG et al., 2014). A creatinina em grande parte é proveniente do aumento do *turnover* no músculo (FULLER, 2004), e seus níveis circulantes podem ser bons indicadores do aumento do catabolismo muscular (VAZ et al., 2005a) já que, em momentos de aumento na taxa de catabolismo muscular, pode ser notada a elevação dos níveis séricos de creatinina (OELKE et al., 2008).

Da mesma forma os níveis de ureia plasmática podem estar ligados à qualidade do nitrogênio da dieta e aumento do catabolismo de aminoácidos (FRAGA et al., 2015), dado que a adequação de um balanço de aminoácidos satisfatório favorece a síntese proteica e, como reflexo disso, observa-se a diminuição dos níveis plasmáticos de ureia sanguínea (ALMEIDA et al., 2008). De maneira oposta, a elevação dos níveis de ureia plasmática pode ser reflexo do aumento da degradação aminoacídica (SAKOMURA et al., 2014). Esses fatores em conjunto podem causar a diminuição na capacidade de retenção de nitrogênio na carcaça e ao mesmo tempo, aumentar a excreção de nitrogênio em relação a suínos mantidos em conforto térmico (BRESTENSKÝ et al., 2012).

A diminuição na capacidade de retenção de nitrogênio (N) de suínos mantidos em estresse térmico por

calor possibilita inferir que menores quantidades de N na ração são requeridas para animais sob essas condições (BAUMGARD; ROADHS JUNIOR, 2013), pois há uma redução na própria capacidade do animal em utilizar o nitrogênio da dieta (FREITAG et al., 2014) o que ocasiona uma redução no requerimento de aminoácidos.

A quantidade de gordura depositada por unidade de energia consumida é maior em suínos mantidos sob estresse térmico (VAN MILGEN; NOBLET, 2003) tornando os animais mais lipogênicos sob essas condições. Assim, a lisina desempenha um papel relevante sobre a quantidade de gordura na carcaça, pois, suínos alimentados com baixos níveis desse aminoácido limitante aumentam a quantidade de gordura intramuscular (KATSUMATA, 2011), cuja destinação metabólica é preferencialmente para a deposição de tecido muscular e, por isso, a lisina é considerada o nutriente mais importante para deposição de carne magra na carcaça de suínos em crescimento. Essa quantidade de gordura tem relação positiva com a espessura de toucinho (JACYNO et al., 2015) que, por sua vez, apresenta relação negativa com o percentual de carne magra na carcaça (KIEFER et al., 2014). Da mesma forma, menores quantidades de nitrogênio na ração aumentam a quantidade de gordura na carcaça (TOUS et al., 2014).

Em contrapartida, o aumento da quantidade de lisina na ração pode aumentar a retenção de nitrogênio na carcaça (ROCHA et al., 2013) e a eficiência alimentar (JIAO et al., 2016), entretanto, esses efeitos podem ser relativamente atenuados dependendo do nível de estresse térmico (BATISTA et al., 2011).

Ao mesmo tempo, a diminuição dos teores de proteína bruta da ração e a suplementação com aminoácidos cristalinos podem contribuir para diminuição de excreção de nitrogênio para o ambiente (ZANGERONIMO et al., 2007). Mas, além dos fatores relacionados ao aumento do custo de produção e maior excreção de nitrogênio para o ambiente, rações com níveis de nitrogênio acima da capacidade de aproveitamento pelos suínos têm outras desvantagens, pois o excesso de aminoácidos absorvidos e não incorporados à síntese de proteínas são desaminados no fígado e tecido muscular e os esqueletos carbônicos são oxidados para geração de energia na forma de Adenosina Trifosfato (ATP). A amônia (NH<sub>3</sub>) resultante desta desaminação é convertida em ureia e excretada pelos rins, e o gasto energético necessário para formação e excreção dessa ureia pode afetar a eficiência alimentar (BERTECHINI, 2012). Segundo Wu (2013) para formação de 1,0 mol de ureia a partir de 2,0 mols de amônia são requeridos 6,5 mols de ATP, isso é equivalente a 3,25 mols de ATP por mol de amônia produzida.

Dessa forma, a utilização de fontes de nitrogênio mais digestivas, como no caso dos aminoácidos cristalinos, pode ser uma alternativa viável à diminuição de excreção de nitrogênio, aumento da rentabilidade e eficiência alimentar em animais mantidos em temperaturas acima da zona de conforto térmico.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Suinocultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco nas coordenadas 07,98°S, 38,28°W e altitude média de 444 m, localizado em Serra Talhada, região Semiárida de Pernambuco.

O clima da região é caracterizado como clima tropical semiárido com precipitações médias anuais abaixo de 750 mm, temperaturas médias elevadas além de umidade relativa do ar baixa, do tipo BSw<sub>h</sub>, de acordo com a classificação de Koppen (SILVA et al., 2015).

Foram utilizadas 30 leitoas da raça Duroc com peso inicial 12,6 ± 3,09 kg distribuídos em blocos casualizados, com cinco tratamentos (0,85; 0,95; 1,05; 1,15; 1,25% de lisina na ração) e seis repetições para cada tratamento, totalizando 30 parcelas experimentais, com um animal por parcela. O peso e o grau de parentesco materno foram levados em consideração como critério de blocagem.

Os animais foram alojados em baias de alvenaria (3,0 x 4,0 m), com cobertura em telha cerâmica, equipadas com comedouro tipo calha (1,0 m linear) e bebedouro tipo chupeta.

Foram utilizados dois termohigrômetros e alocados centralmente em duas baias referência com intuito de monitorar diariamente a temperatura máxima e mínima, assim como a umidade do ar dentro do galpão, às 08h00min., 14h00min. e às 16h00min.

As rações experimentais (Tabela 1) consistiram em uma dieta basal composta por milho e farelo de soja contendo 17% de proteína bruta e 3.230 kcal EM/kg, formuladas para atender às exigências nutricionais para fêmeas suínas de 15 a 30 kg de acordo com Rostagno et al. (2011).

As rações foram suplementadas com cinco níveis de Lisina-HCl 99% (0,123; 0,226; 0,329; 0,432 e

0,535%), e quando necessário, foram adicionados aminoácidos cristalinos como DL-Metionina 99%, L-Treonina 98%, L-Triptofano 98% e L-Valina 96,5%, em substituição ao material inerte, com a finalidade de manter a relação de proteína ideal descrita por Rostagno et al. (2011), para fase de inicial de animais de desempenho regular, resultando em rações experimentais com níveis de lisina digestível de 0,85; 0,95; 1,05; 1,15 e 1,25% de lisina, fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Os animais tiveram acesso à água e a alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental de 28 dias.

Tabela 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais para leitões dos 15 aos 30 kg

Ingredientes (kg)	Rações experimentais				
	0,850	0,950	1,050	1,150	1,250
Milho, grão	65,985	65,985	65,985	65,985	65,985
Farelo de soja, 45%	24,654	24,654	24,654	24,654	24,654
Óleo vegetal	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080
Fosfato bicálcico	1,412	1,412	1,412	1,412	1,412
Calcário calcítico	0,731	0,731	0,731	0,731	0,731
Inerte	3,100	2,912	2,614	2,290	2,190
Sal	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Premix vitamínico-mineral <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Aditivo	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-Lisina HCl	0,123	0,226	0,329	0,432	0,535
DL-Metionina	-	0,038	0,098	0,149	0,210
L-Treonina	-	0,048	0,111	0,174	0,248
L-Triptofano	-	-	0,005	0,026	0,038
L-Valina	-	-	0,042	0,116	0,191
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição das rações experimentais (%)</b>					
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3230	3230	3230	3230	3230
Proteína bruta	17,67	17,79	17,97	18,17	18,40
Fosforo disponível	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361
Cálcio	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Lisina digestível	0,850	0,950	1,050	1,150	1,250
Metionina + Cistina digestível	0,493	0,532	0,588	0,644	0,700
Treonina digestível	0,554	0,599	0,662	0,725	0,788
Triptofano digestível	0,175	0,175	0,179	0,196	0,213
Valina digestível	0,680	0,680	0,725	0,794	0,863

<sup>1</sup> Lincomix Premix® - Níveis de garantia: Vit. A - 100.000.000 UI/kg; Vit. D3 - 150.000.000; Vit. E - 3.000 UI/kg; Vit. K3 750 mg/kg; Vit. B1 - 150 mg/kg; Vit. B2 - 875 mg/kg; Vit. B6 - 250 mg/kg; Vit. B12 - 4.500 mcg/kg; Niacina - 5.000 mg/kg; Pantotenato de cálcio - 2.500 mg/kg; Ácido Fólico - 250 mg/kg; Biotina - 7,5 mg/kg; Cloreto de Colina 40 g/kg; Ferro - 8.750 mg/kg; Cobre - 3.750 mg/kg; Manganês - 6.750 mg/kg; Zinco - 18,75 g/kg; Iodo - 250 mg/kg; Selênio - 75 mg/kg.

As rações e os animais foram pesados semanalmente, para compor os pesos absolutos da ração consumida e ganho de peso do início ao final do período experimental ( $12,6 \pm 3,09$  kg a  $30,6 \pm 1,55$  kg), para posterior determinação do consumo de ração, consumo de lisina e ganho de peso durante o período experimental. A partir desses dados foram estimados o consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), consumo diário de lisina (CDL) e conversão alimentar (CA).

Satisfeitas as condições necessárias para testes de hipóteses paramétricos, como a normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, os dados foram submetidos a análise de regressão pela análise de variância (ANOVA), para cada variável avaliada, utilizando-se o procedimento GLM do SAS® (SAS, 2002) para testar os efeitos linear e quadrático dos níveis de lisina digestível nas variáveis dependentes.

A exigência de lisina foi estabelecida por modelos de regressão linear, quadrática ou cúbica de acordo com

melhor ajuste pela significância (P-valor) do valor (F) expressa pela análise de variância. O nível de probabilidade aceito para rejeitar a hipótese nula (H0) foi de 5%.

Para as variáveis resposta em que se observou efeito significativo ( $F = P < 0,05$ ) na análise de variância foi ajustado um modelo considerando a qualidade do ajuste do modelo por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de temperatura e de umidade relativa do ar durante o período experimental foi de 32,6 °C e 30,6%, respectivamente. De acordo com Wathes e Whittemore (2006), a temperatura crítica superior para suínos nessa faixa de peso é de 20 °C e a umidade relativa crítica inferior é de 40%. Dessa maneira, pode-se observar que os animais permaneceram fora da zona de conforto térmico durante todo o período experimental. Segundo Renaudeau et al. (2011), o estresse térmico por calor pode influenciar negativamente o consumo de ração e, conseqüentemente, impactar o ganho de peso diário e a conversão alimentar.

O efeito dos níveis de lisina sobre o consumo diário de ração (CDR), consumo diário de lisina (CDL), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) em leitões de 15 a 30 kg de peso corporal criados em clima quente são apresentados na Tabela 2.

TABELA 3. Ganho de peso (GPD), consumo de ração (CDR), conversão alimentar (CA), consumo de lisina digestível (CDL), de leitões dos 15 aos 30 kg, em função do nível de lisina da ração

Níveis de lisina (%)	GPD (g/dia)	CDR (g/dia)	CA (g/g)	CDL (g/dia)
0,850	521	1.129	2,170	9,59
0,950	561	1.123	2,000	10,67
1,050	523	1.054	2,020	11,06
1,150	550	1.068	1,940	12,28
1,250	524	1.047	1,990	13,09
EP da média <sup>1</sup>	9,50	23,50	0,031	0,329
CV <sup>2</sup> (%)	9,7	11,9	8,3	15,9
Fonte de variação	p-valor			
Bloco	0,001	0,001	0,001	0,001
Lisina	0,27	0,327	0,001 <sup>b</sup>	0,001 <sup>a</sup>
R <sup>2</sup>	57,4	64,5	84,3	78,8

<sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Coefficiente de variação; <sup>a</sup>Efeito linear; <sup>b</sup>Efeito quadrático.

Mesmo sendo mantidos sobre estresse térmico durante todo o período experimental, não se observou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos níveis de lisina na dieta sobre o consumo diário de ração (CDR) pelos animais. Entretanto, por meio do efeito dos blocos é possível observar que animais mais pesados ao início do experimento tenderam a ingerir mais ração durante a fase experimental, fato esperado dado que o peso inicial na fase de crescimento e terminação é um fator determinante para eficiência de estratégias alimentares (AYMERICH et al., 2020).

No que se refere ao efeito da lisina na dieta sobre o consumo de ração, observa-se que os resultados são semelhantes ao relatado por Batista et al. (2011), que também não encontraram efeito dos níveis de lisina sobre o consumo diário de ração em animais mantidos fora da zona de conforto térmico. No entanto, os resultados de consumo diário obtidos nesta pesquisa foram 14,71% menor que os observados por Fontes et al. (2005) em suínos mantidos dentro da zona de conforto térmico.

Da mesma forma, Rostagno et al. (2011) estipularam na Tabela Brasileira para Aves e Suínos, o consumo de ração diária de 1,100 kg para animais na mesma categoria e faixa de peso, com desempenho regular e mantidos em zona de conforto térmico. Podendo ser notado neste segundo caso, uma redução de consumo de ração por volta de 1,45%.

A redução de consumo voluntário de ração em relação à temperatura ambiental também foi relatada por Manno et al. (2006) e Kiefer et al. (2009), que observaram diminuição de 12% e 38%, respectivamente,

em animais mantidos em ambientes de alta temperatura, em comparação aos mantidos dentro da zona de conforto térmico.

Nesse sentido, o consumo diário de ração na presente pesquisa pode ter sofrido influência da elevada temperatura e baixa umidade relativa do ar, característica da região Semiárida brasileira. Pois, em temperaturas acima da zona de conforto térmico, a diminuição do consumo de alimentos é um dos principais ajustes comportamentais e metabólicos no intuito de diminuir a produção de calor do organismo (BATISTA et al., 2011).

Entretanto, a pequena diminuição verificada em relação ao consumo estimado para esta faixa de peso pode estar associada à melhor adaptação dos animais ao ambiente de criação e à umidade relativa do ar, não potencializando, possivelmente, os efeitos deletérios das altas temperaturas observadas durante o período experimental. De acordo com Baêta e Souza (1997), a temperatura e a umidade são altamente correlacionadas ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito elevadas, o principal meio de dissipação de calor depende da umidade relativa do ar.

Não foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de lisina sobre a variável ganho de peso diário (GPD). Esta resposta é similar a relatada por Rossoni et al. (2009) que também não observaram efeito dos níveis de lisina sobre o ganho de peso diário de leitoas dos 15 aos 30 kg de peso. Diferente disso, Fontes et al. (2005), Manno et al. (2005) e Carvalho et al. (2010) relataram haver efeito significativo dos níveis de lisina sobre o ganho de peso de leitoas nessa mesma categoria de peso. As diferenças entre os resultados encontrados entre os trabalhos pesquisados podem ser associadas à genética utilizada e ao ambiente térmico no qual foram realizados os experimentos, dado que o ambiente térmico pode afetar a capacidade de resposta dos animais (RHOADS et al., 2013), impedindo assim a expressão todo o seu potencial genético (RENAUDEAU et al., 2011), o que impacta negativamente o ganho de peso (WHITTEMORE; KYRIAZAKIS, 2006).

Houve efeito ( $P < 0,01$ ) dos níveis de lisina da dieta sobre o consumo diário de lisina (CDL), que aumentou de forma linear seguindo de acordo com a elevação dos níveis de lisina da ração, conforme a equação:

$$CDL = 2,307 + 8,603 * Lis$$

Esse resultado é semelhante aos ratados por Fontes et al. (2005), Abreu et al. (2007), Rossoni et al. (2009) e Serão et al. (2012) que encontraram mesmo comportamento linear positivo entre o consumo de lisina diário e os níveis de lisina na ração.

É importante ressaltar que o efeito da inclusão de lisina na ração sobre o consumo diário de lisina foi significativo mesmo não havendo efeito dos níveis de lisina sobre o consumo diário de ração, possibilitando inferir que o aumento do consumo diário de lisina está diretamente relacionado ao aumento da concentração de lisina na ração, o que é indispensável para garantir que os tratamentos tivessem efeito sobre caracteres de desempenho.

Os níveis de lisina digestível influenciaram ( $P < 0,01$ ) a conversão alimentar de forma quadrática (Figura 1). O peso inicial, caracterizado pela blocagem, também influenciou a conversão alimentar, sendo representado por diferentes interceptos (a) na equação quadrática em função dos blocos:

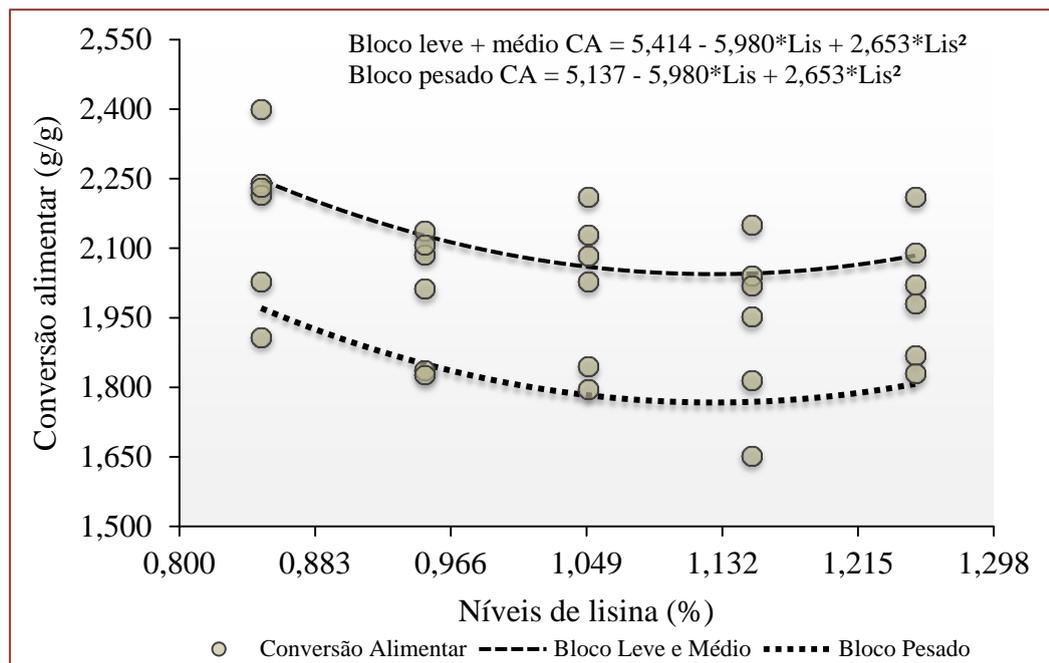
$$CA = 5,414 - 5,980 * Lis + 2,653 * Lis^2 \quad (\text{Blocos leve e médio})$$

$$CA = 5,137 - 5,980 * Lis + 2,653 * Lis^2 \quad (\text{Bloco pesado})$$

Dessa forma, a conversão alimentar melhorou de forma quadrática, sendo o nível 1,13% de lisina digestível na ração aquele que proporcionou a otimização da conversão alimentar. O comportamento quadrático da conversão alimentar em função do nível de lisina na dieta também foi observado por Fontes

et al. (2005), Rossoni et al. (2009) e Serão et al. (2012).

FIGURA 5. Efeito do consumo diário de lisina sobre a conversão alimentar de leitões dos 15 aos 30 kg, em função dos níveis de lisina digestível na dieta, com ponto ótimo estimado e ajustado para 95% (\*).



Entretanto, Sakomura e Rostagno (2016) ressaltam que o modelo quadrático apesar de ser bastante vantajoso no cálculo das exigências nutricionais apresenta, em alguns casos, tendência a superestimar o ponto ótimo devendo-se optar por ajustar o ponto assintótico, considerando 95% do nível máximo ou mínimo estimado pela equação quadrática. Seguindo essa recomendação, o ponto ótimo de consumo é estimado a um nível de 1,064% de lisina digestível na ração para suínos fêmeas nessa faixa de peso.

Esse valor de 10,64 g kg<sup>-1</sup> é inferior aos 13,12 g de lisina kg<sup>-1</sup> relatado por Fontes et al. (2005), embora a relação lisina/energia metabolizável tenha sido semelhante aos 3,31 g de lisina/Mcal de energia metabolizável informado pelos mesmos autores. Também é menor que os 11,6 g de lisina kg<sup>-1</sup> ou 3,60 g de lisina/Mcal de energia metabolizável mencionados por Rossoni et al. (2009).

Concomitantemente, o nível ótimo encontrado no presente trabalho é menor, embora mais próximo aos 11,04 g de lisina kg<sup>-1</sup> ou 3,42 g de lisina/Mcal de energia metabolizável estimado por Rostagno et al. (2011) na Tabela Brasileira para Aves e Suínos para fêmeas suínas com desempenho regular dos 15 aos 30 kg de peso corporal.

De acordo com Main et al. (2008), a eficiência alimentar melhora à medida que aumentada a relação lisina:energia metabolizável na ração. No mesmo sentido, De La Llata et al. (2001) ressaltam que a temperatura ambiental é um dos fatores que podem alterar o ponto ótimo da relação lisina:caloria, condição essa que pode ter colaborado para menor relação lisina:energia metabolizável observada no presente trabalho quando comparado a Rostagno et al. (2011) e Rossoni et al. (2009).

De acordo com os resultados, parece coerente afirmar que a capacidade de resposta ao aumento dos níveis de lisina em leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente semiárido com temperatura ambiental elevada e baixa umidade relativa do ar, pode ser moderadamente limitada no que se refere à eficiência alimentar, uma vez que o índice de conversão alimentar observado foi levemente maior que os índices determinados em outros trabalhos onde os níveis de lisina foram testados em animais dentro da zona de conforto térmico. No entanto, apesar dos efeitos deletérios da alta temperatura ambiente, a inclusão de lisina na dieta parece ser capaz de proporcionar melhorias na eficiência alimentar em fêmeas suínas de 15 a 30 kg criadas em ambiente semiárido.

Em um aprofundamento crítico em relação ao nível de lisina mais adequado, pode-se levar em consideração a porcentagem de inclusão de lisina na dieta que proporcione o consumo diário de lisina digestível adequado, levando em conta o consumo médio da população experimental é de 965,7 g/dia e, adequando a porcentagem de lisina na ração, há a possibilidade de que uma população nas mesmas condições ambientais venha a consumir uma quantidade diária de lisina que proporcione a melhor eficiência alimentar (10,79 g/dia).

## 5. CONCLUSÕES

Para leitoas dos 15 aos 30 kg de peso corporal criadas no Semiárido brasileiro o nível de lisina digestível na dieta que proporciona a melhoria da eficiência alimentar é de 1,064%, equivalente a 10,64 g de lisina digestível kg<sup>1</sup> de ração, ou 3,49 g de lisina digestível/Mcal de energia metabolizável.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2020. Disponível em: <[https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa\\_relatorio\\_anual\\_2020\\_portugues\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- [2] ABREU, M. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético, dos 30 aos 60 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 1, p. 62-67, 2007.
- [3] ALMEIDA, M. J. M.; FIALHO, E. T.; ZANGERONIMO, M. G.; et al. Níveis de energia metabolizável em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e suplementadas com fitase para leitões dos 15 aos 35 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. 5, p. 834-842, 2008.
- [4] AYMERICH, P.; SOLDEVILA, C.; BONET, J.; et al. Increasing dietary lysine impacts differently growth performance of growing pigs sorted by body weight. Animals, v. 10, n. 5, p. 1032, 2020.
- [5] BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais, conforto animal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246 p.
- [6] BATISTA, R. M.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Lisina digestível para suínos machos castrados de alta deposição de carne submetidos a estresse por calor dos 30 aos 60 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 9, p. 1925-1932, 2011.
- [7] BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. Effects of Heat Stress on Postabsorptive Metabolism and Energetics. Annual Review of Animal Biosciences, v. 1, n. April, p. 311-337, 2013.
- [8] BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2012. 373p.
- [9] BERTOL, T. M.; CAMPOS, R. M. L.; COLDEBELLA, A.; et al. Qualidade da carne e desempenho de genótipos de suínos alimentados com dois níveis de aminoácidos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, n. 6, p. 621-629, 2010.
- [10] BRESTENSKÝ, M.; HEGER, J.; NITRAYOVÁ, S.; et al. Total tract digestibility of nitrogen in pigs exposed to high environmental temperatures. Journal of Animal Science, v. 90, n. Suppl. 4, p. 101-103, 2012.
- [11] BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Fatores que influenciam a exigência de lisina para suínos. Revista Eletrônica Nutritime, v. 6, n. 3, p. 918-940, 2009.
- [12] CARVALHO, L. E.; BASTOS, F. J. S.; ESPINDOLA, G. B.; et al. Exigência de lisina para suínos na fase de 10 a 20 kg nas condições do Nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 4, n. 2, p. 51-58, 2010.
- [13] CLOUTIER, L.; POMAR, C.; LÉTOURNEAU MONTMINY, M. P.; et al. Evaluation of a method estimating real-time individual lysine requirements in two lines of growing-finishing pigs. Animal : An International Journal of Animal Bioscience, v. 9, n. 4, p. 561-568, 2014.
- [14] DE LA LLATA, M.; DRITZ, S. S.; LANGEMEIER, M. R.; et al. Economics of increasing lysine:calorie ratio and adding dietary fat for growing-finishing pigs reared in a commercial environment. Swine Health Production, v. 9, n. 5, p. 215-223. 2001.
- [15] FONTES, D. O.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; et al. Níveis de Lisina para Leitoas Selecionadas Geneticamente para Deposição de Carne Magra na Carcaça, dos 15 aos 30. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 1, p. 90-97, 2005.
- [16] FRAGA, B. N.; LOVATTO, P. A.; ROBERTO, P.; et al. Modeling performance and nutritional requirements of pigs lots during growth and finishing. Ciência Rural, v. 45, n. 10, p. 1841-1847, 2015.
- [17] FREITAG, D. C.; KLOSOWSKI, É. S.; POZZA, P. C.; et al. Redução da proteína bruta em rações sobre os balanços

metabólicos de suínos mantidos em diferentes condições térmicas. *Semina : Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 35, n. 2, p. 61, 2014.

- [18] FULLER, M. F. *The Inciclopedia of Farm Animal Nutrition*. 1.Ed. Aberdeen, UK, 2004.
- [19] HAUSCHILD, L.; POMAR, C.; LOVATTO, P. A. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal*, v. 4, p. 714-723, 2010.
- [20] HUYNH, T. T. T.; AARNINK, A. J. A.; VERSTEGEN, M. W. A.; et al. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *Journal of Animal Science*, v. 83, n. 6, p. 1385-1396, 2005.
- [21] JACYNO, E.; PIETRUSZKA, A.; KAWĘCKA, M.; et al. Phenotypic correlations of backfat thickness with meatiness traits, intramuscular fat, longissimus muscle cholesterol and fatty acid composition in pigs. *South African Journal of Animal Science*, v. 45, n. 2, p. 122-128, 2015.
- [22] JIAO, X.; MA, W.; CHEN, Y.; et al. Effects of amino acids supplementation in low crude protein diets on growth performance, carcass traits and serum parameters in finishing gilts. *Animal Science Journal*, v. 87, n. 10, p.1252-1257, 2016.
- [23] JOHNSON, J. S.; SANZ FERNANDEZ, M. V.; GUTIERREZ, N. A.; et al. Effects of in utero heat stress on postnatal body composition in pigs: I. Growing phase. *Journal of Animal Science*, v. 93, n. 1, p. 71-81, 2015.
- [24] KATSUMATA, M. Promotion of intramuscular fat accumulation in porcine muscle by nutritional regulation. *Animal Science Journal*, v. 82, n. 1, p. 17-25, 2011.
- [25] KIEFER, C.; SUGISAWA, L.; GONÇALVES, L. M. P.; et al. Avaliação da carcaça de suínos imunocastrados pela técnica da ultrassonografia em tempo real. *Revista Agrarian*, v. 7, n. 23, p. 118-123, 2014.
- [26] KIEFER, C.; MEIGNEN, B. C. G.; SANCHES, J. F.; et al. Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, n. 221, p. 55-64, 2009.
- [27] KIEFER, C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M. DE; et al. Exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 1, p. 104-111, 2005.
- [28] MAIN R. G.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; et al. Determining an optimum lysine:calorie ratio for barrows and gilts in a commercial finishing facility. *Journal of Animal Science*, v. 86, n. 9, p. 2190-2207, 2008.
- [29] MANNO, M. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 471-477, 2006.
- [30] MANNO, M. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Efeito da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho de Suínos dos 15 aos 30 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 1963-1970, 2005.
- [31] NEMECHEK, J. E.; GAINES A. M.; TOKACH M. D.; et al. Evaluation of standardized ileal digestible lysine requirement of nursery pigs from seven to fourteen kilograms. *Journal of Animal Science*, v. 90, n. 12, p. 2011-5131, 2012.
- [32] OELKE, C. A.; DAHLKE, F.; BELTRANI, O. C.; et al. Níveis de lisina digestível em dietas para fêmeas suínas primíparas em lactação. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 30, n. 3, p. 299-306, 2008.
- [33] ORLANDO, U. A. D.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 5, p. 1573-1578, 2007.
- [34] RENAUDEAU, D.; GOURDINE, J. L.; ST-PIERRE, N. R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 89, n. 7, p. 2220-2230, 2011.
- [35] ROCHA, G. C.; DONZELE, J. L.; DONZELE, R. F. M. O.; et al. Lisina digestível para leitões em fase de crescimento. *Ciência Rural*, v. 43, n. 5, p. 871-877, 2013.
- [36] RHOADS, R. P.; BAUMGARD, L. H.; SUAGEE, J. K.; et al. Nutritional Interventions to Alleviate the Negative Consequences of Heat Stress. *Advances in Nutrition*, v. 4, n. 19, p. 267-276, 2013.
- [37] ROSS, J. W.; HALE, B. J.; GABLER, N. K.; et al. Physiological consequences of heat stress in pigs. *Animal Production Science*, v. 55, n. 12, p. 1381-1390, 2015.
- [38] ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, *Horácio Santiago Rostagno*, 3. Ed., Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011. 252 p.
- [39] ROSTAGNO, H. S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N. K.; et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 36, suppl., p. 295-304, 2007.
- [40] ROSSONI, M. C.; DONZELE, J. L.; SILVA, F. C. O.; et al. Exigência de lisina digestível de fêmeas suínas selecionadas para deposição de carne magra, na carcaça dos 15 aos 30 kg. *Revista Brasileira de Saúde Produção*

Animal, v.1 0, n. 3, p. 586-595, 2009.

- [41] SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos, 2. Ed. Jaboticabal: Funep, 2016, 262p.
- [42] SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; et al. Nutrição de Não Ruminantes, 1. Ed. Jaboticabal: Funep, 2014. v. 1. 678p.
- [43] SARAIVA, E. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Exigências de treonina digestível para leitões mantidas em ambiente termoneutro dos 30 aos 60 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 6, p. 1861-1867, 2007.
- [44] SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. User's guide. Cary: SAS Institute, 2002. 525p.
- [45] SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; MOURA, M. S. B.; et al. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 7, p.515-525, 2015.
- [46] SERÃO, M. C. R.; DONZELE, J. L.; SILVA, F. C. O.; et al. Níveis de lisina digestível de fêmeas suínas selecionadas para deposição de carne magra na carcaça dos 30 aos 60 kg. Revista Brasileira de Saúde Produção Animal, v. 13, n. 2, p. 433-443, 2012.
- [47] TAVARES, S. L. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 1, p. 199-205, 2000.
- [48] TOUS, N.; LIZARDO, R.; VILÀ, B.; et al. Effect of reducing dietary protein and lysine on growth performance, carcass characteristics, intramuscular fat, and fatty acid profile of finishing barrows. Journal of Animal Science, v. 92, p. 129-140, 2014.
- [49] TREZONA, M.; MULLAN, B. P.; D'ANTUONO, M.; et al. The causes of seasonal variation in backfat thickness of pigs in Western Australia. Australian Journal of Agricultural Research, v. 55, n. 3, p. 273-277, 2004.
- [50] VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. Journal of Animal Science, v. 81, n. E Suppl. 2, p. E86-E93, 2003.
- [51] VAZ, R. G. M. V.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; et al. Exigências de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados, mantidos em ambiente de alta temperatura dos 15 aos 30 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 5, p. 1633-1639, 2005.
- [52] WATHES, C.; WHITTEMORE, C. T. Environmental management of pigs. In: WHITTEMORE, C. T.; KYRIAZAKIS, I. 3. Ed. Whittemore's science and practice of pig production. Ames: Blackwell Publishing, 2006. Chapter 17. p. 533-590.
- [53] WECKE, C.; LIEBERT, F. Lysine requirement studies in modern genotype barrows dependent on age, protein deposition and dietary lysine efficiency. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v. 93, n. 3, p. 295-304, 2009.
- [54] WHITTEMORE, C. T.; KYRIAZAKIS, I. Appetite and voluntary feed intake. IN: Whittemore's Science and Practice of Pig Production, 3rd Edition, Wiley-Blackwell, 2006. Chapter 13, p. 417-437.
- [55] WU, G. Amino acids: Biochemistry and Nutrition. 1. Ed. Miami: CRC Press, 2013. 457p.
- [56] ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T.; MURGAS, L. D. S.; et al. Desempenho e excreção de nitrogênio de leitões dos 9 aos 25 kg alimentados com dietas com diferentes níveis de lisina digestível e proteína bruta. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 5, p. 1382-1387, 2007.

Autores

**EZEQUIEL REDIN (ORGANIZADOR)**

Professor Adjunto do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Estudos Rurais). Membro da Academia Centro Serra de Letras, ocupando a cadeira n. 21. Membro dos Comitês de avaliação da FAPERGS/RS, FAPESC/SC e FAPITEC/SE. Editor do Periódico Extensão Rural (Santa Maria). Tesoureiro da Associação Riograndense dos Tecnólogos (ARTECNOL). Formado na licenciatura do Programa Especial de Graduação de Formação Pedagógica de Professores (PEG/UFMS - 2012-2013). Formado no curso de Filosofia - Licenciatura (UFMS - 2016-2019). Formado no Mestrado em Extensão Rural (2009-2011). Formado na Pós-graduação em Gestão Pública Municipal (2010-2011). Formado na Pós-graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas à Educação (UFMS - 2013-2014). Formado na Pós-graduação em Ensino de Sociologia no Ensino Médio (2014-2015). Formado na Pós-graduação em Ensino de Filosofia no Ensino Médio (2017-2018). Doutorado em Extensão Rural pelo Programa de Pós-graduação em Extensão Rural (2011-2015). Foi o criador da Pós-graduação Lato Sensu e Coordenador do Curso de Pós-graduação em Agronegócios da Faculdade Metodista de Santa Maria (2017-2018). Foi Coordenador do Curso de Administração (2018-2018). Foi Coordenador do Curso de Ciências Contábeis (2018-2018). Foi Assessor da Pós-graduação da Faculdade Metodista de Santa Maria (2017-2018).

**ALCIR JOSÉ MODELO**

Professor do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR desde 2006, ministrando a disciplina de Mecanização Agrícola. Atualmente, exerço a função de Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGAG. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Otimização e Seleção do Uso de Máquinas, desenvolvendo pesquisas nos seguintes temas: desempenho de semeadoras-adubadoras e relação máquina-solo-planta.

**AMANDA DA SILVA NOGUEIRA**

Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (PGAGRO-UFRA)

**AMANDA DE AZEVEDO GONÇALVES**

Doutoranda em Engenharia de Processos na UNIT. Mestre em Recursos Hídricos na Universidade Federal de Sergipe. Especialista em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental, pelo INBEC. Especialista em Educação Ambiental, pelo Senac e Graduada em Engenharia Ambiental, pela Universidade Tiradentes situada em Sergipe. Experiência em monitoramento de qualidade da água de bacias hidrográficas, uso de ferramentas estatísticas no R, teste de velocidade de infiltração básica no solo, licenciamento ambiental, produção de Biodiesel em reator microondas.

**ANA PAULA MORAIS MOURÃO SIMONETTI**

Engenheira Agrônoma formada pela Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista, São Paulo, Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina, Doutora pelo Curso de Engenharia Agrícola da UNIOESTE, em Cascavel, Paraná. Professora das disciplinas de Introdução a Agronomia, Comunicação e Extensão Rural, Ética e Legislação Profissional e responsável pelos Estágios do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG) de Cascavel - PR, desde 2004, Coordenadora Adjunta de 2008 à 2012, e Coordenadora Geral do mesmo curso desde 2013.

**ANDRÉ MEDEIROS DE ANDRADE**

Professor na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) no Instituto de Ciências Agrárias. Atualmente é professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e no Programa de Pós-Graduação em Geologia. Doutor em Sensoriamento

Remoto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e geógrafo pela Universidade Federal de Viçosa. Têm experiência em pesquisas aplicadas à criosfera com ênfase em áreas livres de gelo, monitoramento de geleiras e permafrost (solo congelado), tendo participado como pesquisador em 8 expedições científicas à Antártica. Também desenvolve pesquisas aplicadas a atividades agrícolas com ênfase em monitoramento de safras e estimativa de produtividade.

### **ANTÔNIO HENRIQUE CARDOSO DO NASCIMENTO**

Professor Adjunto III da UFRPE/UAST. Doutor em Engenharia Agrícola (2014), possui mestrado em Engenharia Agrícola (2010), Especialista em Geoprocessamento e Georreferenciamento de Imóveis (2018) e graduação em Engenharia Agrônômica (2008). Tem experiência nas áreas de Avaliação de Imóveis Rurais e Urbanos, Topografia, Mecanização e Implementos Agropecuários, Irrigação e Drenagem, Educação no campo, Reúso de água na agricultura. Atualmente é Coordenador Geral do Curso Técnico em Agropecuária com Ênfase em Agroecologia do Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA) - UFRPE/UAST/INCRA.

### **ANTONIO SALATINO**

Graduado em Farmácia e Bioquímica pela Universidade de São Paulo (1971), fez mestrado (1977) e doutorado (1979) em Ciências Biológicas, na área de Botânica, na Universidade de São Paulo. Realizou estágios de pós-doutorado nas Universidades do Texas (Austin) e da Georgia (Athens). Prestou concurso de Livre-Docência em 1989. É professor titular no Instituto de Biociências da USP desde 1998. Foi chefe do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP (IBUSP) e coordenador de seu programa de pós-graduação. Foi editor-chefe do Brazilian Journal of Botany e tem sido membro de corpos editoriais de revistas científicas nacionais e internacionais. Atualmente é Professor Sênior do Departamento de Botânica do IBUSP. É membro titular da Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Tem atuado em pesquisas sobre quimiotaxonomia, ecologia química, filogenia molecular e botânica aplicada (óleos de sementes, plantas medicinais, substâncias fenólicas e própolis).

### **BIANCA KASTEMBAL FERREIRA SILVA**

Bacharel em Engenharia Agrônômica, pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais-Campus Almenara. Mestranda na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) no Instituto de Ciências Agrárias. Técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais-Campus Almenara.

### **BRENO DOS SANTOS SILVA**

Atualmente é graduando em Engenharia Agrícola pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA).

### **BRENO NORONHA RODRIGUES**

Técnico em Edificações pela Escola Estadual de Educação Profissional Avelino Magalhães, Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2019). Atuou como supervisor técnico em avicultura de postura no Grupo Haisa. Atualmente é Assistente Técnico Comercial na empresa Avifort Produtos Veterinários LTDA, atuando na cadeia produtiva da avicultura no Nordeste. É consultor técnico-gerencial da Granja Veneranda, Granja Seu Caipira, Granja Paedu e Fazenda Mané Maria, além de ser sócio-proprietário da Avícola Rodrigues. Possui experiência em construções e instalações rurais, gestão da agropecuária e nutrição animal.

### **BRISA DO SVADESHI CABRAL DE MELO**

Professora da Rede Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia - IF, membro da EsCaPe - Escola Caririense de Permacultura e da Rede de Agricultores Experimentadores do Araripe. Desenvolve estudos e vivências em Agroecologia com foco na conservação do solo e sistemas agroflorestais.

Atua em comunidades rurais ministrando Curso de Design em Permacultura com ênfase na autonomia da gestão territorial participativa.

### **CARLOS ANDRÉ DE SOUZA SÁ**

Graduado em Engenharia Agrônoma (2019) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Atualmente participa do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), sendo bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB). É membro do Grupo de Estudos e Tecnologias de Convivência com o Semiárido (GETECS) da UFRPE / UAST.

### **CAROLINE C. FERNANDES-SILVA**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (2005), mestrado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo (2008) e doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo (2012). Tem experiência na área de Biologia Geral, com ênfase em botânica e fitoquímica, atuando principalmente nos seguintes temas: própolis e produtos naturais.

### **DEJAIR MESSAGE**

Doutor (1986) em Ciências Biológicas (Genética) pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Pós-Doutorado na área de Patologia Apícola na Rothamsted Experimental Station/Harpenden/Inglaterra (1995-1996) e pela FFCL de Ribeirão Preto/USP (2008-2009); Professor da Universidade Federal de Viçosa (1977-2009), pesquisador bolsista DTI-1 dentro do projeto CNPq/MAPA (2009-2012); Professor Visitante Nacional Sênior da UFRSA (2012-2019). Tem experiência técnica e científica na área de Biologia, Manejo, Genética e principalmente Sanidade Apícola. É membro do Comitê Científico Consultivo em Sanidade Apícola do MAPA; membro da Comissão Técnico-Científica da Confederação Brasileira de Apicultura. É consultor "ad hoc" de revistas científicas e de instituições de fomento à pesquisa no Brasil e no exterior.

### **DYOVANA SILVA PONTES**

Graduanda em Zootecnia pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE campus Crato). Já atuou com pesquisa em Sistemas integrados (agrossilvipastoris), meliponicultura com foco em conservação da biodiversidade e biotécnicas reprodutivas, resfriamento de sêmen ovino e caprino. Atua na área de sistemas agroflorestais sintrópicos com foco em avicultura caipira. Interessa-se por agricultura regenerativa e criação agroecológica de animais.

### **EDILSON RODRIGUES MATOS**

Possui graduação em Odontologia pela Universidade Federal do Pará (1962), mestrado em Ciências Biológicas (Biofísica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000) e doutorado em Neurociências e Biologia Celular pela Universidade Federal do Pará (2007). Atualmente é Professor do Programa de Prestação de Trabalho Voluntário - UFRA e Professor Visitante Nacional Sênior na Amazônia - UNIFAP / PPG Ciências Ambientais (CAPES). Professor orientador do PPG-AQRAT da Universidade Federal Rural da Amazônia em nível de mestrado e Professor orientador do PPG-BAIP da Universidade Federal do Pará em nível de mestrado e doutorado. Tem experiência na área de Morfologia, com ênfase em Histologia e Biologia Celular. Bolsista de produtividade 1D

### **EDIMIR XAVIER LEAL FERRAZ**

Atualmente é estudante do curso de Bacharelado em Agronomia na Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE/UAST. Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Irrigação e Drenagem, atuando principalmente nos seguintes

temas: gotejamento de baixo custo, agricultura familiar, semiárido e manejo da irrigação e fertirrigação.

### **EDUARDO SILVA DOS SANTOS**

Possui graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2007). Mestrado e Doutorado em Engenharia Agrícola (UFRPE). Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de água e solo, atuando principalmente nos seguintes temas: sustentabilidade e aluvião.

### **ELISÂNGELA FERREIRA DE SOUSA**

Mestranda em recursos hídrico, pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE ,Graduada no Curso Superior de Tecnologia em Irrigação e Drenagem , pela Faculdade de Tecnologia CENTEC FATEC-CARIRI 2013.2. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Irrigação e Drenagem, já conclui o estágio supervisionado, no INSTITUTO FLOR DO PIQUI, com uma carga horaria de 360, período Setembro de 2012 a Janeiro 2013, no Crato. ou seja, concluindo com a defesa do Relatório de Estágio no final de Janeiro de 2013, obtendo nota de aprovação. Monitora da disciplina manejo de culturas anuais,(60 h/a)do semestre letivo (2013.1) na Faculdade de Tecnologia FATEC - CARIRI. Atualmente desenvolve pesquisa ligada no Manejo da Irrigação.

### **ELISSIMONE SILVA DOS SANTOS**

Natural de Ipixuna do Pará - PA, Técnica em agropecuária formada pelo Instituto Federal do Pará (IFPA) Campus Castanhal. Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Atualmente Bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET Produção Animal.

### **EVANDRO LUIZ NAGAROLLI CASIMIRO**

Eng. Agrônomo formado na Unioeste ( Universidade Estadual do Oeste do Paraná) campus de Marechal Cândido Rondon.. mestrado em produção vegetal Unioeste MCR e doutorando em engenharia agrícola Unioeste campus de Cascavel PR

### **FRANCISCO DA COSTA RODRIGUES TERCEIRO**

Atualmente é colaborador técnico em agropecuária do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Cajazeirinhas-PB (STTR-PB), realizando o trabalho de Cadastramento Ambiental Rural (CAR) pelo Projeto Mais CAR Semiárido - Convênio CONTAG/Fundo Socioambiental da CEF/MMA. Tem experiência adquirida em Cadastro Ambiental Rural no Semiárido com a realização de aproximadamente 400 CAR, amplo aprendizado adquirido em levantamento topográfico com uso de GPS, geoprocessamento de dados, legislação ambiental, prestação de contas, estratégias de divulgação do CAR no município, atividades de monitoramento com entidades participantes do Projeto (FETAG/PB/CONTAG/MMA/SFB). Técnico em Agropecuária formado pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB) Campus Sousa. Graduando em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Campus Mossoró.

### **FRANCYELLE GURGEL DE CASTRO ALVES**

Natural de Lomanto Junior-BA Formação em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC)2007. Mestrado em Nutrição de ruminantes pela Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) 2018. Atualmente Técnica-administrativa - Zootecnista na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Atua na administração da Fábrica de ração e Bovinocultura da UFERSA.

### **GABRIEL AIRES RIBEIRO**

Acadêmico do 10 período de Agronomia do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

### **GILDRIANO SOARES DE OLIVEIRA**

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Camilo Castelo Branco (2010). Doutorando na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) no Instituto de Ciências Agrárias. Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho FCAV - Jaboticabal (2015)- Departamento de Engenharia Rural. Especialista em Georreferenciamento de Imóveis rurais com ênfase em Geotecnologias (2014). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Sensoriamento Remoto, atuando principalmente nos seguintes temas: Georreferenciamento (Código Geomensor FUV), Geoprocessamento, Topografia, Sistema de Posicionamento Global, Arcgis, Balanço Hídrico, Modelagem Hidrológica, Perícias Judiciais Agrônomicas, Ambientais e de Avaliação de imóveis rurais para fins diversos.

### **GIUSEPPINA NEGRI**

Graduado em Química (Bacharelado e Modalidade Tecnológica), pela Universidade Estadual de Campinas, fez mestrado e doutorado em Química Orgânica, na área de síntese orgânica com identificação de estruturas químicas usando espectrometria de massas e ressonância magnética nuclear, na Universidade Estadual de Campinas. Realizou estágio de pós-doutorado nas Universidade de São Paulo na área de química de Produtos Naturais (propolis), sob a supervisão do Prof. Dr. Antonio Salatino. Tem 64 artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais indexadas. Tem atuado em pesquisas sobre plantas medicinais, propolis, substâncias psicoativas, métodos cromatográficos e elucidação de substâncias orgânicas usando métodos espectroscópicos e espectrométricos.

### **HUGO ZENI NETO**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (2006) e Mestrado em Produção Vegetal ainda pela Universidade Federal do Paraná (2007). Possui o título de Doutor em Genética e Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) o qual foi obtido em 2012. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Melhoramento Genético de Plantas, atuando com a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) principalmente nos seguintes temas: Adaptabilidade e Estabilidade, Interação Genótipo x Ambiente, Seleção de Famílias, Genética Molecular com marcadores microssatélites e Seleção genômica ampla. Atualmente é professor Adjunto pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) ministrando na graduação e pós-graduação as disciplinas Melhoramento Genético de plantas, Recursos Genéticos, Silvicultura, Modelos Biométricos Aplicados, Técnicas Experimentais e Biometria aplicada ao Melhoramento.

### **IDAMAR DA SILVA LIMA**

Possui curso técnico em Agropecuária pelo IFS- São Cristóvão, graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Sergipe (2011) e mestrado em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Sergipe. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agronomia e análises químicas de solos planta e fertilizante, química e fertilidade dos solos e recursos hídricos.

### **ISABELLY LAYLA FREITAS SANTOS**

Graduanda em Zootecnia, pela Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA

### **ISADORA SOUSA FARIAS**

Graduanda em Zootecnia, pela Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA .

### **JEFFERSON MORAES AZEVEDO**

Doutorando no programa de pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista UNESP-FCAV, tem Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2016)

e graduação pela mesma instituição no ano de 2014. É integrante do Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem e Nutrição de Monogástricos, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e membro do Grupo de Pesquisa em Avaliação Animal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Atua nas linhas de pesquisa; Nutrição e avaliação de alimentos para não ruminantes e produção de não ruminantes. Desenvolvendo trabalhos nos seguintes temas: Modelagem das exigências nutricionais de suínos e aves, nutrição animal em clima quente, aminoácidos na nutrição animal, qualidade de carne, sistemas de produção de suínos e bem-estar animal.

### **JESANE ALVES DE LUCENA**

Natural de João Pessoa-PB. Formação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) 1974. Mestrado em Produção Animal pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) 1986. Doutorado em Nutrição com área de concentração em Alimentos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) 2003. Atualmente Professora Titular da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Ministra as disciplinas Nutrição de Ruminantes e Ovinocultura. É Tutora do Programa de Educação Tutorial - PET Produção Animal desde 2010.

### **JHONATAS MOTA DE ASSIS**

Engenheiro Florestal graduado pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Altamira

### **JOAO DANILO BARBIERI**

Doutor em Agronomia pela UEM - Universidade Estadual de Maringá - PR, com linha de pesquisa em relação água-solo-planta-atmosfera, Experiência em Agroclimatologia, Água no sistema solo-planta-atmosfera, modelagem agrometeorológica, geoprocessamento e sensoriamento remoto. Atualmente professor interino do departamento de agronomia da UNEMAT.

### **JOSELENA MENDONÇA FERREIRA**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (2012), fez mestrado (2015) e doutorado (2019) em Ciência Animal, na área de produção e sanidade animal, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Trabalhou como professora substituta na UERN no curso de Ciências Biológicas (2018-2019). Atualmente trabalha como professora substituta na UFERSA, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), ministrando disciplinas no curso de veterinária e biotecnologia, e atuando como pesquisadora no Núcleo de Pesquisas Apícolas do Semiárido Nordeste (NCTA-UFERSA). Possui experiência nas áreas de produção e sanidade animal, especializando-se em análise de própolis do semiárido brasileiro e em sanidade animal.

### **JOSELI CRISTINA DA SILVA**

Licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, campus Salinas. Especialista em Biotecnologia Ambiental pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Mestre em Genética, Biodiversidade e Conservação pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, atuando na linha de pré-melhoramento vegetal, avaliando a resistência de acessos de *Passiflora cincinnata* (maracujá-do-mato) sob estresse hídrico onde foi Bolsista da FAPESB durante 17 meses. Atualmente, é Doutoranda no curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento na Universidade Estadual de Maringá - UEM e Bolsista CAPES; Pós-graduanda em Educação Ambiental pela Faculdade Metropolitana; Aluna do curso de extensão em Teologia pela Escola de Teologia da Arquidiocese de Maringá-PR - Curso de Extensão Reconhecido pela Faculdade Jesuíta de Belo Horizonte. Atuou como Bolsista do PIBID por dois anos e meio durante a Graduação; Ministrou aulas de Espanhol no Curso preparatório do ENEM e Vestibular na CONVIVERH de Salinas/MG por dois anos e meio; ministrou aulas na UPT - Universidade para Todos em Jequié/BA. Experiência com o idioma Espanhol adquirida durante os três anos e meio que residiu em Madrid-Espanha. Atualmente, está registrada no Conselho Regional de Biologia - 1.<sup>a</sup> Região (SP, MT e MS).

### **KÁTIA PERES GRAMACHO**

Doutora em Ciências (1999) pela FFCLRP-USP e Universität Hohenheim-Stuttgart (Alemanha). Realizou o Pós-Doutorado (2000) - University of Minnesota (USA) na área de neuroetologia do comportamento de abelhas. É professora da Universidade Federal Rural do Semi-Arido (UFERSA, Mossoró-RN) e Vice-presidente da Comissão Técnica Científica da Confederação Brasileira de Apicultura. Tem experiência na área apicultura, melhoramento genético com abelhas, patologia apícola, genética do comportamento de abelhas, biologia, manejo e desenvolvimento sustentado.

### **LEOSVÂNYO DE JESUS COSTA RAMOS**

Possui curso Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão (IFMA - Campus São Luís Maracanã). Atualmente é graduando em Engenharia Agrícola pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA). Foi estagiário no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA - Campus São Luís Maracanã), atuando nas áreas de Mecanização e Máquinas Agrícolas. Foi bolsista de iniciação científica (PIBIC-UFMA).

### **LUCAS THOMÉ KOSWOSKI**

Acadêmico do 10 período de Agronomia do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

### **LUIZ GUSTAVO DA MATA BORSUK**

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pelo Programa de Pós-Graduação de Genética e Melhoramento de Plantas (PGM) da UEM.

### **LUIZ SÉRGIO VANZELA**

Graduado em Agronomia pela UNESP-Ilha Solteira em 2001, Mestre em Agronomia pela UNESP-Ilha Solteira em 2004 e Doutor em Agronomia pela UNESP-Ilha Solteira em 2008. Atualmente é Coordenador e Professor Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais da Universidade Brasil. Também é Professor no Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Brasil - Campus de Fernandópolis e no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Fundação Educacional de Fernandópolis. É membro da Câmara Técnica de Águas Subterrâneas e Usos Múltiplos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande. Como pesquisador atua nas áreas de Engenharia de Água e Solo, Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos e em Georreferenciamento e Geoprocessamento.

### **MARCO ANTÔNIO CAMILLO DE CARVALHO**

Professor adjunto da Universidade do Estado de Mato Grosso, lotado no Departamento de Agronomia do Campus Universitário de Alta Floresta. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Manejo e Tratos Culturais de Culturas e Fertilidade e Adubação do Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: Recuperação e ou Renovação de Pastagens, Integração Lavoura Pecuária, Manejo e Conservação do Solo, trabalhando com as cultura do arroz, milho, soja, e feijão.

### **MARCO AURÉLIO CARNEIRO DE HOLANDA**

Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco lotada Unidade de Serra Talhada, possui graduação em em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1985). Tem mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2009) e doutorado em Zootecnia pela mesma instituição no ano de 2011. Atualmente é professor Associado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, lotado na Unidade de Serra Talhada e membro do Grupo de Pesquisa em Avaliação Animal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Tem experiência na área de Ensino de Zootecnia, com ênfase em Produção e Nutrição de Não

Ruminantes, atuando principalmente nos seguintes temas: alimento alternativo, avicultura de corte e postura, subprodutos de abatedouro avícola, aves e suinocultura.

### **MARCOS ANTÔNIO SOUZA DOS SANTOS**

Engenheira Agrônoma, Doutor em Ciência Animal, Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia (PGAGRO-UFRA)

### **MICHELE VELASCO OLIVEIRA DA SILVA**

Médica Veterinária formada pela Universidade Federal Rural da Amazônia -UFRA (2010), Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2012) e doutorado em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários pela Universidade Federal do Pará (2016). Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas. Tem experiência na área de Biologia celular, Histologia e microparasitologia de organismos aquáticos, atuando principalmente nos seguintes temas: mixosporídios, microsporídios e coccídios.

### **MÔNICA CALIXTO RIBEIRO DE HOLANDA**

Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco lotada Unidade de Serra Talhada, possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1985) e graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas (LA) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2005). Tem mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1998) e doutorado em Zootecnia pela mesma instituição no ano de 2005. Atualmente é professora Associado com experiência na área de Ensino de Zootecnia, com ênfase em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, atuando principalmente nos seguintes temas: Suinocultura, Avicultura, Bem-estar e Comportamento Animal, Ambiente, Sistemas de produção alternativos e Bioética Animal.

### **PAULO SÉRGIO LOURENÇO DE FREITAS**

Professor associado da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em aplicação de águas residuárias. Pós-doutorado Volcani Center-Agricultural Research Organization – localizado em Rishon Le Zyon em Israel sob A supervisão do dr. Beni Lew.

### **PLINIO ANTONIO GUERRA FILHO**

Graduado em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (2009). Mestre em Irrigação e Drenagem pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Esalq/USP (2012). Doutor em Irrigação e Drenagem pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Esalq/USP (2016). Atualmente é professor da Universidade Federal do Maranhão, Campus Chapadinha. Tem experiência na área de drenagem e qualidade de água na agricultura.

### **RAIMUNDO RODRIGUES GOMES FILHO**

Engenheiro Agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, professor do Departamento de Engenharia Agrícola e dos programas de pós-graduação em Recursos Hídricos e Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe. Membro do Instituto Inovagri. Editor de Seção da Revista Scientia Plena. Orientador de mestrado e doutorado. Autor de livros didáticos na área de Hidráulica e Recursos Hídricos.

### **RENATO VERÍSSIMO DA SILVA FILHO**

Possui graduação no curso de Bacharelado em Agronomia, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (2014.1 à 2019.1) - Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UAST. Possui iniciação científica (PIBIC/CNPq) e foi membro por dois semestres da empresa CIAGRO JR,

ocupando respectivamente os cargos de Consultor e Diretor Administrativo, ambos pela mesma instituição.

#### **RICARDO DAVID CASTILLO SALAZAR**

Possui graduação em ENGENHARIA AGRÍCOLA Bacharelado - Universidade Nacional Pedro Ruiz Gallo (2004), e mestrado em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Sergipe (2016). Tenho experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Recursos Hídricos e Irrigação, atuando principalmente em planejamento e gestão de recursos hídricos, projetos de irrigação técnica, mecânica agrícola, e administração. Atualmente trabalho na Autoridade Nacional da Água – ANA, como Chefe da Administração Local da Água Chicama (2018 -2020).

#### **RIVANILDO DALLACORT**

Professor Adjunto no Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Tangará da Serra. Atuante na área de Engenharia Agrícola, atuando principalmente nos seguintes temas: Agrometeorologia, Solos, Irrigação, Recursos hídricos, Meio Ambiente, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto.

#### **ROMÁRIO MONTEIRO HORAS**

Técnico em Agropecuária formado pelo IF-Sertão Campus Ouricuri. Atualmente estudante de Agronomia UFRPE. Bolsista IC. Integrante do grupo de pesquisa Ecohidrologia do Semiárido.

#### **SAMIA CRISTINA DE LIMA LISBOA**

Engenheira Florestal graduada pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Altamira

#### **SANDRA ANDRÉA SANTOS DA SILVA**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências Agrárias, Professora da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Altamira

#### **SHEYLA SALES DE OLIVEIRA**

Atualmente é graduando em Engenharia Agrícola pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA). bolsista de iniciação científica (FAPEMA).

#### **TAMARA SOUSA DA SILVA**

Atualmente é graduanda em Engenharia Agrícola pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA). bolsista em foco acadêmico.

#### **VIVIAN DIELLY DA SILVA FARIAS**

Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, Professora da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Altamira

#### **WILSON MOREIRA DUTRA JUNIOR**

Graduação em Zootecnia, pela FZVA da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1982), especialização em Aves e suínos pela Universidade Federal de Lavras, em 1989, mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal (1988), Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (2000), Pós Doutorado pela Universidade Federal de Viçosa (2012). Atualmente é professor Titular da Universidade Federal Rural de Pernambuco, ocupando o cargo de Diretor do Departamento de Zootecnia. Pesquisador II

# AUTORES

do CNPq. Tem experiência na área de Ensino de Zootecnia, com ênfase em Avaliação Animal, atuando principalmente nos seguintes temas: desempenho, avicultura, suinocultura, nutrição animal, alimentos e alimentação, avaliação de carcaça e avaliação e conservação de recursos genéticos animais.

