



# Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 6

Fábio Steiner  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)

 **Atena** Editora

Ano 2018

Fábio Steiner  
Alan Mario Zuffo

# **Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 6**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

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

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

E38 Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 6 [recurso eletrônico] / Organizadores. Fábio Steiner, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  
7.093 kbytes – (Elementos da Natureza; v. 6)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-05-5

DOI 10.22533/at.ed.055182507

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.  
I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Título. IV. Série.

CDD 631.44

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

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

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Elementos da Natureza e Propriedades do Solo” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume VI, apresenta, em seus 22 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo nas áreas de manejo e conservação do solo e da água, manejo de culturas e educação em solos.

O solo é um recurso natural abundante na superfície terrestre, sendo composto por propriedades biológicas, físicas e químicas. Por outro lado, a água também é essencial os organismos vivos e, para a agricultura. Nas plantas, a água é responsável por todo o sistema fisiológico. Ambos os elementos, juntamente com os nutrientes são imprescindíveis para os cultivos agrícolas, portanto, os avanços tecnológicos na área das Ciências do solo são necessários para assegurar a sustentabilidade da agricultura, por meio do manejo, conservação e da gestão do solo, da água e dos nutrientes.

Apesar da agricultura ser uma ciência milenar diversas técnicas de manejo são criadas constantemente. No tocante, ao manejo e conservação da água e do solo, uma das maiores descobertas foi o sistema de plantio direto (SPD), criado na década de 80. Esse sistema é baseado em três princípios fundamentais: o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e a formação de palhada por meio do uso de plantas de cobertura. Tais conhecimentos, juntamente com a descoberta da correção do solo (calagem) propiciaram o avanço da agricultura para áreas no Bioma Cerrado, que na sua maior parte é formado por Latossolo, que são solos caracterizados por apresentar o pH ácido, baixa teor de matéria orgânica e de fertilidade natural. Portanto, as tecnologias das Ciências do solo têm gerado melhorias para a agricultura.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para as áreas nas áreas de manejo e conservação do solo e da água, manejo de culturas e educação em solos e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Fábio Steiner  
Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE AMBIENTAL DE UM IMPORTANTE RIO DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
<i>Natália Coelho Ferreira</i>	
<i>Juliano De Oliveira Barbirato</i>	
<i>Carlos Moacir Colodete</i>	
<i>Leonardo Barros Dobbss</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
CONTAMINAÇÃO DE METAIS PESADOS EM DIFERENTES USOS E MANEJO DO SOLO NA MICROBACIA CÓRREGO DA OLARIA-SP	
<i>Mariana Bárbara Lopes Simedo</i>	
<i>Antonio Lucio Mello Martins</i>	
<i>Maria Conceição Lopes</i>	
<i>Teresa Cristina Tarlé Pissara</i>	
<i>Sandro Roberto Brancalião</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA NO INVERNO: PRODUTIVIDADE DE MASSA SECA E COBERTURA DO SOLO	
<i>Marcos Cesar Mottin</i>	
<i>Katiely Aline Anschau</i>	
<i>Edleusa Pereira Seidel</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
EFEITOS DA LOCALIZAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MILHO	
<i>Jefferson Luiz de Aguiar Paes</i>	
<i>Wedisson Oliveira Santos</i>	
<i>Hugo Alberto Ruiz</i>	
<i>Edson Marcio Mattiello</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM DIFERENTES USOS E MANEJO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS, MT	
<i>Caíque Helder Nascentes Pinheiro</i>	
<i>Bruno Oliveira Lima</i>	
<i>Stefanya de Sousa Novais</i>	
<i>Tatiane Carmo Sousa</i>	
<i>Mariana Mathiesen Stival</i>	
<i>Janne Louize Sousa Santos</i>	
<i>Monaliza Ana Gonzatto</i>	
<i>Jennifer Oberger Ferreira</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA PRODUÇÃO DE CAPIM UROCHLOA BRIZANTHA CV. MARANDU E UROCHLOA HUMIDICOLA	
<i>Ricardo Braga Vilela</i>	
<i>Alessandra Conceição De Oliveira</i>	
<i>Luciana Saraiva De Oliveira</i>	
<i>Valéria Lima Da Silva</i>	
<i>Bruna Saraiva Dos Santos</i>	
<i>Fernando Costa Nunes</i>	
<i>Carlos César Silva Jardim</i>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>77</b>
INFLUÊNCIA DO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA NA NODULAÇÃO DA CULTURA DA SOJA	
<i>Isabela Carolina Silva</i>	
<i>Anderson Gaías do Nascimento</i>	
<i>Marcela Amaral de Melo</i>	
<i>Anne da Silva Martins</i>	
<i>João Paulo Costa</i>	
<i>Tatiana Vieira Ramos</i>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>86</b>
MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS DE VÁRZEA DO ESTADO DO AMAZONAS	
<i>Gabriel Ferreira Franco</i>	
<i>José João Lelis Leal de Souza</i>	
<i>André Luiz Lopes de Faria</i>	
<i>Milton César Costa Campos</i>	
<i>Liovando Marciano da Costa</i>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>95</b>
RESPIRAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA	
<i>Marcos Gomes de Siqueira</i>	
<i>Weverton Peroni santos</i>	
<i>Caio Bastos Machado Dias</i>	
<i>Aline da Silva Vieira</i>	
<i>Weliton Peroni Santos</i>	
<i>Andressa Gaebrim Ferreira</i>	
<i>Sirlene Pereira de Souza</i>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>107</b>
VARIABILIDADE ESPACIAL DO POTENCIAL EROSIVO DAS CHUVAS PARA A REGIÃO NOROESTE DO ESPIRITO SANTO	
<i>Valéria Pancieri Sallin</i>	
<i>Hellysa Gabryella Rubin Felberg</i>	
<i>Mário Lovo</i>	
<i>Evandro Chaves de Oliveira</i>	
<i>Waylson Zancanella Quarteza</i>	
<i>Elder Quiuqui</i>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>116</b>
AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE COUVE MANTEIGA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA	
<i>Gabriel Pereira Silva</i>	
<i>Pâmela Suame Bezerra Moura</i>	
<i>Ingrid Conceição dos Santos</i>	
<i>Nailson da Silva Alves</i>	
<i>Diego de Macedo Rodrigues</i>	
<i>Pedro Paulo Soares Mendes</i>	
<i>Matheus Costa Silva</i>	
<i>Ilária da Silva Santos</i>	
<i>Camile Melo</i>	
<i>Daniel Luiz Leal Mangas Filho</i>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>120</b>
AVALIAR OS EFEITOS DA APLICAÇÃO DE, STIMULATE VIA SEMENTE NA CULTURA DO SORGO	
<i>Elvis Pieta Burget</i>	
<i>Mike Kovacs de Sousa</i>	
<i>Daisy Dourado Parente</i>	
<i>Cid Tacaoca Muraishi</i>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>125</b>
COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA, QUANTO AO TEOR DE ÓLEO, VISANDO A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL NO ESTADO DO TOCANTINS	
<i>Susane Maciel de Souza</i>	
<i>Joenes Mucci Peluzio</i>	
<i>Deny Alves Macedo</i>	
<i>Weder Ferreira dos Santos</i>	
<i>Evandro Reina</i>	
<i>Lucas Alves de Faria</i>	
<i>Rafael Marcelino da Silva</i>	
<i>Layanni Ferreira Sodré</i>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>130</b>
CRESCIMENTO DE MUDAS DE JABUTICABEIRA EM DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATO E COBERTURA MORTA	
<i>Maura Colombo</i>	
<i>Lucas Daniel Perin</i>	
<i>Maiara Haskel</i>	
<i>Américo Wagner Júnior</i>	
<i>Paulo Cesar Conceição</i>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>137</b>
EDUCAÇÃO EM SOLOS NO CONTEXTO URBANO: UMA EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SOLO NA ESCOLA” NO PARQUE CIENTEC/USP	
<i>Marina Braguini Manganotte</i>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>145</b>
EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E ATIVIDADE DIDÁTICA SOBRE A TEMÁTICA DE SOLO CONTAMINADO	
<i>Ana Claudia Ramos Sacramento</i>	
<i>Maria Luiza Félix Marques Kede</i>	
<i>Luiz Carlos Bertolino</i>	
<i>Thaís Domett de Santana</i>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>157</b>
EXPOSITOR DE ROCHAS E SOLOS DO LITORAL DO PARANÁ: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UM PROJETO DE APRENDIZAGEM	
<i>Lauriane Guidolin Guedes</i>	
<i>Ana Christina Duarte Pires</i>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>163</b>
GRUPOS DE PESQUISA CADASTRADOS EM CIÊNCIA DO SOLO: UMA ANÁLISE	
<i>Amanda Dias dos Reis</i>	
<i>Ana Maria Souza Santos Moreau</i>	
<i>Aline Roma Tomaz</i>	
<i>Maíra do Carmo Neves</i>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>173</b>
O SOLO E SEU AMBIENTE BIOLÓGICO: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA	
<i>Nicole Geraldine de Paula Marques Witt</i>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>179</b>
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE DISCENTES DO ENSINO FUNDAMENTAL (7º AO 9º ANO) E DO PARFOR-UESC (PLANO NACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES) SOBRE OS CONCEITOS DE SOLO	
<i>Aline Roma Tomaz</i>	

*Ana Maria Souza dos Santos Moreau*  
*Amanda Dias dos Reis*  
*Maíra do Carmo Neves*

**CAPÍTULO 21..... 188**

SANDBOX: UMA FERRAMENTA POSSÍVEL PARA O ENSINO NAS GEOCIÊNCIAS

*Carolina Daltoé da Cunha*  
*Hugo Machado Rodrigues*  
*Marcelo Wermelinger Aguiar Lemes*  
*Reiner Olíbano Rosas*

**CAPÍTULO 22..... 195**

SOLO DO BOSQUE RODRIGUES ALVES – CONHECER PARA CONSERVAR

*Washington Olegário Vieira*  
*Larissa Gonçalves Moraes*  
*Regilene Angélica da Silva Souza*  
*Gracialda Costa Ferreira*  
*Vânia Silva de Melo*

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 204**

**SOBRE OS AUTORES..... 205**

## ANÁLISE AMBIENTAL DE UM IMPORTANTE RIO DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

### **Natália Coelho Ferreira**

Mestranda em Ecologia de Ecossistemas,  
Universidade Vila Velha, Avenida Comissário José  
Dantas de Melo, 21 - Boa Vista II, Vila Velha - ES,  
29102-920.

### **Juliano De Oliveira Barbirato**

Doutor em Ecologia de Ecossistemas.

### **Carlos Moacir Colodete**

Doutor em Ecologia de Ecossistemas.

### **Leonardo Barros Dobbss**

Professor na Universidade Federal dos Vales do  
Jequitinhonha e Mucuri; Av. Ver. João Narciso,  
1380 - Cachoeira, Unaí - MG, 38610-000.

**Resumo:** Este trabalho teve o intuito de analisar o impacto sofrido pelo solo e o sistema hídrico estudado (Rio Jucu) do ponto de vista biótico e abiótico, em diferentes pontos de coleta localizados na nascente e foz do curso hídrico e suas influências externas. Foram realizadas técnica de fracionamento químico e análises microbiológicas de acordo com a técnica do número mais provável (NMP), tanto da água quanto dos sedimentos das amostras coletadas na margem da nascente e foz do Rio. Os resultados apresentaram diferenças significativas da qualidade da matéria orgânica e, do solo entre os pontos coletados (alagado, margem e pós-margem) tanto na nascente quanto na foz do Rio Jucu. Observou-se diferenças da qualidade do solo de nascente e foz

nas quais, os resultados podem ser indicativos de dano ao meio ambiente ocasionados por fatores de origem antrópica. As análises microbiológicas realizadas, não obtiveram diferenças significativas entre nascente e foz.

**Palavras-Chave:** Corpo hídrico, sedimentos, água, matéria orgânica e microrganismos.

## 1 | INTRODUÇÃO

O manejo do solo está ligado de forma significativa às atividades antrópicas, como as retiradas de vegetações. Estas ações podem ser prejudiciais ao ambiente de tal forma que ocasione, por exemplo, mudanças na sua estrutura química e biológica dos solos e/ou sedimentos (Marchiori Júnior et al., 2000). Esse manejo inadequado pode causar problemas a formações e saúde dos cursos hídricos, uma vez que a alteração da disposição de sedimentos pode afetar a qualidade da água (Machado et al., 2003).

Com isso, deduz-se que alguns fatores como a constituição vegetal em torno de sistemas hídricos, pode-se contribuir com a formação desse sistema e também do solo, contudo, o desmatamento tem, estampando sérios danos a sua hidrologia e a biodiversidade (Nobre et al., 1991).

Com o crescimento demográfico, faz-se necessário o acompanhamento dos sistemas hídricos, uma vez que, a água é um patrimônio essencial para o crescimento ordenado da população, de tal maneira que acrescentem atributos importantes ao desenvolvimento socioeconômico e à saúde (Bueno et al., 2005). Isso reflete, de forma expressiva, nos ecossistemas, devido ao mau uso do solo pela população. Diretamente, podemos citar que o aporte de MO traz uma cadeia de consequências como a eutrofização de ecossistemas aquáticos, além do soterramento de mananciais devido à deposição de sedimentos, o que ocorre principalmente por causa da ausência de mata ciliar (Terra et al., 2009).

O solo é um componente necessário à vida, principalmente por ser considerado a grande reserva de nutrientes para os organismos vegetais. Por meio de seu manejo, são retirados muitos recursos que favorecem a vida como um todo, o que permite compreender sua importância e o valor da sua boa estruturação. Um solo bem estruturado facilita propriedades fundamentais da relação planta-solo. (Ferreira et al., 1999).

O intemperismo pode ser influenciado pelo clima e por meio disso afetar o solo de forma direta. Um aspecto das regiões tropicais, é que o solo tende a ter uma característica nutricional mais baixa por estar em uma zona mais quente (Santos et al., 2008). A composição química da matéria orgânica é estabelecida, principalmente, pelo ambiente pedogênico, pela vegetação e utilização do solo (Sheng et. al. e Wattel-Koekkoek et. al., 2001; Dick, 2005). E, com relação à degradação do solo, tal impacto pode afetar significativamente a sua relação com o ambiente (Bayer et al., 2000). A MO é, portanto, o resultado da interação solo-vegetação que possibilita predizer a existência de uma relação, além de classificar o estado de evolução da matéria orgânica, que necessita de diversos fatores como o acúmulo de material vegetal que vai definir o estágio de aporte e decomposição da MO.

Os solos possuem horizontes, que são camadas paralelas que variam em espessura e estrutura, sofrendo alterações de pH, compostos orgânicos, minerais, coloração, textura e porosidade. O horizonte O, a camada mais superficial, é a região onde se encontra a matéria orgânica e, paralelamente o seu húmus (Lepsch, 2002). O húmus é uma substância amorfa de coloração acastanhada e macia. Sua formação ocorre ao longo da decomposição microbiana de restos de animais, plantas e parte da massa de microrganismos (os envolvidos na decomposição de tais substratos) (Lepsch, 2002).

O húmus atua de forma benéfica ao solo melhorando a sua estrutura, promovendo uma lenta liberação de nutrientes, ampliando a capacidade de tamponamento do solo e de retenção de água (Santos et al., 2008). Por isso, por meio de seu fracionamento é possível analisar a qualidade de um solo no que se diz respeito a índices relacionados a suas frações húmicas (Pelczar et al., 1997).

As substâncias húmicas são os principais componentes da matéria orgânica e exercem efeitos diretos e indiretos ao solo. É possível classificar dentro desse grupo de

substâncias: as huminas (fração insolúvel devido a sua interação com a parte mineral dos solos e sedimentos), os ácidos fúlvicos (solúvel em qualquer faixa de pH) e os ácidos húmicos (solúvel apenas em pH básico) (Silva et al., 2000).

As SH são formadas pela síntese da matéria orgânica e pela atividade decompositora formando estruturas de moléculas heterogêneas, amorfas e coloidais. São resultados da formação de resíduos orgânicos por meio de atividade microbiana no solo, polimerização de alguns componentes, resistentes à atividade decompositora. Com isso, podemos dizer que essas substâncias são parte final da evolução da matéria orgânica (Silva et al, 2009).

Com a alteração do ecossistema, devido a manipulação pelo homem, a tendência é que a MO mude suas características estáveis em relação aos minerais que nela se agrega. Com a degradação, propriedades como sua morfologia vai se alterando, o que afeta o teor de matéria orgânica, que decai por causa de sua compactação, o que afeta a qualidade da humificação da matéria orgânica, uma vez que o solo não evolui devido ao manejo intenso ou alterações no uso do solo por possui MO, que é gerado pela degradação desse ecossistema afetando toda a sua biota constituinte (Cunha et al, 2001).

O solo é formado por uma condição quantitativa extensa de microrganismos, sendo um ambiente de alta complexibilidade de seres vivos. Estes microrganismos atuam de forma direta ou indireta na produção da matéria orgânica, pois, eles auxiliam na transformação de dejetos, corpos de animais e tecidos de plantas em substâncias que, enriquecerão o solo, de tal forma que exercem uma manutenção importante da vida da Terra (Canellas et al. 2001). Desta maneira, pode-se dizer que a preservação do solo é de extrema importância para sobrevivência destes microrganismos e que variações ambientais por fatores bióticos e abióticos, podem provocar alterações nessa microbiota (Moreira e Siqueira, 2002).

Quando se refere a microrganismos presentes no solo é importante abordar os coliformes que podem ser encontrados em diversos ambientes, entre eles, o solo onde o seu tempo de sobrevivência pode ser superior ao de bactérias patogênicas de origem intestinal. Por esses microrganismos serem tão comuns no ambiente é difícil alegar serem eles de origem-fecal ou não, o que induz à necessidade de análise mais detalhada e com um maior tempo de duração. (Silva et al., 2006).

Por causa destes impactos faz-se necessário então, o monitoramento de áreas-alvo para evidenciar de modo qualitativo e quantitativo o impacto em corpos hídricos e seu entorno, uma vez que, qualquer alteração irregular ao longo de um Rio, por exemplo, pode exercer influência direta sobre ele, como é o caso da retirada da vegetação. O monitoramento da qualidade da mo do solo e também dos tipos de organismos presentes tanto no solo quanto na água também são fundamentais para a avaliação da saúde de um ambiente. Todos esses fatores contribuem para identificação de impactos danosos aos diferentes ecossistemas, que geralmente são capazes de servir para tomada de decisões futuras com respeito à preservação (Costa

et al., 2004).

Em vista disso, tem-se revisto algumas leis e.g.: Código Florestal para preservação da comunidade vegetal em torno de um manancial. Tal lei se limitava a conservação da vegetação apenas de áreas de proteção permanente, contudo, com o intuito de atualizá-la, alguns pontos desta foram suprimidos e regulamentados somente aqueles que, estabeleciam que nessas áreas devessem ter em média 30 metros de vegetação. Como o sistema hídrico estudado foi um rio é importante estabelecer que para uma área de preservação comum, a vegetação em seu entorno, com a atualização da lei poderia ser apenas de 10 metros. Porém dentro da Reserva Biológica de Jacarenema, em algumas áreas esse valor se estendeu de maneira a beneficiar todo o ecossistema (Valle Júnior et al., 2010). Este Trabalho teve como objetivo analisar o impacto sofrido pelo solo e pelo sistema hídrico de duas áreas do Rio Jucu, do ponto de vista biótico e abiótico, levando em consideração diferentes pontos de coleta e as influências externas geradoras de impactos antrópicos. Através disso, analisar a qualidade da MO por meio de índices obtidos, após a técnica de fracionamento químico e avaliar microbiologicamente amostras de água e de solos/sedimentos das áreas de nascente e foz do Rio Jucu.

## 4 | METODOLOGIA

### 4.1. Local

O Rio Jucu, é um corpo hídrico em meio urbano pertencente ao Estado do Espírito Santo, região sudeste do Brasil, com cerca de 80 km de extensão, iniciando seu curso no município de Domingos Martins. Desde a nascente até sua foz (Vila Velha - Barra do Jucu), o rio vem sofrendo diversos impactos provocados pelo homem, desde o despejo de efluentes através de esgotos domésticos até resíduos industriais, prejudicando o sistema hídrico e causando sua degradação. Este rio, em uma parte do seu percurso, passa por dentro do Instituto Jacarenema de Pesquisa e Proteção Ambiental e deságua no oceano atlântico especificamente, em uma zona costeira praia da Barrinha, em Vila Velha, ES. (Neves et al., 2011).

Junto com o rio Santa Maria da Vitória, é responsável por cerca da metade do abastecimento hídrico do Estado, e cerca de 95% da grande Vitória. Sendo assim, é necessário ressaltar a importância da bacia do Rio Jucu e à relevância da preservação do rio em diferentes unidades de conservação, sempre se atestando a qualidade da água para sua preservação e geração de estudos para seu manejo de forma sustentável. (Terra et al., 2010).

As coletas foram realizadas em duas diferentes áreas do curso do Rio Jucu (nascente e foz) com auxílio dos responsáveis e técnicos do Instituto Jacarenema de Pesquisa e Proteção Ambiental (INJAPA), localizado na Barra do Jucu, em Vila Velha no estado do Espírito Santo. Todas as amostras foram retiradas próximas do Rio Jucu,

cada uma com 50 metros de distancia do outro ponto de coleta. Vale destacar que todo o procedimento de coleta foi realizado durante o primeiro semestre do ano de 2014, caracterizado por um período atípico de seca e calor intenso, com relação ao clima normal do Brasil, em que se tem duas estações: chuvoso e seco; quente e húmido.

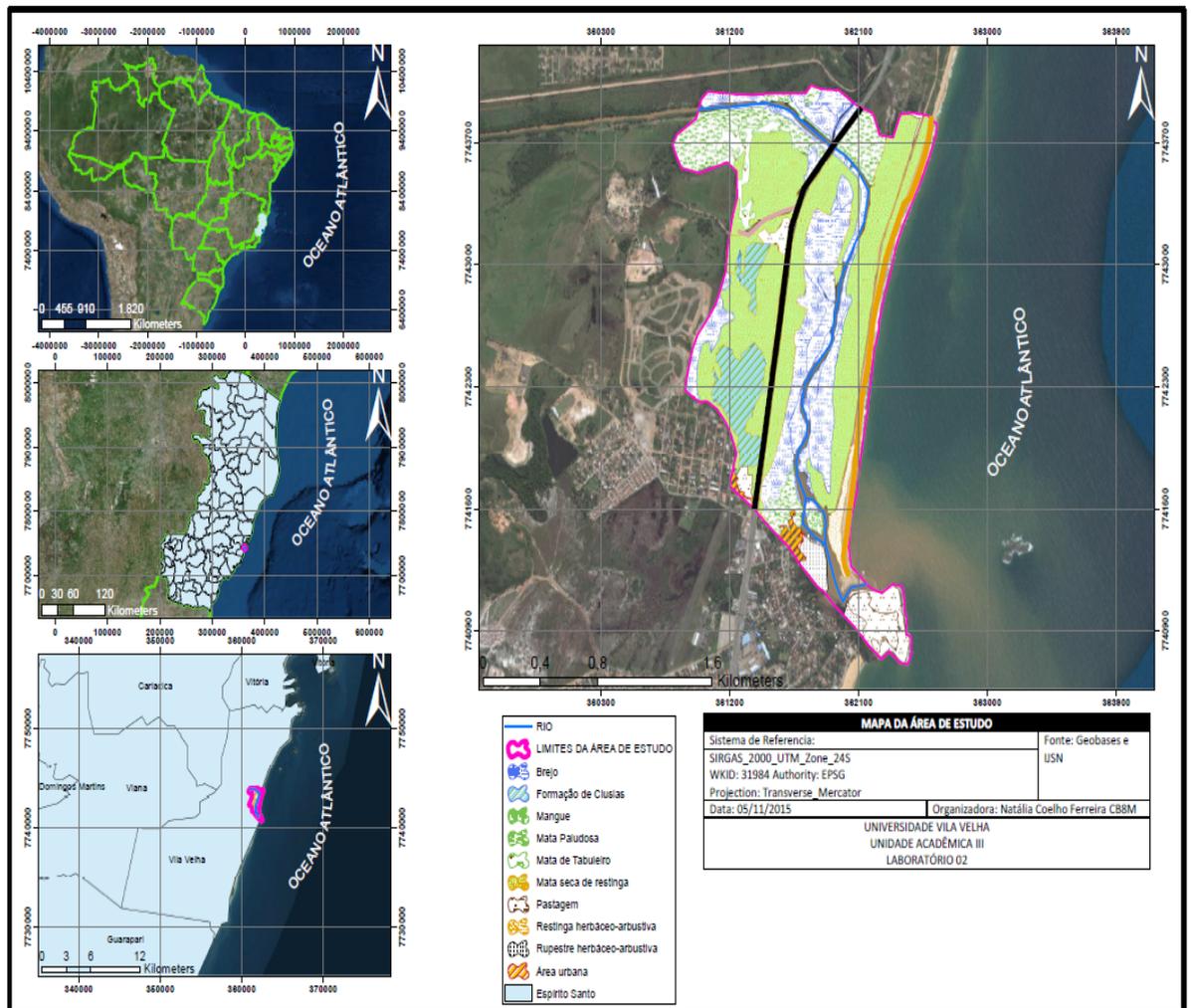


Figura 1. Mapa do Instituto Jacarenema de Pesquisa e Proteção Ambiental (INJAPA).

## 4.2. Coleta e procedimentos laboratoriais

Para a realização deste trabalho foram delimitados três pontos amostrais separados por 50 metros de distância entre eles (Figura 1), onde foram realizadas as coletas, tanto na nascente como na foz do Rio Jucu. Foram coletados cerca de 500 g de solo superficial (de 0-20 cm), com auxílio de um trado holandês.



Figura 2. Disposição dos locais de coleta dentro do Parque Natural Municipal de Jacarenema.

A coleta foi realizada ao longo do Rio Jucu em dois pontos específicos: Nascente (mais precisamente no município de Domingos Martins) e na foz (Barra do Jucu). Adicionalmente, foram coletadas amostras duplas do substrato e da água do Rio Jucu nas áreas de margem nos locais de coleta para a realização das análises microbiológicas.

Após a coleta, as amostras de sedimentos/solos foram secas ao ar (TFSA) em casa de vegetação e logo após, encaminhadas para o laboratório, condicionadas em sacos plásticos devidamente identificados pelo local e profundidade das coletas. No laboratório, as amostras foram maceradas, separadas em potes com a identificação correta de forma a ficar registrado no rótulo o ponto, local que foi feito a coleta, a profundidade e o nome da autora do projeto.

#### 4.3. Fracionamento da matéria orgânica

O fracionamento da matéria orgânica das amostras foi realizado segundo método recomendado pela Sociedade Internacional das Substâncias Húmicas (IHSS) (Swift, 1996), com pré-tratamento da amostra com HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup> e uso de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> como solvente. A dosagem de carbono nas frações foi realizada em três réplicas de laboratório por amostra, utilizando-se dicromato de potássio como oxidante

e sulfato ferroso amoniacal para determinar o equivalente em carbono em cada fração (Yeomans & Bremner, 1988).

#### **4.4. Análise microbiológica**

A análise microbiológica foi realizada de acordo com o método de NPM/mL (número mais provável/mL). Esse método se baseia na técnica de diluições seriadas (APHA, 1995) onde as amostras coletadas são acondicionadas em tubos//shots autoclavados e inoculadas em caldos nutritivos. Por meio deste método é possível fazer a quantificação microbiológica por meio de diluições seriadas com a utilização de solução salina. Na primeira etapa do método, retirou-se assepticamente 10 mL das amostras de água e pesou-se 25 gramas de cada amostra coletada e posteriormente adicionou-se a cada uma em triplicada 225 mL de solução salina para a diluição aos valores de  $10^{-1}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ . As diluições obtidas foram inoculadas em cinco tubos contendo 9 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) com tubos de Durhan invertidos, e incubados em estufa bacteriológica com temperatura entre 35 e 37°C, por 24 horas. Essa primeira etapa consiste no teste presuntivo.

Na segunda etapa, os tubos que apresentaram turvação e formação de gás no caldo Lauril, tiveram, com a ajuda de uma alça bacteriológica, uma alíquota semeada em tubos contendo 10 mL de caldo Verde Brilhante 2% (VB). Outra alíquota foi adicionada em tubos contendo 10 mL de caldo Escherichia coli (EC), com tubos de Durhan invertidos. Os tubos com VB foram incubados em estufa bacteriológica com temperatura entre 35 e 37°, por 48 horas, e os tubos com EC foram condicionados em banho-maria a 44,5°C, durante 48 horas. Esta segunda etapa consiste no teste confirmativo. Foram considerados positivos os tubos com produção de gás no interior dos tubos de Durhan. Os resultados foram analisados em tabela do Número Mais Provável (NMP) (Morelli et al., 2003).

#### **4.5. Análise estatística**

Nesse trabalho foi utilizado o delineamento experimental inteiramente sistemático com 6 locais de coleta (3 pontos na nascente do Rio Jucu e 3 pontos na foz do Rio Jucu). Todos os pontos foram coletados em triplicata. Após a constatação de que os dados eram paramétricos por meio do teste de Kappa, para verificar se os dados eram normais, foi realizada uma análise de variância ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) pelo programa SISVAR da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (Ferreira, 2011).

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Índices de qualidade da matéria orgânica do solo em diferentes trechos do Rio Jucu

Conforme pode ser observado, as Tabelas 1 e 2 apresentam todas as médias do Carbono Orgânico Total (COT) e Carbono nas frações das substâncias húmicas (CSH) presentes na matéria orgânica das amostras referentes ao solo de substrato alagado (1), margem (2) e pós-margem (3). Tal teste foi realizado para atestar a qualidade do solo e, a partir dessa interpretação, saber como está o estado do ambiente, o que se fez necessário quando há o aumento das atividades econômicas, principalmente àquelas que alteram o uso e manejo dos solos, uma vez que com isso gera o desgaste, prejudicando o ecossistema como um todo.

PONTOS	C <sub>TOTAL</sub>	C <sub>AF</sub>	C <sub>AH</sub>	C <sub>H</sub>
	g kg <sup>-1</sup> solo			
1	42,83	0,23	0,15	12,15
2	40,98	0,24	0,14	7,75
3	28,7	0,25	0,45	24,78

Tabela 1. Resultados representantes das médias de repetições do COT e das CSH extraídas dos sedimentos coletados na área da nascente do Rio Jucu.

PONTOS	C <sub>TOTAL</sub>	C <sub>AF</sub>	C <sub>AH</sub>	C <sub>H</sub>
	g kg <sup>-1</sup> solo			
1	11,28	0,25	0,06	7,8
2	18,7	0,17	0,14	14,4
3	17,9	0,2	0,1	12,5

Tabela 2. Resultados representantes das médias de repetições do COT e das CSH extraídas dos sedimentos coletados na área da foz do Rio Jucu.

Um estudo semelhante foi realizado por Melo et al. (2008), onde foram relatados problemas com fertilizantes e poluentes comerciais. No presente estudo, o COT serviu como indicador do quanto isso influenciou na evolução da MO limitando a capacidade de decomposição observada pelas médias dos graus de humificação. Nas Tabelas 1 e 2 é possível observar as médias resultantes de todas as repetições dos pontos de substrato alagado (1), margem (2) e pós-margem (3) para análise da qualidade da matéria orgânica. Com base nos dados, é possível perceber que os pontos 1 (margem) e 3 (pós margem) da nascente apresentam maiores resultados que os da foz, onde o aporte de matéria orgânica é menor. O ponto 2 (margem), por sua vez, apresenta valores maiores que na foz, mostrando que a ausência de cobertura vegetal afeta o aporte de matéria orgânica, principalmente, nas zonas de margem (Santos et al., 2008). De acordo com Loss et al. (2006), as diferentes frações húmicas expressas nas Tabelas 1 e 2 são as que mais exercem influência sobre a

matéria orgânica e apresentam diferenças em sua composição devido a profundidade. Todavia, comparando-se as duas tabelas, é possível observar grandes distinções na mesma profundidade, 0-20 cm. Ainda, segundo estes autores, quanto mais profundo a camada, maiores as médias de carbono devido o teor de matéria orgânica que se apresenta nos diferentes horizontes. Entretanto, de acordo com nossos resultados é possível afirmar que na mesma camada, o mesmo tipo de solo com influências externas ao ecossistema, podem alterar a presença das diferentes frações húmicas.

As figuras 1, 2 e 3 representam as coletas realizadas na nascente (A) e na foz (B) do Rio Jucu. Estas tabelas foram relacionadas àquelas idealizada por Labrador Moreno (1996), para indicação de qualidade do solo e, paralelamente, a da matéria orgânica, nas quais observa-se que o índice CAH/CAF quando igual ou superior ao valor 1 está em nível normal, abaixo disso indica que a evolução da matéria orgânica foi limitada de alguma forma. Considerando estes índices, observa-se que as referidas figuras, apresentam algumas distinções significativas destes valores para o ambiente estudado.

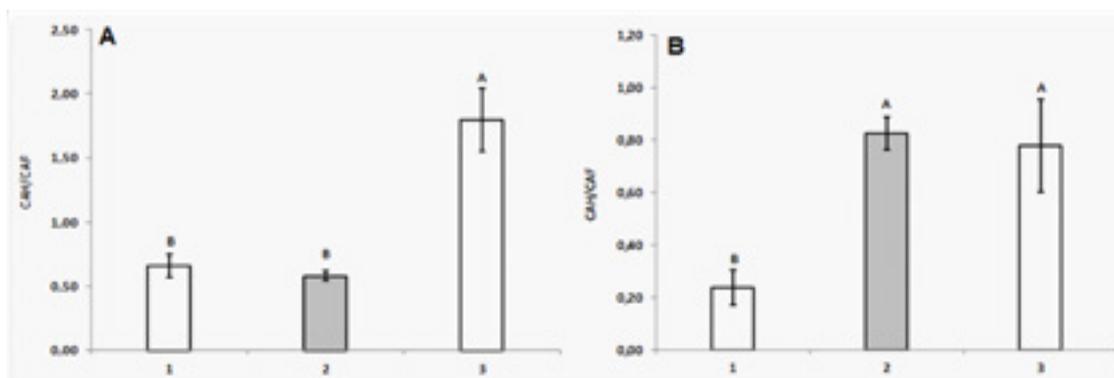


Figura 1. Índice CAH/CAF nos diferentes pontos coletados [substrato alagado (1), margem (2) e pós-margem (3)], na nascente (A) e foz (B) do Rio Jucu.

Na figura 1A, os valores dos pontos 1 (substrato alagado) e 2 (margem) apresentaram os valores de CAH/CAF abaixo da unidade (1). No caso do ponto 1 que é o de substrato alagado, o valor foi de 0,66 e o do ponto 2 (margem) 0,58. Enquanto que o ponto 3 de zona pós margem demonstrou estado normal deste índice, com a média de 1,72. Quando comparadas a Figura 1A com a Figura 1B observa-se que em B, todos os pontos ficaram abaixo de 1. Contudo, o ponto 1 (substrato alagado) foi o que apresentou o valor mais baixo, com a média de 0,24, demonstrando que tal área sofreu algum dano maior que os pontos 2 (margem) com média 0,82 de e 3 (pós margem) com valor de 0,8, valores esses mais próximos do valor admitido como normal (Labrador Moreno, 1996). Com base nesses resultados, ao se comparar as figuras de nascente (1A) e foz (1B), **é possível demonstrar** a corroboração com os resultados de Machado et al. (2003) que descreveram que uma área com maior cobertura vegetal possui um grau menor de alteração e uma menor influência da ação antrópica em sistemas hídricos. Tal dado de fato foi confirmado no presente trabalho, uma vez que a zona de maior cobertura vegetal está na área da nascente e quando na

foz, a cobertura diminui de forma significativa, e mesmo que a área da foz do Rio Jucu esteja em uma área de proteção, por estar dentro de zona de reserva, esta área ainda recebe a influência dos arredores urbanos. A influência antrópica pode ser um grande problema, para saúde do corpo hídrico e do solo, como foi corroborado no trabalho de Terra et. al. (2010), na qual os autores explicitam que os maiores agravantes da saúde ambiental são os efluentes lançados no rio sem tratamento, aterros sanitários que não seguem as normativas para evitar contaminação, redes de esgoto e lixões clandestinos e também a retirada de vegetação, principalmente da mata ciliar, muitas vezes por conta do crescimento demográfico descontrolado.

O índice  $CHUM/(CAH+CAF)$ , apresentado na Figura 2, explicita o quão estável se encontra a matéria orgânica, sendo que, quanto mais elevado o valor melhor é seu estado. Desta forma, essa afirmação permite analisar a Figura 2 A e B abaixo:

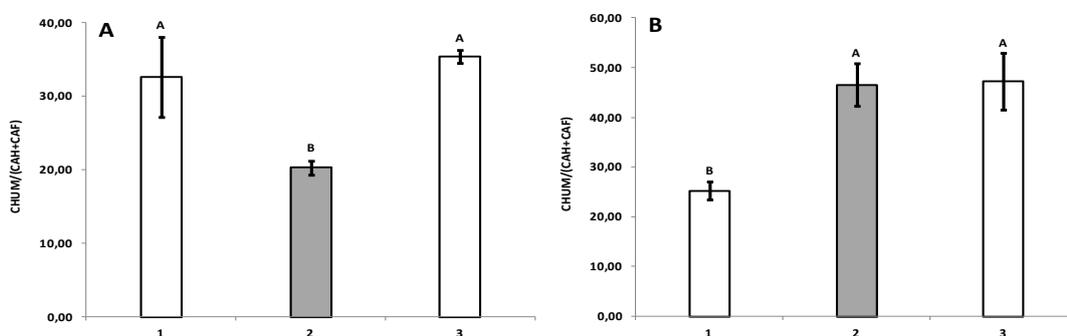


Figura 2. Índice  $CHUM/(CAH+CAF)$  nos diferentes pontos coletados [substrato alagado (1), margem (2) e pós-margem (3)], na nascente (A) e foz (B) do Rio Jucu.

Em A (nascente do Rio Jucu) pode-se observar que o ponto de valor mais baixo é o 2 (substrato da margem do Rio) com a estabilidade média de 20,20. Já os pontos 1 (substrato alagado pelo Rio) com valor de média 32,60 e 3 (substrato da área pós-margem do Rio) com média 35,39 foram os que apresentaram os valores mais elevados e com semelhança significativa, porém, neste caso não é possível afirmar que a área mais distante do curso hídrico (pós-margem), e com maior vegetação, é a de maior estabilidade, o que é corroborado por Silva e colaboradores (1998) que relatam que a comunidade vegetal colabora para estabilidade do solo. Ao ser analisada a Figura 2B (foz do Rio Jucu), torna-se mais compreensível o porquê de os resultados destoarem tanto. Pode-se observar nessa Figura que o ponto de menor valor é o ponto 1 (alagado) com média de estabilidade de 25,26 e, tal valor consegue ser menor do que o menor valor da área da nascente (Figura 2A). Na Figura acima, novamente há dois pontos similares, tanto na figura A, que representa a nascente quanto na B, representante da foz. No entanto os pontos 2 (margem) com estabilidade de 46,56 e 3 (pós-margem) com média de estabilidade 47,20 apresentados na Figura 2B são mais similares que os do Figura 2A, na qual os pontos com semelhança significativa são os 1 (margem) e 3 (pós-margem) e que, se forem comparadas, estas se apresentam bem distantes

um do outro para a existência de uma conexão direta influenciável, fazendo que o ambiente esteja degradado de forma significativa como um todo. O que mantém esta região relativamente preservada é a zona de intercessão entre essas duas áreas, ou seja, o ponto 2: zona de margem. Com isso, conclui-se que o pouco de vegetação nesse local mantém a estabilidade do solo e conserva o sistema hídrico estudado (Rio Jucu).

O índice calculado  $[(CAH+CAF+CH)/CTOTAL]*100$  avalia o grau de humificação da matéria orgânica. A Figura 3 (A e B) apresenta os resultados desse índice para os diferentes pontos e regiões de coleta.

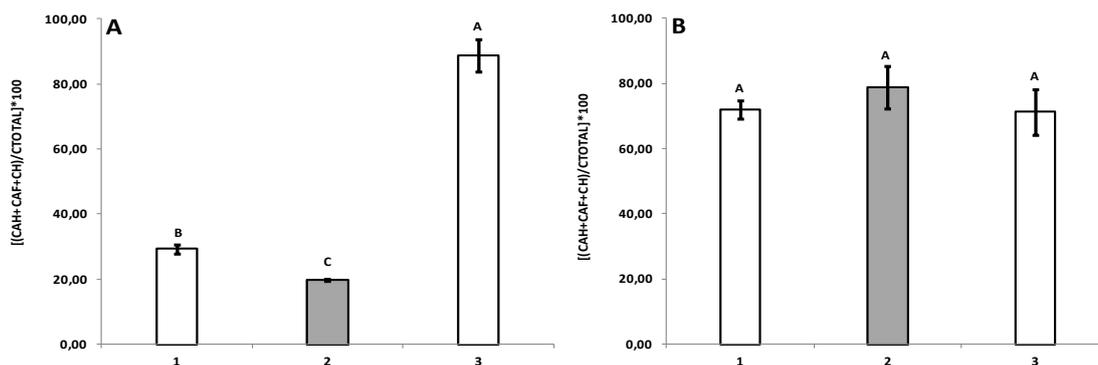


Figura 3. Índice  $[(CAH+CAF+CH)/CTOTAL]*100$  nos diferentes pontos coletados [substrato alagado (1), margem (2) e pós-margem (3)], na nascente (A) e foz (B) do Rio Jucu.

Na Figura 3 A, os pontos 1 (substrato alagado) com média de 29,25 e 2 (margem) com média de humificação 19,85 estão abaixo dos valores padrão de 65 a 90% descritos por Labrador Moreno em 1996, o que podem indicar que foram adicionados novos resíduos orgânicos ao solo mas que ainda não tiveram tempo de evoluir, já o ponto 3 da região da nascente (Figura 3A) obteve valor dentro da normalidade. Na figura 3B, todos os valores estão dentro dos padrões com as médias de: ponto 1(substrato alagado) 72,03, ponto 2 (margem) 78,81 e ponto 3 (pós-margem) 71,3 o que indica que a região possui um elevado grau de humificação, provavelmente, devido a matéria orgânica de baixa qualidade de origem antrópica existente na região da foz do Rio Jucu (Santos et al., 2008). Todas essas análises foram feitas conforme a proposta de interpretação da qualidade da matéria orgânica do solo, de acordo com Labrador Moreno, 1996.

## 5.2 Análises microbiológicas

Atualmente, muitos corpos hídricos estão sendo poluídos principalmente, devido aos impactos antrópicos. Ultimamente, as preocupações com as alterações promovidas pelos seres humanos aos mais diversos ecossistemas têm sido abrangentes uma vez que as atividades econômicas têm levado ao aumento significativo de lançamentos de efluentes em sistemas hídricos. Por tudo que se é despejado sem o devido tratamento, tem afetado a vida como um todo, sendo um problema para sobrevivência de vários organismos, levando-os a morte (Borges et. al 2003).

Os testes microbiológicos, chegaram a um resultado curioso: os solos amostrados não apresentaram microrganismos termotolerantes. Foram registradas atividades E. coli em apenas duas das repetições mais concentradas ( $10^{-1}$ ), na amostra de água próximo a foz (Barra do Jucu), provavelmente devido a maior incidência de atividades antrópicas (comércio e as próprias residências), e na localidade onde o Rio Jucu deságua, onde foi coletada a amostra.

Amostras	NMP/GRAM
Solo (A)	<3
Solo(B)	<3
Água(A)	<3
Água(B)	9,2

Tabela 3. Análise microbiológica do solo e da água coletadas na região da margem da nascente e foz do Rio Jucu durante o período quente e seco.

Conforme relatado por Hernani et. al. (1999) em trabalho sobre os efeitos das atividades exercidas no solo que ocasionaram desgaste nutricional e erosão, é possível concluir que o manejo incorreto do solo pode ocasionar grandes perdas, não sendo só prejudicial ao ecossistema terrestre como também aos corpos hídricos, ocasionando a degradação de ecossistemas. Dependendo da quantidade de efluentes descartados no corpo hídrico, pode haver inibições das atividades microbiológicas. Prova disso é o desequilíbrio nutricional ocasionado pela baixa na degradação da matéria orgânica do solo como relatado por Fia et. al. (2010).

Segundo o Conama 357/2005, a média tolerante de coliformes por litros d'água presentes na água é de 200 organismos em 100 mL, logo pode-se observar que o valor amostral apresentado é bem menor, o que indica que, mesmo a água da foz sofrendo alta pressão antrópica ainda assim se apresenta apropriada para o consumo e atividades recreativas de forma a não prejudicar a saúde de quem dela usufrui encaixando-se na classe 2 até o presente momento.

## 6 | CONCLUSÕES

De acordo com o que foi exposto é possível concluir que o solo mais próximo da nascente tem pouca carga de matéria orgânica em comparação a foz, o que significa que o corpo hídrico e a população ao seu redor são responsáveis, em parte, pela propagação de matéria orgânica e sua qualidade.

Com relação às análises microbiológicas, **é possível** concluir sobre a existência de pouca incidência de coliformes E. coli e ausente microrganismos termotolerantes, fazendo com que o rio e o solo estejam aptos para o seu manuseio, saudável e não apresentam riscos à saúde no que se diz respeito a microrganismos nocivos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade de Vila Velha (UVV) pela oportunidade de fazer parte de uma instituição de ensino qualificado, desempenhando um projeto ao lado de profissionais aptos e renomados dando origem a este primeiro de muitos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

APHA, **Standard methods**. 19 Edition. American Public Health Association, Washington, DC, 2005.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de Sistemas de Preparo e de Cultura na Dinâmica da Matéria Orgânica e na Mitigação das Emissões de CO<sub>2</sub>. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 24, 2000.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da Qualidade Hídrica e Eficiência de Interceptores de Esgoto em Cursos d'Água Urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 8, n. 2, Abr/Jun, 2003.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto Ouro Verde - Conchal – SP. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, vol.25, n.3, set./dez,2005.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; guridi, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, vol. 36, n. 12, p. 1529-1538, dez, 2001.

CONAMA, **Resolução N°357**, DOU, n°53:58-63,mar, 2005.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. V. Aumento de Matéria Orgânica num Latossolo Bruto em Plantio Direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.34, n.2, mar-abr, 2004.

CUNHA, T. J. F.; MACEDO, J. R.; RIBEIRO, L. P.; PALMIERI, F.; FREITAS, P.L.; AGUIAR, A. C. Impacto do Manejo Convencional sobre Propriedades Físicas e Substâncias Húmicas de solos sob Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.1, n.1, 2001.

DICK, D. P.; GONÇALVES, C. N.; DALMOLIN, R. S. D.; KNICKER, H.; KLAMT, E.; KOGEL-KNABNER I.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L. Characteristics of soil organic matter of different Brazilian Ferralsols under native vegetation as a function of soil depth; *Geoderma*, vol.124, 2005.

FERREIRA, D. F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras, MG. Universidade Federal de Lavras – UFLA, **SISVAR 4.1. pacote computacional**, 2011.

FERRREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região sudeste do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, vol. 23, 1999.

FIA, R.; Matos, A. T.; FIA, F. R. L.; MATOS, P.; LAMBERT, T. F.; NASCIMENTO, F. S. Desempenho de Forrageiras em Sistemas Alagados de Tratamento de Águas Residuárias do Processamento do Café; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.14, n.8, 2010.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistema De Manejo De Solo E Perdas De Nutrientes e Matéria Orgânica Por Erosão. **R. Bras. Ci. Solo**, n.23, 1999.

LABRADOR-MORENO, J. La matéria orgânica y los agrossistemas; Madri, **Ministeria**

**Agricultura**,1996.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo, **Oficina de Textos**,2002.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BRITO, R. J. Distribuição das substâncias húmicas em solos de tabuleiros sob diferentes coberturas vegetais; **Rev. Univ. Rural**, Sér. Ci. da Vida, RJ, EDUR. v. 26, n. 2, 2006.

MACHADO, R. E.; VETTRAZZI, C. A.; XAVIER, A. C. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento; **R. Bras. Ci. Solo**,vol. 27, 2003.

MARCHIORI-JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na Biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos; **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, vol.35, 2002.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. D. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **R. Bras. Ci. Solo**,vol. 32, 2008.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002.

MORELLI, A. M. F.; VIEIRA, R. H. S. F.; REIS, C. M. F.; RODRIGUES, D. P.; FONTELES-FILHO, A. A. Indicadores de contaminação fecal para ostra-do-mangue (*Crassostrea rhizophorae*) comercializadas na Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará; **Higiene Alimentar**, vol.17, n.113, 2003.

NEVES, R. C.; SANTOS, L. A. S.; OLIVEIRA, K. S. S.; NOGUEIRA, I. C.; LOUREIRO, D. V.; FRANCO, T.; FARIAS, P. M.; BOURGUINON, S. N.; CATABRIGA, G. M.; BONI, G. C.; QUARESMA, V. S. Análise qualitativa da distribuição de lixo na praia da Barrinha. Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management, vol.11,n.1,2011.

NOBRE, C. A.; SELLERS, P.J.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, vol. 4, 1991.

PELCZAR-JUNIOR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, R. N. **Microbiologia Conceitos e Aplicações**,n. 28, 1997.

SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ed. rev. e atualizada. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

SHENG, G.; JOHNSTON, C. T.; TEPPEN, B. J.; BOYD, S. A. (2001) *Potential Contributions of Smectite Clays and Organic Matter to Pesticide Retention in Soils*. *J. Agric. Food Chem.*, vol. 49 ,n.6, 2011.

SILVA, I. F.; MIELNICZUKi, J. Sistemas de cultivos e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **R. Bras. Ci. Solo**, vol. 22, 1998.

SILVA, A. C.; HORÁK, I.; VIDAL-TORRADO, P.; CORTIZAS, A. M.; RACEDO, J. R.; CAMPOS, J. R. R. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG. II – Influência da drenagem na composição elementar e substâncias húmicas. **R. Bras. Ci. Solo**,vol. 33,2009.

Silva CA, Anderson SJ, Guilherme LRG (2000) Uso da cromatografia de exclusão por tamanho na caracterização de substâncias húmicas de latossolo vermelho-escuro sob efeito da calagem. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:495-503.

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; Oliveira, T. C. R. M. Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e petrifilm ec na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos; **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas,vol. 26,n.2, 2006.

SWIFT, R. S. *Organic matter characterization. In: Sparks et al. (Eds.) Methods of soil analysis. Chemical methods*, Madison, 1996.

TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; ALIPRANDI, R. B.; BARCELOS, F. F.; MARBACH, P. A. S.; MARTINS, J. L. D.; AZEVEDO-JR, R. R.; BARBIÉRI, R. S. (2009) Monitoramento do rio Jucu Braço Sul: Caracterização e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. **Natureza on line**, vol. 7, n.1, 2009.

TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; ALIPRANDI, R. B.; BARCELOS, F. F.; MARBACH, P. A. S.; MARTINS, J. L. D.; AZEVEDO-JR, R. R.; BARBIÉRI, R. S. Estudo limnológico visando avaliação da qualidade das águas do rio Jucu Braço Norte, ES. **Natureza on line**, vol. 8, n.1, 2010.

VALLE-JÚNIOR, R. F.; GALBIATTI, J. A.; MARTINS-FILHO, M. V.; PISSARRA, T. C. T. Potencial de Erosão da Bacia do Rio Uberaba; **Eng. Agríc., Jaboticabal**, vol.30, n.5, set./out, 2010.

WATTEL-KOEKKOEK, E. J. W.; VAN, GENUCHTEN, P. P. L.; BUURMAN, P.; VAN, L. B. *Amount and composition of clay-associated soil organic matter in a range of kaolinitic and smectitic soils*, **Geoderma**, n. 99, 2001.

YOEMANS J. C.; BREMNER J. M. *A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in soil science and plant analysis. New York*, vol.19, n.13, 1988.

## CONTAMINAÇÃO DE METAIS PESADOS EM DIFERENTES USOS E MANEJO DO SOLO NA MICROBACIA CÓRREGO DA OLARIA-SP

### **Mariana Bárbara Lopes Simedo**

Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Jaboticabal, São Paulo.

### **Antonio Lucio Mello Martins**

Pesquisador Científico VI, Diretor Técnico de Divisão do Polo Regional Centro Norte - APTA Pindorama, São Paulo.

### **Maria Conceição Lopes**

Oficial ApCt IV no Polo Regional Centro Norte - APTA Pindorama, São Paulo.

### **Teresa Cristina Tarlé Pissara**

Professora Assistente Doutora do Departamento de Engenharia Rural - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Jaboticabal, São Paulo.

### **Sandro Roberto Brancalião**

Pesquisador Científico V, Polo Regional Centro Norte-APTA Pindorama, São Paulo.

**RESUMO:** O estudo dos metais pesados é considerado importante pelo fato destes serem elementos químicos tóxicos e por apresentar grande estabilidade na natureza, com a possibilidade de permanecerem acumulados no solo ou em sistemas aquáticos. O monitoramento

desses elementos em bacias hidrográficas rurais torna-se imprescindível, pois possibilitará o melhor manejo e conservação do solo e da água, e irá amenizar impactos ambientais. Objetivou-se nesse estudo identificar a contaminação de metais pesados em diferentes áreas de uso e ocupação do solo e da água na Microbacia Hidrográfica Córrego da Olaria, localizada no município de Pindorama-SP. Foi realizado o monitoramento de metais pesados semestralmente em oito pontos de coletas localizados em áreas de matas nativas, pastagem, e agrícola, em diferentes épocas na Microbacia. Avaliaram-se doze parâmetros, a saber: Chumbo (Pb), Cádmiio (Cd), Níquel (Ni), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Alumínio (Al), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Arsênio (As), e Selênio (Se). As amostras de água superficiais foram coletadas em seis pontos da Microbacia e as amostras de solo em dois pontos da área de estudo. O material foi analisado em laboratório do Instituto Internacional de Ecologia (IIE), município de São Carlos-SP. Foi detectada a contaminação do metal pesado mercúrio com valores acima do permitido pelo CONAMA – 357 (2005) e pela CETESB - 195 (2005) nos corpos hídricos e nos solos da Microbacia Córrego da Olaria.

**PALAVRAS-CHAVE:** sedimentos; mercúrio; monitoramento qualitativo.

**ABSTRACT:** The study of heavy metals is considered important because they are toxic chemical elements and have great stability in nature, with the possibility of remaining accumulated in the soil or in aquatic systems. The monitoring of these elements in rural watersheds is essential, as it will enable better management and conservation of soil and water, and will mitigate environmental impacts. The objective of this study was to identify the contamination of heavy metals in different areas of land use and water in the Córrego da Olaria watershed, located in the municipality of Pindorama, São Paulo State. Heavy metals were monitored semiannually at eight collection points located in native forest, pasture, and agricultural areas, at different times in the microbasin. Twelve parameters were evaluated: Lead (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Iron (Fe), Manganese (Mn), Aluminum (Al), Copper (Cu), Chromium (Hg), Arsenic (As), and Selenium (Se). The surface water samples were collected at six points of the watershed and the soil samples at two points in the study area. The material was analyzed in laboratory of the International Institute of Ecology (IIE), municipality of São Carlos, São Paulo State. Contamination of mercury heavy metal with values above that allowed by CONAMA - 357 (2005) and CETESB - 195 (2005) was detected in the water bodies and in the soils of Córrego da Olaria watershed.

**KEYWORDS:** sediments; mercury; qualitative monitoring.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo dos metais pesados é considerado importante pelo fato destes serem elementos químicos tóxicos e por apresentar grande estabilidade na natureza, com a possibilidade de permanecerem acumulados no solo ou em sistemas aquáticos.

A contaminação por esses elementos em áreas agrícolas pode ser evidente, devido ao elevado uso de fertilizantes e agroquímicos, os quais em grande parte utilizam desses componentes nocivos em sua composição. O uso contínuo e prolongado destes pesticidas em atividades agrícolas é considerado a principal fonte de introdução dos metais nos solos e nos corpos hídricos, colaborando assim para a contaminação de solos, ambientes aquáticos e também para a redução da produtividade agrícola por efeitos fitotóxicos nas culturas.

Os metais pesados são elementos tóxicos que contaminam o solo, provocam a redução da produtividade das culturas se absorvidos pelas plantas, e quando inseridos na cadeia alimentar oferecem riscos à saúde humana e animal, (NASCIMENTO et al., 2015).

O monitoramento dos metais pesados em bacias hidrográficas eminentemente rurais torna-se imprescindível, uma vez que este conhecimento possibilitará o melhor manejo e conservação do solo e da água, e irá amenizar impactos ambientais. Para Siqueira da Silva et al. (2012), o monitoramento dos teores de metais pesados em áreas com uso intensivo de insumos agrícolas é de grande importância para alcançar a sustentabilidade agrícola. Como hipótese geral, pode-se admitir: determinar o acúmulo de elementos tóxicos após a utilização de aplicação de defensivos e práticas agrícolas

ao longo dos anos associadas ao uso e manejo do solo.

Diante do exposto, objetivou-se nesse trabalho identificar a contaminação de metais pesados em diferentes áreas de uso e ocupação do solo e da água na Microbacia Hidrográfica Córrego da Olaria.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi a Microbacia Hidrográfica Córrego da Olaria, a qual apresenta uma extensão de 9,18 Km<sup>2</sup>, balizada entre as coordenadas UTM, zona 22K, latitudes 21°05'47,80" S e 21°19'35,93" S; e longitudes 49°03'02,88" W e 48°42'52,27"W, com altitudes que variam de 498 a 594 m, e faz parte da sub-bacia hidrográfica do rio São Domingos pertencente à bacia hidrográfica dos rios Turvo e Grande. Situa-se no Polo Regional Centro Norte pertencente à APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios), município de Pindorama-SP, unidade de pesquisa vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado São Paulo.

O Polo possui uma área de 532,8 ha e situa-se na região sul do município. Segundo a classificação de Köppen, o clima enquadra-se como o Aw, sendo tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os solos e relevo do local são classificados como Argissolos Vermelho-Amarelos, Podzológicos Vermelho-Amarelos (PVA1 e PVA2), a saber: PVA1: Eutróficos Abrúpticos A moderado, textura arenosa/média, relevo suave ondulado e ondulado, e PVA 2: Eutróficos Abrúpticos ou não, A moderado, textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado e ondulado (OLIVEIRA et al., 1999).

Foi realizado o monitoramento de metais pesados semestralmente em oito pontos de coletas localizados em áreas de matas nativas, pastagem, e agrícola, em diferentes épocas na Microbacia. Avaliaram-se doze parâmetros, a saber: Chumbo (Pb), Cádmiu (Cd), Níquel (Ni), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Alumínio (Al), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Arsênio (As), e Selênio (Se).

As amostras de água superficiais foram coletadas em seis pontos da Microbacia e as amostras de solo em dois pontos da área de estudo. O material foi analisado em laboratório do Instituto Internacional de Ecologia (IIE), município de São Carlos-SP.

## 3 | RESULTADOS

O parâmetro mercúrio (Hg) foi identificado acima do permitido em diferentes pontos da área e nas duas épocas: seca e chuvosa, sendo que o valor limite admitido desse parâmetro para água segundo o CONAMA 357 é de 0,0002 mg/l, e de solo para a CETESB (2005), é de 0,05 mg/kg.

No período seco os valores acima do limite permitido foram encontrados em

três pontos de coleta: P1 (0,09 mg/kg), P4 (0,0004 mg/l) e P5 (0,0003), e após o período chuvoso em todos os pontos de coleta: P1 (0,12 mg/kg), P2 (0,19 mg/kg), P3 (0,0003 mg/l), P4 (0,0002 mg/l), P5 (0,0011 mg/l), P6 (0,0016 mg/l), P7 (0,0024 mg/l), P8 (0,0014 mg/l). Para Tinoco et al. (2010), na superfície terrestre, o mercúrio é depositado no solo e em ambientes aquáticos. No solo, o tempo de retenção é longo, resultando no acúmulo desse elemento, o que pode acarretar seu lançamento nas águas, por meio de escoamento superficial e erosão.

O fato da microbacia Córrego da Olaria ser de uso eminentemente rural onde foi desenvolvida a monocultura de café desde a década de 30, com diversificação de diferentes culturas: cana-de-açúcar, algodão, feijão, arroz, tomate, milho, soja, mamona, amendoim, seringueira, manga, abacate, palmito pupunha, crotalária, entre outras após a década de 40, há a hipótese de possível infiltração de produtos agrícolas contendo elementos com metais pesados utilizados no passado em áreas de plantio de café. Em concordância com Jardim et al. (2009), o qual afirma que alguns metais pesados como arsênio, mercúrio e chumbo, são compostos químicos tóxicos que permanecerão no ambiente quando vastamente utilizados em agrotóxicos durante as décadas de 30 e 40 e no início de 1950, e com Gimenez (2015), confirmando que a presença de metais como chumbo, mercúrio e cádmio estão associados em centros urbanos pelo acúmulo dos resíduos industriais, e nas áreas rurais, pelo fato de muitos agrotóxicos conterem metais pesados em sua composição química.

#### 4 | CONCLUSÕES

Foi detectada a contaminação do metal pesado mercúrio com valores acima do permitido pelo CONAMA – 357 (2005) e pela CETESB - 195 (2005) nos corpos hídricos e nos solos da Microbacia Córrego da Olaria.

É necessário o monitoramento contínuo dos metais pesados na Microbacia para propor novas ou melhores formas de manejo e conservação do solo e da água.

#### REFERÊNCIAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Decisão de diretoria N° 195-2005, 5- E, de 23 de novembro de 2005.** 4p. Disponível em: [https://www.ministeriodosalud.go.cr/gestores\\_en\\_salud/pozoAB-1089/tabela\\_valores\\_2005.pdf](https://www.ministeriodosalud.go.cr/gestores_en_salud/pozoAB-1089/tabela_valores_2005.pdf). Acesso em: 8 jun. 2016.

GIMENES; H. T. P. Contaminação de efluentes líquidos por metais pesados: caracterização dos metais, identificação de áreas afetadas e métodos de remoção. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz.** São Paulo, n. 6. abril-junho 2015. ISSN 2357-81873 (versão on-line).

JARDIM, I. C. S. F; Andrade de Almeida, J.; Queiroz de Nascimento, S. C. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - Um enfoque às maçãs. **Química Nova.** São Paulo, v. 32, n. 4, p. 1002. 2009.

NASCIMENTO, A. L.; ZUBA JUNIO, G. R.; SAMPAIO, R. A.; FERNANDES, L. A.; CARNEIRO, J. P.; BARBOSA, C. F. Metais pesados no solo e mamoneira adubada com biossólido e silicato de cálcio e magnésio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, vol.19, n.5, p.506. Maio 2015. ISSN 1415-4366.

OLIVEIRA, J. B. de; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agronômico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. (22 p. mapa escala 1:5000:000).

TINOCO, A. A. P. et al. Avaliação de contaminação por mercúrio em Descoberto, MG. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, vol.15, n.4, p. 305-306. Out/Dez. 2010. ISSN 1413-4152.

## CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA NO INVERNO: PRODUTIVIDADE DE MASSA SECA E COBERTURA DO SOLO

### **Marcos Cesar Mottin**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Marechal Cândido Rondon-Paraná

### **Katiely Aline Anschau**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Marechal Cândido Rondon-Paraná

### **Edleusa Pereira Seidel**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Marechal Cândido Rondon-Paraná

**RESUMO:** As mais variadas atividades dos sistemas de produção agrícola têm como componente fundamental o solo. As práticas culturais inadequadas associadas ao monocultivo têm provocado a degradação do solo, dos recursos naturais e da produtividade das culturas cultivadas. Na região oeste do Paraná onde é possível o cultivo de milho segunda safra, conhecido popularmente como milho safrinha, o sistema de produção predominante é a sucessão de culturas entre soja e milho safrinha. Esse sistema de produção gera um aporte de resíduos muito baixo para o solo, comprometendo o Sistema de Semeadura Direta, em função da pobre cobertura do solo; reduzindo a quantidade de Matéria Orgânica do Solo no solo e acelerando o processo de degradação do solo. Nesse contexto, é necessário gerar alternativas sustentáveis

que melhoram e/ou mantenham a qualidade do solo, facilitando o fornecimento de água, oxigênio e nutrientes às plantas cultivadas. Desta forma, o presente capítulo tem como objetivo apresentar informações sobre a importância do cultivo de plantas de cobertura no inverno para a produtividade de massa seca e na cobertura do solo. O uso de plantas de cobertura é uma importante estratégia para a manutenção de todo o sistema produtivo, em função da preservação e melhoria da qualidade das propriedades do solo. Independentemente da espécie ou família de planta de cobertura utilizada visando a produtividade de massa seca e a cobertura do solo, o ponto mais importante dessa estratégia de cultivo, é a preservação do solo, tanto para os sistemas produtivos como também a preservação dos recursos ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Poaceae*; *Fabaceae*; *Crucifera*; Descompactação; Propriedades do solo.

**ABSTRACT:** The most varied activities of agricultural production systems have as fundamental component the soil. Inappropriate cultural practices associated with monoculture have led to degradation of soil, natural resources and yield of cultivated crops. In the western region of Paraná where it is possible to grow second crop corn, popularly known as maize safrinha, the predominant production system

is the succession of crops between soybean and maize. This production system generates a very low amount of waste to the soil, compromising the Direct Seeding System, due to the poor soil cover; reducing the amount of soil organic matter in the soil and accelerating the process of soil degradation. In this context, it is necessary to generate sustainable alternatives that improve and / or maintain the quality of the soil, facilitating the supply of water, oxygen and nutrients to the cultivated plants. In this way, the present chapter aims to present information on the importance of winter cover crops for dry mass yield and soil cover. The use of cover crops is an important strategy for the maintenance of the entire production system, due to the preservation and improvement of the quality of soil properties. Regardless of the species or family of cover plants used for dry mass yield and soil cover, the most important point of this cultivation strategy is the preservation of the soil, both for the production systems as well as the preservation of environmental resources.

**KEYWORDS:** *Poaceae; Fabaceae; Crucífera; Decompression; Soil properties.*

## 1 | INTRODUÇÃO

A redução na emissão de carbono na agricultura atual, tem sido amplamente difundida em nosso meio, sendo a utilização do Sistema de Semeadura Direta (SSD) um de seus objetivos (SEIDEL et al., 2015). Vale lembrar, que as mais variadas atividades dos sistemas de produção agrícola têm como componente fundamental o solo. As alterações causadas nas propriedades do solo, podem afetar a sustentação do crescimento vegetal e, conseqüentemente o rendimento das culturas, causando impactos negativos direto ao produtor rural (SANCHEZ et al., 2014).

As práticas culturais aplicadas de formas inadequadas associadas ao monocultivo têm provocado a degradação do solo, dos recursos naturais e da produtividade das culturas cultivadas (LOSS et al., 2011). Na região oeste do Paraná onde é possível o cultivo de milho segunda safra, conhecido popularmente como milho safrinha, o sistema de produção predominante é a sucessão de culturas entre soja e milho safrinha. Esse sistema de produção gera um aporte de resíduos muito baixo para o solo, comprometendo o SSD (MELOTTO et al., 2013), em função da pobre cobertura do solo; reduzindo a quantidade de Matéria Orgânica do Solo (MOS) no solo e acelerando o processo de degradação do solo.

Nesse contexto, é necessário gerar alternativas sustentáveis que melhoram e/ou mantenham a qualidade do solo, facilitando o fornecimento de água, oxigênio e nutrientes às plantas cultivadas (BLAINSKI et al., 2008). A utilização de plantas de cobertura é considerada um manejo conservacionista, e quando utilizadas no inverno tem-se a finalidade de melhorar o solo para as culturas comerciais no verão, propiciando a manutenção e o aumento da fertilidade do solo, permitindo ainda a melhor utilização dos insumos agrícolas.

Além disso, as plantas de cobertura auxiliam no controle da erosão, na redução

da degradação do solo, e ainda são capazes de promover condições melhores nas propriedades físicas e químicas do solo, são o caminho para a realização de um manejo adequado do solo. Estas práticas visam o pleno desenvolvimento da cultura sucessora e são indispensáveis para o sistema de cultivo tornar-se sustentável (COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2013).

Desta forma, o presente capítulo tem como objetivo apresentar informações sobre a importância do cultivo de plantas de cobertura no inverno para a produtividade de massa seca e na cobertura do solo.

## **2 | IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS DE COBERTURA PARA O SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA**

O manejo dos solos, tem como objetivo principal melhorar as propriedades física, químicas e biológicas, tendo como finalidade a melhoria no potencial produtivo das culturas. No entanto o manejo inadequado do solo pode predispor-lo a modificações de características físicas, as quais podem causar consequências diretas (KIRKEGAARD et al., 1993), causando modificações sobre a distribuição e morfologia do solo (SILVA; ROSOLEM, 2002). A qualidade física do solo, é influenciada diretamente pelo manejo, variando de acordo com a textura, teor de matéria orgânica (M.O), a biomassa vegetal sobre o solo (SILVA et al., 2005) e espécie cultivada.

A adoção de sistemas de manejo que visem à sustentabilidade, tornam-se cada dia mais essenciais para que se mantenha a qualidade e sustentabilidade dos sistemas agrícolas, melhorando a estrutura física do ambiente edáfico, aumentando a infiltração de água no solo e aeração, sustentação do crescimento vegetal; e, conseqüentemente melhorando o rendimento das culturas e a qualidade do solo (SANCHEZ et al., 2014).

A fim de eliminar a necessidade de mobilização e preservar a qualidade do solo no SSD, é necessário o uso da rotação de culturas, proporcionando a redução na densidade e aumento da porosidade e estabilidade de agregados do solo (GENRO JUNIOR et al., 2009). A rotação de culturas deve ser realizada com a utilização de plantas de cobertura do solo, que auxiliam na prevenção da compactação (MUZILLI, 2006), e no maior aporte de massa seca (MS), considerada fundamental no SSD. As melhorias nas propriedades do solo podem promover o aumento da produtividade das culturas em sucessão (COSTA et al., 2011).

O SSD, é uma tecnologia que visa principalmente a melhoria do solo, com objetivo de preservar suas estruturas; e Mentges et al., (2010) afirmam que uma das melhores estratégias para recuperar os danos físicos causados nos solos, é o cultivo de plantas de cobertura com sistemas radiculares vigorosos e com grande capacidade de produção de massa verde. Por meio do uso de plantas de cobertura busca-se a adequação do sistema de rotação de culturas, uma das bases fundamentais do SSD, de modo que se consiga maximizar o aporte de MOS ao longo dos anos de

cultivo (SILVA et al., 2007; MARCELO et al., 2009), proporcionando um sistema de cultivo que mantenha e/ou melhore a qualidade física, química e biológica, com altas produtividades, de forma sustentável.

### **3 | VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DAS PLANTAS DE COBERTURA**

De maneira geral, as plantas de cobertura do solo têm como vantagem a proteção do solo contra a incidência direta do sol, da chuva e do vento, reduzindo os processos de amplitude térmica; redução na erosão hídrica; diminuição da taxa de evapotranspiração, mantendo a umidade e favorecendo o desenvolvimento das plantas e organismos do solo (HECKLER; SALTON, 2002). Além disso, favorecem a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plantas (ARGENTON et al., 2005); proporcionam melhorias na qualidade física, química e biológica; contribuem para o manejo de plantas daninhas e aumento da produtividade das culturas em sucessão (SANTOS; SEDIYAMA; PEDROSA, 2013).

De acordo com Fabian (2009), a cobertura vegetal tem efeito não só nas propriedades físicas do solo, mas também grande influência sobre fracionamento da MO presente no ambiente edáfico. Essa melhoria é promovida por alguns fatores como a proteção física dos compostos orgânicos contra a decomposição microbiana, favorecida pela oclusão do carbono (C) em agregados do solo; e a proteção química dos compostos, por meio da interação destes com os minerais e cátions do solo, o que dificulta a oxidação microbiana pela maior recalcitrância intrínseca das moléculas orgânicas (SIQUEIRA NETO et al., 2010).

As plantas de cobertura, palhada ou “cobertura morta” do solo estão entre as principais bases do conceito de agricultura sustentável, pois as mesmas são fator indispensável para a total consolidação do sistema semeadura direta, e fundamental para a preservação dos recursos naturais das áreas agricultáveis (DINIZ, 2006).

### **4 | QUAIS PLANTAS POSSO UTILIZAR COMO PLANTAS DE COBERTURA?**

A princípio, qualquer vegetal pode ser utilizado como planta de cobertura do solo (SANTOS; SEDIYAMA; PEDROSA, 2013). Isso ocorre devido não existir uma planta ideal, em função das vantagens e desvantagens inerentes a cada uma (NOZAKI; VENDRÚSCOLO, 2010). Podem ser cultivadas na entressafra das culturas comerciais, ou também em consórcio com a cultura comercial, como por exemplo o milho.

Podem ser cultivadas em monocultivo ou consorciadas entre si, desempenhando um papel de protetoras do solo; sendo que no consórcio tendem a proporcionar benefícios significativos ao solo, e ao sistema de cultivo (GIACOMINI, 2004); favorecendo os processos de formação de agregados pelo maior aporte de matéria

orgânica no solo (TISDALL; OADES, 1982; OADES, 1984; SANCHEZ, 2012) e proporcionando melhorias principalmente na densidade e aeração (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2007).

As plantas de cobertura apresentam diferentes características, dentre elas destaca-se a relação carbono/nitrogênio (C/N) que tem influência direta sobre a decomposição dos resíduos deixados sob o solo (MIELNICZUK; AITA, 2002). As espécies que podem ser utilizadas como plantas de cobertura são muitas, o que torna difícil a melhor escolha (FONSECA et al., 2007), pois não existe uma planta ideal. Portanto, faz-se necessário antes da escolha, fazer um levantamento das espécies mais favoráveis (NEGRINI, 2007).

Além disso, as plantas de cobertura promovem a retirada de nutrientes da subsuperfície, liberando-os gradualmente na superfície durante o processo de decomposição (MENDONÇA et al., 2013); formação de bioporos com ampla variação de tamanho (LIMA et al., 2012) funcionando como rotas alternativas para o crescimento das raízes (WILLIAMS; WEIL, 2004) e aumento no movimento de água e na difusão de gases no solo (MÜLLER et al., 2001). Outra vantagem, é a alta densidade de raízes e sua periódica renovação tornando-se desse modo, importante para a qualidade e sustentabilidade do sistema de produção agrícola.

Deve-se buscar informações a respeito de sua adaptação ao clima da região, época de semeadura, o ciclo da cultura, desenvolvimento do sistema radicular e a produção de massa seca. Desse modo, é necessário que se opte por espécies de plantas que superem as restrições físicas; bem como, promovam a recuperação da qualidade do solo, principalmente quando submetidas a um sistema intensivo de produção.

Portanto, no momento da escolha devemos optar pela planta que apresenta adaptação as condições do local, essa deve ter boa produção de biomassa, rápida capacidade de estabelecimento (LIMA, 2014), tolerância ao déficit hídrico (PETTER et al., 2013), e possa melhorar as características físicas, químicas e biológicas dos solos (MARTINS; ROSA JUNIOR, 2005).

## **5 | PLANTAS DE COBERTURA DAS FAMÍLIAS *POACEAE*, *FABACEAE* E *CRUCÍFERAS***

Dentre as inúmeras espécies que podem ser utilizadas como plantas de cobertura destacam-se as plantas da família Poaceae e Fabaceae. As plantas da família das Poaceae, como por exemplo a aveia preta, apresentam relação C/N elevada o que garante a permanência dos resíduos vegetais por mais tempo no solo, já as plantas da família das Fabaceae e também as Crucíferas apresentam menor persistência dos resíduos vegetais sob o solo, devido à baixa relação C/N (SILVA et al., 2006).

Trabalho realizado por Mottin et al. (2015), avaliando a produção de massa seca

entre duas espécies da família Fabaceae e duas da Poaceae, demonstraram maior produção para as plantas da família das Fabaceae, com produtividade média de 4,4 t ha<sup>-1</sup>; enquanto, as plantas de cobertura da família das Poaceae obtiveram uma produtividade média de 3.04 t ha<sup>-1</sup>.

As Poaceae proporcionam rapidamente melhorias na qualidade física do solo; aumento na porosidade, maior estabilidade de agregados (KONDO et al., 2012), maior descompactação (ROSOLEM et al., 2002), melhor reestruturação da camada arável (FERREIRA; TAVARES; FERREIRA, 2010) e redução na erodibilidade (BLANCHART et al., 2004). Isso ocorre, devido a maior densidade e comprimento radicular (FERREIRA; TAVARES; FERREIRA, 2010), além de sua periódica renovação.

Devido as Poaceae possuem maior relação carbono/nitrogênio (C/N), muitas vezes, quando utilizadas de forma monocultivada, geram indisponibilidade parcial ou até mesmo total de nitrogênio mineral no solo (KONDO et al., 2012). Segundo afirmam Boddey et al. (2010), para minimizar esse efeito é possível fazer uso do consórcio de plantas da família das Poaceae e Fabaceae e/ou Crucíferas que tendem a proporcionar maior equilíbrio na liberação de nutrientes pela decomposição rápida das Fabaceae e/ou Crucíferas, sem afetar a cobertura do solo, pois a espécie Poaceae permanecerá por mais tempo sob o solo, devido a diferença na taxa de decomposição de Poaceae e Fabaceae, mas em alguns casos, devido as flutuações climáticas de cada local pode ocorrer divergências e essa afirmação nem sempre se observar (KLIEMANN; SILVEIRA, BRAZ, 2006).

A aveia é pertencente à família Poaceae, sendo considerada a principal planta de cobertura utilizada no inverno na região sul do Brasil, devido a sua rusticidade e facilidade de adaptação nessa região, e também por ser resistente a doenças, possuir sistema radicular profundo e por apresentar grande quantidade de produção de biomassa (FONTANELI; SANTOS; FONTANELI, 2012).

De acordo com Ferolla et al. (2007), a aveia preta (*Avena strigosa*) é mais cultivada do que a aveia branca (*Avena sativa* L.), principalmente devido ao seu maior potencial de produção, o que favorece o maior aporte de MOS, otimizando os benefícios gerados ao solo. Por isso, ela é comumente utilizada antecedendo os plantios de soja e milho em áreas que fazem uso do SSD, pois o aporte de massa seca da aveia ao solo é benéfico para manutenção do SSD. Além disso, o sistema radicular da aveia preta auxilia na descompactação de solos argilosos, facilitando o pleno desenvolvimento da cultura sucessora.

Souza et al. (2013), em estudos com diferentes famílias de plantas de cobertura, constataram que as Poaceae foram as que obtiveram a maior produtividade; enquanto Ziech et al. (2015) não obtiveram diferenças significativas entre essas famílias de plantas.

As plantas da família Fabaceae e Crucíferas são caracterizadas por apresentarem maior estabilização dos agregados em menor período de tempo, maior comprimento de hifas de fungos (HAYNES; BEARE, 1997) e maior produtividade de biomassa

(MATHEIS et al., 2006). Apresentam rápida disponibilidade de nutrientes a cultura em sucessão, devido apresentar rápida decomposição, em função da baixa relação carbono/nitrogênio; além de apresentar grande quantidade de nitrogênio em sua biomassa pelo processo de fixação biológica (SANTOS; SEDIYAMA; PEDROSA, 2013).

A cultura da ervilha forrageira (*Pisum sativum* L.) é uma leguminosa utilizada para alimentação animal, produção de grãos; e também, como adubação verde. Quando em consórcio com as culturas de aveia, nabo, centeio, entre outras plantas de cobertura, seus benefícios ao solo são potencializados pelo maior aporte de MOS e nitrogênio (SANTOS et al., 2012).

O cultivo desta planta é capaz de reduzir a dependência das culturas subsequentes em termos de fertilizantes químicos, especialmente N, bem como reduz custos de produção e impactos ambientais. O cultivo da ervilha pode também aumentar a produtividade da cultura sucessora, além de melhorar a qualidade do solo (GAZOLA; CAVARIANI, 2011).

O tremoço branco (*Lupinus albus*) é pertencente à família das Fabaceae e seu uso como adubo verde é bastante comum, principalmente em regiões mais frias, isso porque a temperatura ótima para seu pleno desenvolvimento varia entre 10 e 14°C (ALMEIDA; BRANDÃO, ROSSETO, 2014). Segundo George et al. (2006), a utilização de plantas de cobertura como o tremoço branco e braquiárias favorece o melhor aproveitamento de fósforo (P) pela cultura sucessora, pois as mesmas são capazes de reduzir a adsorção de P no solo, e conseqüentemente favorecem uma maior absorção de P orgânico.

Entre todas as espécies de braquiárias a *U. ruziziensis* é a mais indicada para o SSD devido ao seu rápido crescimento inicial, qualidade da forragem, excelente cobertura do solo, além de apresentar facilidade de manejo, quando comparada às demais, facilitando a implantação da cultura sucessora (CECCON et al., 2013; CHIORDEROLI, 2010). A *Urochloa ruziziensis* pode ser utilizada como planta no outono, mesmo sendo mais adaptada ao verão e proporciona boa formação de palhada, melhorando a qualidade do solo e o desenvolvimento das culturas sucessoras.

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) pertence à família Brassicaceae, foi introduzido no Brasil no ano de 1980, basicamente com objetivo de, através de sua biomassa vegetal, ser fonte de matéria orgânica do solo (MOS), e até hoje é utilizado como planta de cobertura. Seu sistema radicular agressivo e profundo é considerado excelente descompactador natural do solo, fazendo um preparo biológico, além de proporcionar elevada ciclagem de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento da cultura sucessora (MUZILLI, 2002; CRUSCIOL et al., 2005).

A importância do nabo forrageiro aumentou ao longo dos anos, principalmente devido a sua capacidade de recuperação da fertilidade do solo e melhorias na estrutura e na estabilidade de agregados. Essa planta de cobertura é também uma alternativa na descompactação do solo, pois seu sistema radicular pivotante se desenvolve mesmo

em solos mais compactados, proporcionando melhoria nos atributos físicos do solo ao longo dos anos de cultivo (CUBILLA et al., 2002).

Anschau (2018), em trabalho realizado no Oeste do Paraná em Latossolo Vermelho Eutroférico constatou que a produção de massa seca do nabo-forrageiro foi de 6,24 t ha<sup>-1</sup>, sendo esta produção inferior a encontrada por Doneda et al. (2012), que foi de 8,3 t ha<sup>-1</sup>; embora, seus trabalhos tenham sido realizados na cidade de Não-me-Toque - RS, condição de clima mais frio.

Sanchez (2012), avaliando a produção de material vegetal aportado ao solo por plantas de cobertura de inverno obteve produção de nabo forrageiro de 12,73 t ha<sup>-1</sup>; enquanto Silva et al. (2007), obteve produção de 5,8 t ha<sup>-1</sup>. Importante ressaltar que as variações no rendimento de fitomassa para as espécies de cobertura são comuns, uma vez que essa característica é dependente das condições climáticas, edáficas e fitossanitárias (AMADO et al., 2002). Essas flutuações na produtividade são decorrentes dos fatores fitotécnicos, edáficos e climáticos (KLIEMANN et al., 2003; AMADO et al., 2002).

Trabalhando com plantas de cobertura de inverno, Carvalho et al. (2007) encontrou produtividade superior da aveia preta quando comparada a ervilhaca comum. A aveia produziu 132% a mais de matéria seca aportada ao solo. Essa diferença de produtividade pode ser atribuída à elevada rusticidade e à capacidade de perfilhamento da aveia preta em relação ervilhaca comum (WUTKE et al., 2014; HEINRICHS et al., 2001).

O consórcio entre espécies é uma boa opção para aumentar a produção de matéria seca, e permite maior permanência desta sobre a superfície do solo. Souza e Guimarães (2013) avaliando a produção de tremoço branco e aveia preta em monocultivo, obteve uma produção de 11,1 t ha<sup>-1</sup>, e 9,1 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. Quando cultivadas em consórcio a produção de matéria seca foi de 13,3 t ha<sup>-1</sup>. Maiores produções no consórcio também foram observadas por Anschau (2018) ao trabalhar com consórcios de aveia + nabo-forrageiro e aveia + ervilha-forrageira. A produção de matéria seca dos consórcios foi de 41 e 35% a mais de material vegetal aportado ao solo, quando comparados com o cultivo de aveia em monocultivo. Este resultado indica que o consórcio entre as plantas de cobertura é uma alternativa favorável em relação ao monocultivo, pois por meio da consorciação é possível incrementar matéria orgânica ao solo, levando a uma melhor condição química, física e biológica, e um consequente favorecimento da cultura sucessora.

Embora, as braquiárias não toleram geadas, seu uso como plantas de cobertura de outono/inverno é bastante comum, desde que semeadas no mês de janeiro e fevereiro. No trabalho realizado por Seidel et al., (2017) no oeste do Paraná o consórcio de milho safrinha com braquiária obteve boa produção de massa seca (2,7 t ha<sup>-1</sup>), mas não superou a produção de aveia consorciada com milho que produziu 3,3 t ha<sup>-1</sup>. A consorciação do milho com *U. ruziziensis*, não prejudica a produtividade do milho e favorece a produção da soja cultivada em sucessão Alves (2013).

De maneira geral são observados maiores rendimentos de matéria seca nas espécies de inverno consorciadas, evidenciando o grande potencial do seu uso. Principalmente, o consórcio entre Poaceae e Fabaceae e/ou Crucíferas, antecedendo as culturas comerciais de soja e milho. Este sistema de cultivo promove benefícios nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo; pelo incremento de matéria orgânica, liberação de exsudatos, escarificação biológica promovido pelo sistema radicular, ciclagem de nutrientes, dentre outros; resultando em melhor desenvolvimento da cultura comercial.

Segundo Almeida et al. (2008), o uso de plantas de cobertura e a consorciação de gramíneas e leguminosas devem ser incentivados, visto que as raízes de leguminosas em associação simbiótica com bactéria do gênero *Rizobium* fixam  $N_2$  e aumentam a concentração deste nutriente no solo, favorecendo, assim, maior produção de fitomassa pelas plantas. Outra vantagem, é a obtenção de uma fitomassa com relação C/N intermediária àquela das culturas em monocultivo (HEINRICHS et al., 2001); que proporciona uma decomposição mais lenta aumentando a proteção ao solo, com fornecimento de nutrientes à cultura em sucessão de forma mais equilibrada e diversidade dos sistemas radiculares, que levam a uma melhoria das propriedades físicas do solo ao longo dos anos de cultivo.

## **6 | DESCOMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE COBERTURA DO SOLO EM FUNÇÃO DO CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA:**

Além da produção de massa seca aportada ao solo outro fator importante é a porcentagem de cobertura do solo. Em trabalho realizado por Mottin et al. (2015), foi observado um maior índice de cobertura da superfície do solo quando cultivadas plantas da família Poaceae. Isso é explicado pela maior relação C/N que as plantas da família poaceae apresentam quando comparadas às Fabaceae (CERETTA et al., 2002). As Poaceae são consideradas plantas de maior potencial para a proteção do solo, devido a sua menor taxa de decomposição (ZIECH et al., 2015), contribuindo para a manutenção da umidade do solo e proteção contra os efeitos erosivos (AITA; GIACOMINI, 2003).

Isso ressalta a importância da utilização de plantas de cobertura de inverno sendo extremamente favorável, não apenas para a cultura sucessora, mas para o sistema agrícola como um todo, favorecendo, por meio da adição constante de material vegetal, a manutenção e/ou melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e que conseqüentemente levará ao pleno desenvolvimento das culturas comerciais.

As plantas de cobertura do solo, são consideradas uma excelente alternativa para descompactar e melhorar a estrutura do solo, alcançando uma qualidade física satisfatória (SEVERIANO et al., 2010). A utilização de plantas que atuam na descompactação compõe uma importante estratégia de manejo em sistemas intensivos

de produção (JIMENEZ et al., 2008). Entretanto, a eficiência uso de plantas de cobertura na redução da compactação depende do estado inicial de compactação que se encontra o solo e do tempo de manejo, não sendo possível solucionar o problema em curto período de tempo, isso porque mesmo espécies indicadas para esta finalidade têm o desenvolvimento de suas raízes limitado quando o solo apresenta níveis muito elevados de densidade e resistência do solo a penetração (CUBILLA et al., 2002).

A resposta do seu uso na descompactação depende da planta cultivada (SANTOS et al., 2012); pois cada sistema radicular apresenta uma capacidade diferenciada de desenvolvimento no solo. No entanto, as plantas de cobertura, que apresentam bom desenvolvimento radicular conseguem atuar de maneira mais uniforme em todas as profundidades do solo quando comparadas aos sistemas mecânicos, contribuindo mais eficientemente para a melhoria do estado de agregação do solo (ROSA et al., 2011); apresentando dessa forma vantagens sobre o uso de implementos agrícolas, que podem promover desagregação das estruturas do solo.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de plantas de cobertura é uma importante estratégia para a manutenção de todo o sistema produtivo, em função da preservação e melhoria da qualidade das propriedades do solo.

Independentemente da espécie ou família de planta de cobertura utilizada visando a produtividade de massa seca e a cobertura do solo, o ponto mais importante dessa estratégia de cultivo, é a preservação do solo, tanto para os sistemas produtivos como também a preservação dos recursos ambientais.

## REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.

ALMEIDA, V. P.; ALVES, M. C.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1227-1237, 2008.

ALMEIDA, L. G.; BRANDÃO, A. S.; ROSSETO, C. A. V. Embebição e qualidade de sementes de tremoço branco tratadas com micronutrientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 612–6018, 2014.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de coberturas do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 241-248, 2002.

ANSCHAU, K. A. **Propriedades físicas, fracionamento da matéria orgânica do solo e produtividade da soja em sucessão a plantas de cobertura no inverno.** 2018. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 425-435, 2005.

BLAINSKI, É.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 975-983, 2008.

BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CONCEIÇÃO, P.C.; ZANATTA, J.A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; DIECKOW, J.; SANTOS, H.P.; DENARDIN, J.E.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. **Global Change Biology**, Illinois, v. 16, p. 784-795, 2010.

CAMARGO, R., MELO, H. B. de; PIZA, R. J. Produção de biomassa de plantas de cobertura e efeitos na cultura do milho sob sistema plantio direto. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n. 12, p. 76-80, 2011.

CARVALHO, I. Q.; SILVA, M. J. S.; PISSAIA, A.; PAULETTI, V.; POSSAMAI, J. C. Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, p.179-184, 2007.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1: 204-212, 2013.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; HERBES, M. G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M. J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 49-54, 2002.

CHIODEROLI, C. A.; MELO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**. Campina Grande, vol. 30, n. 6, p. 1101-1109. 2010.

COSTA, M. S. S. M.; PIVETTA, L. A.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. G.; CASTOLDI, G.; STEINER, F. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.810-815, 2011.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1842-1860, 2013.

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. do V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo-forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 161-168, 2005.

CUBILLA, M.; REINERT, D. J.; AITA, C.; REICHERT, J. M. Plantas de cobertura do solo: uma alternativa para aliviar a compactação em sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 71, p. 29-32, 2002.

DINIZ, L. **Plantas de cobertura do solo no sistema plantio direto.** Reagro, 2006. Disponível em: <http://www.reagro.com.br/>. Acesso em: 18 de março de 2018.

DONEDA A., AITA C., GIACOMINI S. J, MIOLA E. C. C, GIACOMINI DA, SCHIRMANN J., GONZATTO R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, p. 1714-1723, 2012.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 83 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

FEROLLA, F. S.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; VIANA, A. P.; DOMINGUES, F. N.; AGUIAR, R. S. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/ caule + bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1512 - 1517, 2007.

FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos**. Porto Alegre: EMATER/RS, 95 p., 2000.

FERREIRA, F. P.; AZEVEDO, A. C. de; DALMOLIN, R. S. D.; GIRELLI, D. Carbono orgânico, óxidos de ferro e distribuição de agregados em dois solos derivados de basalto no Rio Grande do Sul–Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 381-388, 2007.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho Distrófico de Cerrado sob duas rotações de cultura. **Revista Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 22-30, 2007.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura–pecuária–floresta na região sul-brasileira**. Brasília: Embrapa, 2012.

GAZOLA, E.; CAVARIANI, C. Desempenho de cultivares transgênicas de soja em sucessão a culturas de inverno em semeadura direta. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 748-763, 2011.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J.A. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 65-73, 2009.

GEORGE, T. S. et al. Depletion of organic phosphorus from Oxisols in relation to phosphatase activities in the rhizosphere. **European Journal of Soil Science**, v. 57, p. 47–57, 2006.

GIACOMINI, S. J. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II - nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 28, p. 751-762, 2004.

HAYNES, R. J.; BEARE, M. H. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. **Soil Biology & Biochemistry**, Amsterdam, v. 29, n. 11-12, p. 1647-1653, 1997.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. **Palha: Fundamento do sistema plantio direto**. Coleção sistema plantio direto 7. Dourados: Embrapa Agropecuária, 2002.

HEINRICH, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 331-340, 2001.

JIMENEZ, R. L.; GONÇALVES, W. G, ARAÚJO FILHO, J. V.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R.; SILVA, G. P. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 116-121, 2008.

KIRKEGAARD, J. A.; SO, H. B.; TROEDSON, T. J. Effect of compactation on the growth of pigeon pea on clays soils: III. Effect of soil type and water regime on plant response. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 26, p. 163- 178, 1993.

KLIEMANN, H. J.; MAGALHÃES, R. T.; OLIVEIRA, I. P.; MORAES, M. F. Relações da produção de massa verde de *Brachiaria brizantha* com os índices de disponibilidade de nutrientes em solos sob o sistema barreira de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 33, n. 1, p. 49-56, 2003.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 21-28, 2006.

KONDO, M. K.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; WENDLING, B.; SILVA, P. B.; CARDOSO, M. M. Efeito de coberturas vegetais sobre os atributos físicos do solo e características agronômicas do sorgo granífero. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 28, n. 1, p. 33-40, 2012.

LIMA, C. L. R. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada**. 2004. 60 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

LIMA, V. M. P.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; CURTI, N.; EVANGELISTA, E. R. Intervalo hídrico ótimo como indicador de melhoria da qualidade estrutural de Latossolo degradado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2012.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2011.

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C.; MARTINS, M. R.; JORGE, R. F. Crop sequences in no-tillage system: effects on soil fertility and soybean, maize and rice yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 417- 428, 2009.

MARTINS, R. M. G.; ROSA JUNIOR, E. J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 225-232, 2005.

MATHEIS, H.A.S.M.; AZEVEDO, F.A.; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 1, p. 101110, 2006.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B.L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras, milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 251-259, 2013.

MENTGES, M. I.; REICHERT, J. M.; ROSA, D. P.; VIEIRA, D. A.; ROSA, V. T.; REINERT, D. J. Propriedades físico-hídricas do solo e demanda energética de haste escarificadora em argissolo compactado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 315-321, 2010.

MOTTIN, M. C.; SEIDEL, E. P.; FEY, E.; RICHART, A.; VANELLI, J.; ALVES, A. L.1; ANSCHAU, K. A.; LERNER, K. L. **Avaliação da produção da massa verde, seca e cobertura do solo em plantas de cobertura de inverno**. Anais... IV Reunião Paranaense de Solo, Cascavel, 2015.

MÜLLER, M. M. L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 531-538, 2001.

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do

Paraná. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 100, p. 6-10, 2002.

MUZILLI, O. Manejo do solo em sistema plantio direto. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Sistema Plantio Direto com qualidade**. Londrina/Foz do Iguaçu: IAPAR/ITAIPU Binacional, 1ª ed., cap.2, p. 9-27, 2006.

NEGRINI, A. C. A. **Desempenho de alface** (*Lactuca sativa* L.) **consorciada com diferentes adubos verdes**. 2007. 113 p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability, mechanisms and implications for management. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 76, n. 1-3, p. 319-337, 1984.

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; ZUFFO, A. M.; PIAUILINO, A. C.; XAVIER, Z. F.; SANTOS, J. M.; MIRANDA, J. M. S. Desempenho de plantas de cobertura submetidas à déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, Suplemento 1, p. 3307-3320, 2013.

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; MAULI, M. M.; MACHADO, S. R. C. Action of dwarf mucuna, pigeon pea and stylosanthes on weeds under field and laboratory conditions. **Interciencia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 11, p. 841-847, 2011.

SANCHEZ, E. **Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno**. 2012. 59 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.

SANCHEZ, E.; MAGGI, M. F.; GENÚ, A. M.; MÜLLER, M. M. L. Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Magistra**, Recôncavo, v. 26, n. 3, p. 266-275, 2014.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de soja em razão da sucessão de cultivos e da compactação do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 855-860, 2002.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Leguminosas forrageiras anuais de inverno. In: FONTANELI, R.S; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2.ed. Brasília: Embrapa, p. 305- 320, 2012.

SANTOS, I. C.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W. Adubação verde no cultivo de hortaliças. **Circular Técnica**, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, v. 1, n. 179, p. 1-6, 2013.

SEIDEL, E. P.; ANSCHAU, K. A.; ACHRE D.; MOTTIN M. C.; LERNER K. L.; VENGEN A. P.; FRANSCZISKOWSKI M. A.; MATTEI E. Physical properties of soil and productivity of maize intercropped with different cover plants. **African Journal of Agricultural Research**, Vol. 12, p. 2940-2945, 2017.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; COSTA, K. A. P.; CASTRO, M. B.; MAGALHÃES, E. N. Potencial de descompactação de um Argissolo promovido pelo capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 39-45, 2010.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERRIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em cambissolo e latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1223-1230, 2005.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F. da; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P. Rendimento de massa de adubos verdes e o impacto na fertilidade do solo em sucessão de cultivos orgânicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1796-1805, 2013.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates. **Journal of Soil Science**, San Francisco, v. 33, n. 2, p. 141-163, 1982.

WILLIAMS, S. M.; WEIL, R. R. Crop cover root channels may alleviate soil compaction effects on soybean crop. **Soil Science Society American**, Madison, v. 68, n. 1, p. 1403-1409, 2004.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília: EMBRAPA, v. 1, cap. 3, p. 59-168, 2014.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernal na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015.

## EFEITOS DA LOCALIZAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MILHO

### **Jefferson Luiz de Aguiar Paes**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa - Minas Gerais

### **Wedisson Oliveira Santos**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa - Minas Gerais

### **Hugo Alberto Ruiz**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa - Minas Gerais

### **Edson Marcio Mattiello**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa - Minas Gerais

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente estudo, avaliar em condições de casa de vegetação o efeito do potencial de água no solo e da localização de fósforo no crescimento de plantas de milho em sistema de vasos geminados, com partição de raízes. O experimento foi montado seguindo o esquema fatorial 2 x 3, sendo: duas localizações de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P (incorporação nas metades superior, S, 0-10 cm e inferior, I, 10-20 cm) em vasos geminados (VG), e três combinações de potenciais matriciais, estabelecidos nas duas unidades dos VG (-9/-9; -9/-50 e -50/-50 kPa). Mudanças de milho foram transplantadas, subdividindo as raízes em partes iguais, nas duas unidades do VG. Decorridos 40 d, cortaram-se as plantas, determinando-se a área foliar. Na parte aérea e nas raízes

foi determinada a produção de matéria seca. A localização do fertilizante fosfatado na porção inferior, que potencialmente contribuiria para reduzir efeitos negativos de eventual estresse hídrico, foi menos efetiva para o crescimento da parte aérea e radicular do milho. O fornecimento adequado de água às duas unidades dos VG, representado pelos potenciais matriciais -9/-9 kPa, permitiu o incremento da área foliar e da produção de matéria seca, frente ao tratamento em que as duas unidades apresentaram potenciais matriciais de -50 kPa. O suprimento adequado de água utilizado apenas em uma unidade do VG, representado pelos tratamentos -9/-50 kPa, levou a resultados mais próximos a -9/-9, quando comparados com os de -50/-50 kPa. Isso indica a possibilidade de consumo menor de água com relativamente baixa diminuição da produtividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fósforo, potencial hídrico, potencial matricial, *Zea mays*

**ABSTRACT:** The objective of this develop was to evaluate, under greenhouse conditions, the effect of soil matric potential and the location of the phosphate fertilizer, on plant growth in twinned-pot systems with roots partition. The trial was designed as a 2 x 3 factorial scheme, being: 2 locations of 300 mg dm<sup>-3</sup> of P (incorporation at 0-10 cm layer, S, and at 10-20 cm layer, I) and 3 combinations of water potentials in the two

twinned-pots units (-9/-9; -9/-50 and -50/-50 kPa). Corn seedlings were transplanted, subdividing their roots into equal parts in the two units of the twinned-pots. After 40 d, the plants were cut and the leaf area was measured. Both in the shoot and root parts the dry matter production was determined. The location of the phosphate fertilizer in the S portion, which would potentially contribute to reduce negative effects of eventual water stress, was less effective for corn root and shoot growth. The suitable water supply to the two units of the twinned-pots, represented by the potentials -9/-9 kPa, allowed the increase of the leaf area and the dry matter production, compared to the treatment in which the two units had -50 kPa of water potential. The adequate supply of water used only in one unit of the twinned-pots, represented by treatments -9/-50 kPa, promoted a closer response compared with to -9/-9 kPa treatment. This find indicates the possibility of lower water consumption considering an acceptable decreasing on crop yields.

**KEYWORDS:** Phosphorus, water potential, matrix potential, *Zea mays*

## 1 | INTRODUÇÃO

Melhorar a eficiência no uso de fertilizantes fosfatados e de água na agricultura são temas relevantes para a sustentabilidade alimentar do planeta. Neste sentido, restrições hídricas devido a períodos prolongados de seca são recorrentes, afetando a produtividade dos cultivos tanto em condições de sequeiro quanto irrigados. Apesar da relativa longevidade prevista das reservas mundiais de P, a diminuição da qualidade dos minérios fosfáticos ao longo do tempo, poderá influenciar no aumento dos preços internacionais dos fertilizantes fosfatados no longo prazo. Aliado a isso, a maior parte do P veiculado nos fertilizantes não é absorvida pelas plantas devido, principalmente a reações de quimiosorção com oxidróxidos de Fe e Al (hematita, goethita, ferridrita e gibbsita), que são mais expressivas em solos mais intemperizados (Novais e Smith, 1999). Assim, aumentar a eficiência da fertilização fosfatada e no fornecimento de água para os cultivos representam desafios atuais.

O déficit hídrico além de afetar diretamente a produtividade agrícola, devido a essencialidade da água no metabolismo vegetal, também afeta o transporte de nutrientes no solo, e conseqüentemente, nas suas absorções pelas plantas. Neste sentido, práticas de manejo que promovam maior crescimento radicular, especialmente de raízes finas, mais relevantes na absorção de água, podem minimizar o estresse hídrico das plantas, além de favorecer a absorção de nutrientes. A adubação localizada com P, especialmente em solos tropicais, de fertilidade não construída para este elemento, destaca-se como importante prática de manejo da adubação visando diminuir a adsorção química de fosfato nesses solos (Novais & Smyth, 1999). Assim, tanto em cultivos de sequeiro como irrigados, a aplicação localizada de P pode possibilitar maior crescimento radicular, permitindo incremento na absorção de água e nutrientes pelas plantas. Todavia, é possível que essa localização favoreça o crescimento radicular

superficial, tornando a planta mais susceptível à restrição hídrica. Portanto, a aplicação localizada de P em profundidade poderia promover maior crescimento radicular, permitindo exploração de maior volume de solo e, conseqüentemente, incrementar a absorção de água e nutrientes.

Considerando que o P é transportado até a superfície radicular por fluxo de massa e por difusão, com destaque para o segundo mecanismo, alterações na disponibilidade de água podem modificar a relação fluxo de massa: difusão no transporte desse nutriente na solução do solo.

Com intuito de mitigar os efeitos do estresse hídrico às culturas, vários estudos têm sido realizados. Contudo, poucas pesquisas relatam o comportamento das plantas quando estas se encontram com o sistema radicular submetido, ao mesmo tempo, a diferentes condições no suprimento de água e P. Diante disto, objetivou-se neste trabalho avaliar, em casa de vegetação, o efeito da localização em profundidade de um fertilizante fosfatado solúvel e da variação simultânea do potencial hídrico no crescimento e na absorção P por plantas milho cultivadas em sistemas de vasos geminados com partição de raízes.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em condições de casa de vegetação, nas dependências do departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Para tanto, foram utilizadas amostras de um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, de textura média, coletadas na profundidade de 0-20 cm, no município de Três Marias, MG (18° 09' 30" S e 45° 10' 20" W).

As amostras de solo foram secadas ao ar, destorroadas manualmente e passadas em peneira de 4 mm, para o ensaio em casa de vegetação e em peneira de 2 mm, para caracterização química e física (Tabela 1).

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CO <sup>1/</sup>	Zn	Fe	Mn	Cu	S
	—mg dm <sup>-3</sup> —			—cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —			g kg <sup>-1</sup>		—mg dm <sup>-3</sup> —			
4,74	0,20	15,00	0,10	0,02	0,49	3,20	6,00	2,90	89,30	4,80	0,36	15,20
<b>Areia Fina</b>		<b>Areia Grossa</b>		<b>Silte</b>		<b>Argila</b>	<b>Densidade do Solo</b>		<b>Densidade de Partículas</b>		<b>Porosidade Total</b>	
		—kg kg <sup>-1</sup> —						—kg dm <sup>-3</sup> —			m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	
0,580		0,200		0,050		0,170	1,280		2,700		0,530	
<b>Retenção de Água</b>												
<b>Potencial (kPa)</b>												
-3	-6	-9	-10	-15	-30	-50	-100	-200	-500	-1000	-1500	
<b>Umidade (kg kg<sup>-1</sup>)</b>												
0,328	0,195	0,148	0,109	0,100	0,095	0,090	0,084	0,079	0,072	0,067	0,061	

Tabela 1. Caracterização química e física inicial das amostras do LATOSSOLO VERMELHO de Três Marias, MG

pH em água (relação v v<sup>-1</sup> 1:2,5); P, Na, K (Mehlich-1); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> (KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>); S [Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> em Ácido acético]; H

## 2.1 Ensaio

O experimento foi realizado seguindo o esquema fatorial 2x3, sendo, 2 localizações de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P (P300): S (Superior), localização do fertilizante fosfatado (Monoamônico fosfato) no volume de solo da metade superior de cada unidade do vaso geminado (0 – 10 cm), e I (Inferior), localização do fertilizante no volume de solo metade inferior de cada unidade do vaso geminado (10 – 20 cm); 3 combinações de potenciais matriciais nas duas unidades dos vasos geminados (S e I) (-9/-9; -9/-50 e -50/-50 kPa).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por dois vasos de base retangular, geminados, de 2,5 dm<sup>3</sup> cada um (Ruiz et al., 1988b).

Os tratamentos, considerando a localização dos 300 mg dm<sup>-3</sup> de P e os potenciais matriciais de trabalho, monitorados por um tensiômetro em cada unidade do vaso geminado, são mostrados na figura 1.

Amostras de 2,5 dm<sup>3</sup> de solo, volume correspondente à metade de cada unidade do vaso geminado, foram acondicionadas em sacos plásticos e incubadas por 30 d com mistura de CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>, na relação molar 4:1, para correção de acidez. Essa correção foi realizada de acordo com o método da saturação por bases, considerando sua elevação a 60 %, adequada para cultivo do milho (Alvarez V. et al., 1999). A incubação foi realizada mantendo-se umidade na faixa de -9 kPa, com controle diário por meio de pesagem.

Decorrido o período de incubação, as amostras foram secadas ao ar, destorroadas e novamente passadas em peneira de 4 mm de malha. Em seguida, metade das amostras recebeu 300 mg dm<sup>-3</sup> de P, utilizando-se o fosfato monoamônio (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) como fonte do nutriente. A outra metade das amostras, sem acréscimo de P, recebeu NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> em dose equivalente ao N incorporado através do NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (135 mg dm<sup>-3</sup> de N). Uma adubação de base foi realizada, aplicando-se mais 65 mg dm<sup>-3</sup> de N; 150 mg dm<sup>-3</sup> de K; 80 mg dm<sup>-3</sup> de S; 0,818 mg dm<sup>-3</sup> de B; 3,664 mg dm<sup>-3</sup> de Mn; 4,000 mg dm<sup>-3</sup> de Zn; 1,329 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 1,556 mg dm<sup>-3</sup> de Fe e 0,150 mg dm<sup>-3</sup> de Mo.

As amostras de solo foram acondicionadas nos vasos, mantendo-se a umidade a -9 kPa durante 15 d. Posteriormente, permitiu-se a perda de água até o menor potencial de trabalho (-50 kPa) nas amostras correspondentes a esse tratamento, com controle diário da umidade por meio de pesagem.

Com intuito de medir a quantidade de P transportada por fluxo de massa ou difusão, determinaram-se as concentrações de P na solução do solo. Quatro amostras compostas, correspondentes a P300 e P0 e aos potenciais de -9 e -50 kPa, foram utilizadas para análise. A determinação foi realizada após as incubações indicadas e depois da condução do experimento. Para isso, amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos, durante 48 h de equilíbrio, no respectivo potencial de trabalho. Em seguida, a solução do

solo foi retirada pela aplicação de 1,0 MPa em equipamento de membrana de pressão (Soilmoisture, modelo 1000), por 16 h. Determinou-se a concentração de P na solução do solo pelo método colorimétrico (Tedesco et al., 1995)

Sementes de milho, cultivar Dekalb 240, foram colocadas para germinar em estufa, a 30°C, utilizando papel germitest. Após a germinação, a raiz principal das plântulas foi cortada, favorecendo-se o crescimento de raízes secundárias em solução arejada de cloreto de cálcio (Ruiz et al., 1988b). Dez plântulas foram separadas no momento do transplante para quantificar os teores iniciais de nutrientes.

Duas plântulas foram colocadas em cada vaso geminado, com distribuição uniforme das raízes entre as duas unidades.

As amostras incubadas foram dispostas segundo os tratamentos. Para controle do potencial de trabalho, cada unidade do vaso geminado recebeu um tensiômetro acoplado a um manômetro de mercúrio. Em cada bloco foram acrescentados dois vasos de 5 dm<sup>3</sup> com solo, nos potenciais de -9 e -50 kPa, respectivamente, para quantificar a perda de água por evaporação durante o ensaio.

Os 80 tensiômetros utilizados no ensaio foram escorvados diariamente, ao final do dia, ajustando-se o potencial de trabalho com água deionizada, no início da manhã (Ruiz, 1986). A água acrescentada no decorrer do ensaio foi quantificada para cada unidade, bem como para os vasos sem plantas, utilizados visando quantificar a evaporação.

Decorridos 40 d do transplante, o ensaio foi finalizado, colhendo-se um bloco por dia. A parte aérea foi cortada 1 cm acima do coleto, as folhas foram separadas do caule e a área foliar determinada imediatamente com equipamento Li-Cor modelo LI 3100. Posteriormente, folhas e caules foram acondicionados em sacos de papel, secados em estufa com ventilação forçada a 65-75 °C, pesados e moídos para análise.

Paralelamente, após o corte da parte aérea, foi colhido o exsudato xilemático, durante 2 h, por contato direto de tubos capilares com a região do corte (Ruiz et al., 1988a). A coleta foi realizada entre 6 e 8 h da manhã. Esse horário foi estabelecido para evitar o período de maior temperatura e radiação solar. A coleta logo após o período noturno permite que o xilema apresente continuidade na condução da seiva, evidenciando a pressão radicular na planta em estudo.

Dois dias após o corte da parte aérea das plantas de milho, o solo foi retirado de cada unidade do vaso geminado, separando-se as porções, superior e inferior, respectivamente. Em cada uma delas coletaram-se, manualmente, as raízes, que foram lavadas e levadas à estufa com ventilação forçada a 65-75 °C, sendo que depois foram pesadas e moídas, para análise. Dos materiais vegetais moídos, retiraram-se amostras, nas quais, após digestão nitricoperclórica, determinou-se o teor de P (Tedesco et al., 1995).

## 2.2 Mecanismos de transporte de fósforo no solo

Para estimar a contribuição do fluxo de massa e da difusão para o transporte de

P em sistema de vaso geminado com duas unidades, os cálculos foram realizados segundo a seguinte sequência:

1. Inicialmente determinou-se o conteúdo total de P na planta, pela soma do conteúdo de P na parte aérea e nas raízes.
2. A contribuição do fluxo de massa originado nas unidades da esquerda e da direita, respectivamente, foi determinada pelo produto entre o volume de água acrescentado a cada unidade e a concentração média de P na solução do solo. Essas concentrações médias foram calculadas considerando que cada unidade do vaso geminado foi preenchida com volumes iguais de P0 e P300 e o fluxo de massa independe da extensão do sistema radicular.
3. A contribuição do fluxo de massa no vaso geminado foi determinada pela soma das contribuições em cada uma das unidades.
4. A contribuição da difusão no vaso geminado foi calculada subtraindo, do conteúdo total de P na planta, o valor correspondente do fluxo de massa.
5. A contribuição para a difusão de P em cada unidade foi calculada considerando que a difusão responde à extensão do sistema radicular. Assim, multiplicaram-se os valores correspondentes à difusão de P no vaso geminado e a proporção de raízes em cada unidade do sistema. Essas proporções foram calculadas pelo quociente entre a produção de raízes na unidade e a produção total de raízes no vaso geminado.

## 2.3 Análises estatísticas

Os dados experimentais foram submetidos à análise variância, utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2008). As médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Efeito dos potenciais de água e da localização do fertilizante fosfatado no consumo e eficiência de uso de água pelas plantas, área foliar e na produção total de matéria seca

O consumo de água (AT), a área foliar (AF) e produção total de matéria seca (MS) pelas plantas de milho foram afetados pelo potencial matricial e a localização do fertilizante fosfatado no solo (Tabela 2). No maior potencial matricial (-9/-9 kPa) as plantas consumiram, em média, cerca de 2,5 e 1,4 vezes mais água que o tratamento -50/-50 e -50/-9 kPa, respectivamente. Na caracterização do solo (Tabela 2), a retenção de água foi 0,090 e 0,148 kg kg<sup>-1</sup> para -50 e -9 kPa, respectivamente, o que leva a uma relação -50/-9 kPa de 0,61. Porém, de acordo com Reichardt (1988), calculando-se a água disponível e considerando uma capacidade de campo próxima a -9 kPa, valor compatível com a textura franco arenosa do solo utilizado no presente trabalho, os valores são 0,029 e 0,087 kg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e a relação -50/-9 kPa é reduzida a 0,33, valor coerente com os encontrados experimentalmente.

Discussão semelhante pode ser estendida para a área foliar e a produção de matéria seca pelas plantas de milho (Tabela 2). No que se refere aos potenciais dentro de cada localização do fertilizante, nota-se que o fornecimento adequado de água nas duas unidades permite um maior crescimento da planta. Esse fato é comprovado em todas as comparações relacionadas à área foliar e produção de matéria seca. Adicionalmente, o volume de água consumido se correlacionou estreitamente com a área foliar ( $r=0,97^{**}$ ) e produção de matéria seca ( $r=0,98^{***}$ ), reforçando a importância da superfície foliar no processo de transpiração, tanto para o consumo de água pela planta, como para realização da fotossíntese, refletindo na produção de matéria seca.

Comparando S com I, com a mesma distribuição de potenciais nas unidades do vaso geminado, a localização superior da fonte de P levou ao maior consumo de água, maior área foliar e maior produção total de matéria seca (Tabela 2). A superioridade da localização do fertilizante fosfatado na parte mais superficial, como é realizada na maioria dos cultivos agrícolas em solos tropicais, pode estar associada a maior proximidade inicial da fonte em relação ao sistema radicular, favorecendo o fluxo difusivo, e conseqüentemente, a absorção pelas plantas (Novais & Smyth, 1999). Adicionalmente, sugere-se que a localização do fertilizante apenas na camada inferior (10-20 cm) causou uma deficiência inicial de P, que quando aliada ao menor potencial matricial (-50 kPa), houve maior restrição ao crescimento das plantas (Tabela 2), pela menor disponibilidade de água “per si”, para as plantas, como também pela diminuição do suprimento de P, devido ao efeito do conteúdo volumétrico de água sobre o fluxo difusivo de P no solo (Novais & Smyth, 1999).

Em termos numéricos, dividindo-se a quantidade de água transpirada pela produção de matéria seca (MS/AT, Tabela 2), observa-se que, em média, para os vasos geminados que apresentavam simultaneamente os potenciais -9/-9 kPa, foram consumidos 173 mL de água para se produzir um grama de matéria seca (Tabela 2). Esse valor foi muito semelhante (estatisticamente iguais) aos vasos geminados com potenciais -9/-50 kPa, que apresentaram média de 171 mL para cada grama de matéria seca. Contudo, para os vasos geminados que foram conduzidos com menos água em ambas as unidades (-50/-50 kPa), a média foi de 254 mL para grama de matéria seca. Verifica-se que, apesar de produzir menos matéria seca e área foliar, o fornecimento de água adequado a uma unidade do vaso geminado, representado por -50/-9 kPa, apresenta a mesma eficiência no consumo quando comparado a -9/-9 kPa, fato que pode preservar o crescimento da planta em condições de campo, permitindo que em momentos de crise hídrica possa se fazer o molhamento parcial da superfície do solo com irrigação localizada, apenas de um lado da planta. Reforçando esta perspectiva, percebeu-se que no potencial misto (-50/-9 kPa), os valores de área foliar e de matéria seca foram mais próximos da condição de maior disponibilidade de água para as plantas (-9/-9 kPa), que na de maior restrição (-50/-50 kPa).

P <sup>1/</sup>	Ψ <sup>2/</sup>		AT	AF	MS	MS/AT
	E	D				
	-----kPa-----		mL/VG	cm <sup>2</sup> /VG	g/VG	ml/g
S	-9	-9	8906,25 a	4550,80 a	57,63 a	155,06 b
	-50	-9	6352,50 b	3558,22 b	41,09 b	154,83 b
	-50	-50	3573,75 c	1855,35 c	17,67 c	204,22 a
	Média		6277,5 A	3321,45 A	38,79 A	171,37 B
I	-9	-9	8313,75 a	3791,46 a	44,69 a	191,50 b
	-50	-9	5931,25 b	2720,83 b	32,00 b	188,09 b
	-50	-50	3155,00 c	1410,02 c	10,72 c	303,44 a
	Média		5,800 B	2640,77 B	29,14 B	227,68 A

Tabela 2: Consumo de água por plantas de milho (AT) e área foliar (AF) variando a localização de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P (S: 0-10 cm e I: 10-20 cm) e o potencial de trabalho (ψ)

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas ou minúsculas), nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (α= 5%). Médias foram obtidas de 4 repetições.

### 3.2 Efeito dos potenciais de água e da localização do fertilizante fosfatado na produção de matéria seca e no acúmulo de P particionados

Concordando com a produção total de matéria seca e área foliar, já discutidos, os efeitos da variação do potencial matricial e da localização do fertilizante fosfatado na produção de matéria seca da parte aérea e radicular, assim como no acúmulo de P, foram similares (Figura 1). Nota-se que a produção de matéria seca da parte aérea e radicular (Figura 1 A) foi cerca de 3,7 e 5,2 menor para o potencial -50/-50 kPa comparado a -9/-9 kPa, demonstrando a maior sensibilidade do sistema radicular ao déficit hídrico. Esses resultados foram observados independentemente da forma de localização de P. Nesse sentido, Souza et al. (2007) relatam que o baixo fornecimento de água leva a uma menor produção de matéria seca pela planta, inibindo o crescimento radicular e da parte aérea, tendo em vista que nestas condições há restrição de processos fisiológicos essenciais, como fotossíntese e respiração, além do menor transporte de nutrientes no solo que limita a nutrição mineral das plantas.

A análise estatística evidenciou que a produção de matéria seca das raízes em cada unidade, no potencial misto (-9/-50), respondeu de forma igual aos respectivos potenciais quando iguais nas duas unidades (-9/-9 ou -50/-50 kPa), (Figura 1 A).

Para aplicação de P na metade superior (S) ou inferior (I) de cada unidade da unidade experimental, quando houve diferenças significativas (Figura 1 DB), a aplicação superficial de P levou a maior crescimento da parte aérea ou radicular. Chaib et al. (1984) relatam que maior crescimento de raízes ocorre nas profundidades do solo que recebem adubação fosfatada e, à medida que se aprofunda a aplicação do fertilizante, ocorre aumento de massa de raízes. Nesse sentido, a aplicação na porção superior do solo é satisfatória em condições de cultivo irrigado, sem restrições de água, mas pode trazer

riscos quando o cultivo de sequeiro, com baixa disponibilidade de água, é focalizado, devido ao menor crescimento de raízes em profundidade, ocasionado pela adubação de forma superficial.

A aplicação de P na metade superior da unidade favoreceu a maior produção das raízes neste compartimento. Todavia, nos tratamentos onde o P foi localizado na metade inferior da unidade, observa-se uma inversão na distribuição do sistema radicular (dados não apresentados). Isso mostra o maior crescimento de raízes em profundidade, situação favorável, como apontado, em condições de restrição de água para as plantas. Ainda sobre o crescimento de raízes, ressalta-se o fato de a condução do ensaio ter sido realizada por 40 d e que, de acordo com Schenk & Barber (1980), a distribuição radicular é modificada pelo estágio de crescimento. Para plantas de milho, esses autores verificaram que aos 47 d de emergência, 2/3 da área radicular de genótipos de milho estavam concentrados na camada superficial do solo, valor muito superior ao encontrado no presente estudo quando se aplicou o fertilizante na camada mais profunda, reforçando sua importância para o crescimento radicular em profundidade.

Outro fator importante é a maior disponibilidade de água na porção superior da unidade, setor de aplicação do fluido (água), que pode compensar a menor disponibilidade de P no solo (Ruiz et al., 1988b). O crescimento de raízes respondeu positivamente ao aumento na disponibilidade de água (Figura 1). Esse comportamento ratifica a dependência da disponibilidade de água, evidenciada na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes. Nesse contexto, Taiz & Zeiger (2002) indicam que a diminuição no fornecimento de água reduz a divisão e o alongamento das células, obtendo-se plantas menores, e de reduzida área foliar.

O conteúdo de P na parte aérea ou radicular (Figura 1 CD) relevou contrastantes diferenças devido a variação do potencial matricial ou na localização do fertilizante fosfatado. Observou-se que a baixa disponibilidade inicial de P nos tratamentos com PI levou a diferenças estatísticas tanto no conteúdo de P da parte aérea, como nas raízes do vaso geminado. Nesse estudo, a variação dos conteúdos de P nas raízes e na parte aérea foi dependente, quase que exclusivamente, da produção de matéria seca, tendo em vista a similaridade nos teores de P. Nesse contexto, Rodriguez et al. (1998) relatam que o baixo suprimento de P, como aconteceu inicialmente nos tratamentos com PI, diminui a área foliar, em consequência principalmente da redução do número de folhas e, secundariamente, da limitação à expansão da folha, levando a uma menor produção de matéria seca. Esses resultados indicam que a ausência total da adubação fosfatada na camada mais superficial limita o crescimento inicial da planta. Assim, pensando em uma maior tolerância ao estresse hídrico, haveria de se fertilizar camadas mais profundas, contudo sem eliminar a adubação superficial.

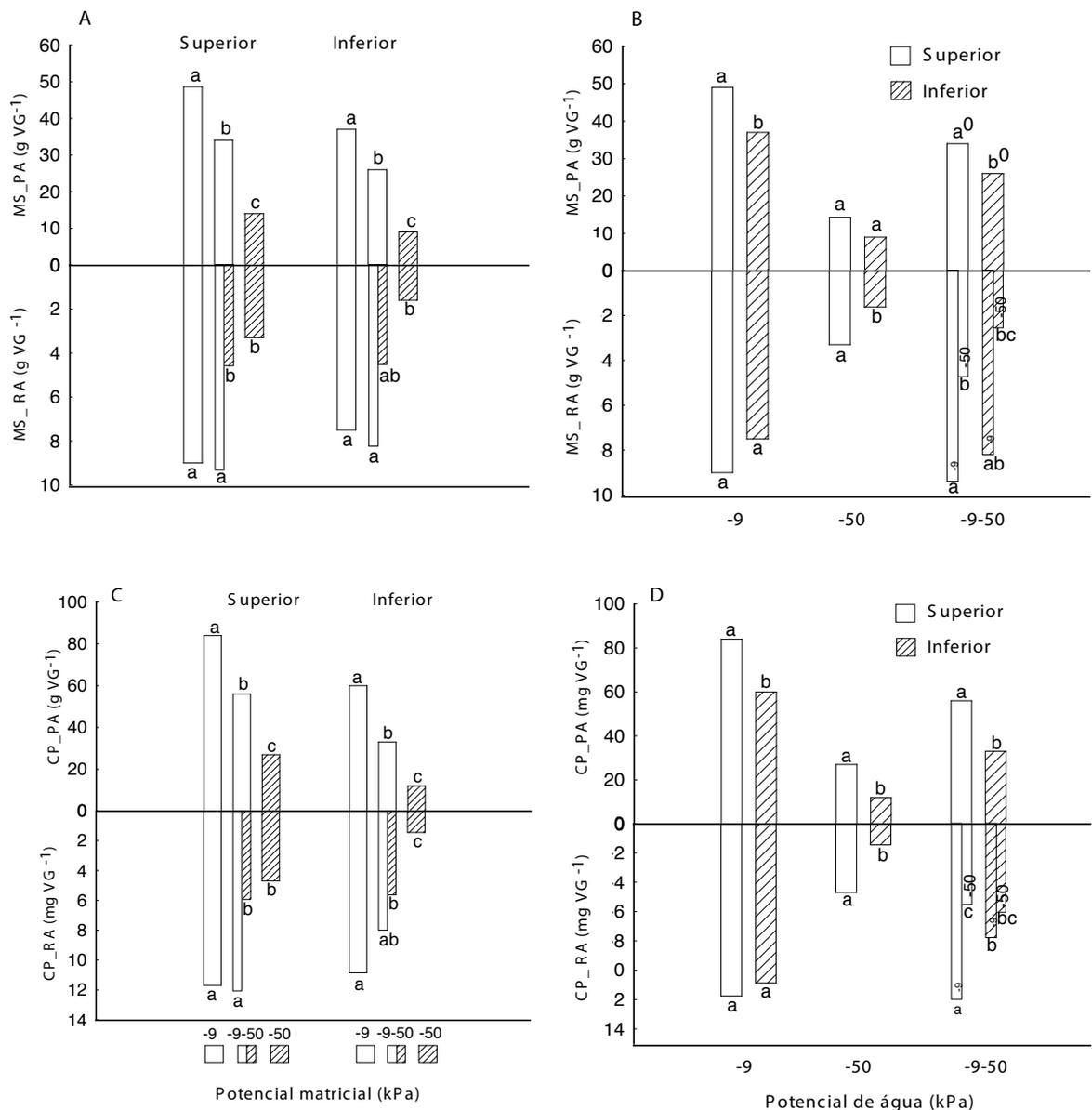


Figura 1. Efeito de potenciais matriciais (-9/-9; -9/-50 e -50/-50 kPa) e da localização da adubação fosfatada (superior, 0-10 cm e inferior, 10-20 cm) na produção de matéria seca da parte aérea (MS\_PA) e radicular (MS\_RA), no acúmulo de P na parte aérea (CP\_PA) e radicular (CP\_RA) em cultivo de milho com partição de raiz em vasos geminados. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, são iguais pelo teste Tukey ( $\alpha=5\%$ ).

### 3.3 Efeito dos potenciais de água e da localização do fertilizante fosfatado nos mecanismos de transporte de fósforo no solo

Em concordância com os conteúdos de P particionados para parte aérea ou raiz, o conteúdo total de P foi igualmente afetado pelos potenciais matriciais e pela localização do fertilizante fosfatado, havendo diminuição da absorção do elemento com a diminuição do potencial hídrico ou quando o fertilizante foi aplicado na porção inferior do vaso (Tabela 2). Da mesma forma, a localização do fertilizante e o potencial matricial afetaram a quantidade de P transportada pelos diferentes mecanismos. Verifica-se, independentemente da forma de localização, que a contribuição para o fluxo de massa de P, geralmente, foi maior nos tratamentos onde a planta recebia água de forma adequada nos dois lados da unidade (Tabela 2). O fluxo de massa responde

à transpiração da planta, logo sob qualquer indicio de restrição hídrica, a planta tende a reduzir a abertura estomática, diminuindo com isso, a absorção de nutrientes por esse mecanismo (Brestic et al., 1995).

A difusão foi maior nos tratamentos que receberam aplicação do fertilizante na porção superior em comparação àqueles que receberam na porção inferior (Tabela 2). No que se refere à comparação dos potenciais matriciais, verifica-se comportamento similar ao apresentado pelo fluxo de massa, sendo que nos vasos com fornecimento adequado de água em ambas as unidades foram maiores os valores de P transportados pelo processo difusivo. Na difusão de P, existe uma relação direta entre o coeficiente de difusão de P no solo e o conteúdo volumétrico de água (Novais & Smyth, 1999). Assim, verifica-se que, à medida que se aumenta a umidade, o filme de água em contato com as partículas sólidas do solo torna-se mais espesso, diminuindo a interação do nutriente com os coloides.

Relativizando a participação dos dois mecanismos de transporte de P no solo, em termos percentuais do total do nutriente acumulado, percebeu-se que a diminuição do potencial matricial afeta mais intensamente o processo difusivo que o fluxo de massa, com destaque para quando a aplicação do fertilizante foi na parte inferior do vaso geminado. Neste sentido, no potencial -90 kPa cerca de 94% do P absorvido deveu-se ao mecanismo de difusão. Entretanto, este valor foi reduzido a 90% no potencial -50 kPa. Esta mesma tendência pode também ser percebida pela variação da razão D/FM nos diferentes potenciais matriciais (Tabela 2).

P <sup>1/</sup>	ψ <sup>2/</sup>		CTP	FM	D	FM	D	D/FM
	E	D						
	kPa		mg vg <sup>-1</sup>			% do CTP		
S	-9	-9	107,51 a	4,97 a	102,55 a	4,62 a	95,37 a	20,70
	-50	-9	73,17 b	3,43 b	69,74 b	4,68 a	95,31 a	20,38
	-50	-50	37,08 c	1,70 c	35,32 c	4,75 a	95,25 a	20,03
	Média		<b>72,59 A</b>	<b>3,39 A</b>	<b>69,20 A</b>	<b>4,68 B</b>	<b>95,31 A</b>	20,36
I	-9	-9	79,22 a	4,63 a	74,59 a	5,84 a	94,15 a	16,10
	-50	-9	45,98 b	3,20 b	42,77 b	6,98 a	93,02 a	13,36
	-50	-50	16,11 c	1,56 c	14,55 c	9,68 b	90,31 b	9,59
	Média		<b>47,10 B</b>	<b>3,13 B</b>	<b>43,97 B</b>	<b>7,50 A</b>	<b>92,49 A</b>	12,33

Tabela 2. Conteúdo total de P na planta, CTP, (parte aérea e radicular) e acúmulos devido ao mecanismo de fluxo de massa (FM) e de difusão de P no vaso geminado (D), considerando a localização de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P na parte superior (S) e inferior (I) do vaso geminado (vg) e potencial de trabalho (ψ)

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas ou minúsculas), nas colunas, são iguais pelo teste Tukey (α=5%).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação localizada de fertilizantes fosfatados solúveis, como o monoamônio fosfato, próximo ao sistema radicular das plantas (0-10 cm no vaso), mostrou ser mais eficaz para a nutrição inicial das plantas de milho. O resultado indica que, como o

transporte de P no solo é limitado a curtas distâncias, devido à baixa difusividade de ortofosfatos no solo ( $\sim 10^{-15} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ), os fertilizantes fosfatados quando aplicados próximo aos sistemas radiculares das plantas são, geralmente mais efetivos (Schachtman et al., 1998). Aliado a isto, a localização mais superficial da adubação fosfatada é vantajosa pois no estabelecimento das plantas no campo, com sistema radicular pouco desenvolvido, os teores críticos dos nutrientes, incluindo para o P, são elevados.

Apesar da superioridade da localização superficial de P, a elevação de seus teores em maior profundidade poderia permitir um maior crescimento radicular, possibilitando às plantas maior absorção de água e nutrientes em períodos de restrições hídricas. Atualmente, tem-se associado ao alcance de produtividades superiores em algumas áreas à construção da fertilidade ao longo do perfil, além da camada arável. Com o advento da agricultura de “precisão” tem sido possível reaplicar adubos fosfatados próximos do mesmo sulco, nas diferentes sucessões de cultivos, e com isso tem-se promovido a mobilização de P para maiores profundidades no perfil do solo, possibilitando maior crescimento radicular em profundidade.

O efeito do fornecimento adequado de água (-9 kPa) de forma parcial para o sistema radicular das plantas (-9/-50 kPa), demonstrado por meio de vasos geminados com partição de raízes no presente estudo, em termos de eficiência de uso da água, produção de matéria seca e absorção de P, sugere a possibilidade de otimização no manejo da irrigação localizada em períodos de restrições hídricas. Nestes períodos, poderia se optar pelo suprimento de água para apenas parte do sistema radicular, promovendo economia de água considerando uma redução tolerável de produtividade. Neste sentido, a realização de experimentos em condições de campo seria essencial para validar estas proposições. Não obstante, o uso por longos períodos desta estratégia poderia causar mortalidade do sistema radicular nas zonas secas, levando a uma maior concentração de raízes onde o suprimento de água é adequado. De fato, resultados deste trabalho mostraram grande sensibilidade do sistema radicular ao déficit hídrico.

## 5 | CONCLUSÃO

A localização de fertilizante fosfatado solúvel (MAP) na porção superior do vaso (0-10 cm) é mais eficiente que a localização na porção inferior (10-20 cm), devido a maior proximidade inicial das raízes com ambientes de maior disponibilidade de P, onde o fertilizante foi aplicado.

Em vasos geminados constituídos por duas unidades justapostas, o fornecimento adequado de água às duas unidades, neste caso representado pelos potenciais matriciais -9/-9 kPa, permite maior incremento na área foliar, na produção de matéria seca e na absorção de P, frente ao tratamento em que as duas unidades apresentaram potenciais matriciais de -50 kPa.

O fornecimento adequado de água utilizado apenas em uma unidade do vaso geminado, representado pelos tratamentos -9/-50 kPa, permitiu produzir cerca de 71% da matéria seca produzida quando não houve restrições hídricas (-9/-9 kPa). Este fenômeno sugere a possibilidade de menor uso de água por meio de irrigação localizada, em períodos de crises hídricas.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CATARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.314-316.

BARBER, S.A. **Influence of the plant root on ion movement in soil**. In: CARSON, E.W. (ed.). **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p.525-564.

BRESTIC, M.; CORNIC, G.; FRYER, M.J.; BAKER, N.R. Does photorespiration protect the photosynthetic apparatus in french bean leaves from photoinhibition during drought stress? **Planta**, Berlin, v.126, p. 450-457, 1995.

CHAIB, S.L.; BULIZANI, E.A.; CASTRO, L.H.S.M. Crescimento e produção do feijoeiro em resposta a profundidade de aplicações de adubo fosfatado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p.817-822, 1984.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 225 p., 2011.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. The search for and interpretation of genetic controls that enhance plant growth under deficiency levels of a macronutrient. **Plant and Soil**, Haia, v. 72, p. 335-350, 1983.

NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Universidade Federal de Viçosa, 399 p., 1999.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.12, p. 211-216, 1988.

RODRIGUEZ, F. Custos e benefícios da irrigação no Brasil. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, vol. 41, p. 6-11, 1990.

ROSEGRANT, M.W.; CAI, X.; CLINE, S.A. **Global water outlook to 2025: averting an impending crisis**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute: International Water Management Institute, 2002. 28p.

RUIZ, H.A. **Efeito do conteúdo de água sobre o transporte de fósforo em dois Latossolos**. 1986. 86 p. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

RUIZ, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte+argila). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v. 29, p. 297-300, 2005.

RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. Efeito da umidade do solo sobre o volume e conteúdo de fósforo no exsudato xilêmico de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, p. 39-42, 1988a.

RUIZ, H.A.; FERNANDES, B.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V., V.H.; FERREIRA, P.A. Efeito do conteúdo de água sobre os níveis críticos de fósforo em dois Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, p. 43-48, 1988b.

SOUZA, F.S.; FARINELLI, R.; ROSOLEM, C.A. Desenvolvimento radicular do algodoeiro em resposta à localização do fertilizante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 387-392, 2007.

SCHACHTMAN, D. P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. **Journal of Plant Physiology**, v.116, p. 447-453, 1998.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico, 5. Porto Alegre, RS. 147p, 1995.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Lincoln, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

## ESTABILIDADE DE AGREGADOS EM DIFERENTES USOS E MANEJO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS, MT

### **Caíque Helder Nascentes Pinheiro**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

### **Bruno Oliveira Lima**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

### **Stefanya de Sousa Novais**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

### **Tatiane Carmo Sousa**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

### **Mariana Mathiesen Stival**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

### **Janne Louize Sousa Santos**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

### **Monaliza Ana Gonzatto**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

### **Jennifer Oberger Ferreira**

Faculdades Unidas do Vale do Araguaia - UNIVAR  
Barra do Garças - MT

**RESUMO:** Práticas de manejos do solo são de suma importância na conservação e manutenção das áreas de cultivo. Este trabalho tem como objetivo avaliar a estrutura física de um Latossolo Vermelho Amarelo, sob diferentes

usos e manejos, localizados no município de Barra do Garças, MT, região do Cerrado. Em cada área de estudo foram coletadas seis repetições para análise da densidade e da porosidade do solo. As amostragens foram realizadas na profundidade de 0 a 10 cm e analisadas no laboratório de Física e fertilidade do Solo da UNIVAR. Verificou-se que as áreas com plantio apresentaram maior densidade e menor porosidade e menor agregação, ao contrário da área de mata nativa. As culturas cultivadas em cada área influenciaram diretamente nos resultados analisados de maior ou menor densidade do solo. O cultivo de pastagens tende a transformar a estrutura física do solo, influenciado pelo seu vasto sistema radicular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estabilidade de agregados; densidade do solo; matéria orgânica do solo.

**ABSTRACT:** Soil management practices are of paramount importance in the conservation and maintenance of cultivated areas. This work aims to evaluate the physical structure of a Yellow Red Latosol, under different uses and management, located in the municipality of Barra do Garças, MT, Cerrado region. In each study area, six replicates were collected for analysis of soil density and porosity. Samples were taken at depths of 0 to 10 cm and analyzed in the UNIVAR Soil Physics and Fertility Laboratory.

It was verified that the areas with planting showed higher density and lower porosity and less aggregation, unlike the native forest area. The crops cultivated in each area directly influenced the analyzed results of higher or lower soil density. The cultivation of pastures tends to transform the physical structure of the soil, influenced by its vast root system.

**KEYWORDS:** Stability of aggregates; soil density; soil organic matter.

## 1 | INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados possui características favoráveis ao desenvolvimento agropecuário nacional. Nesse cenário, 90 % dos solos encontrados se caracterizam dentro das classes Latossolos, Neossolos, Plintossolos e Gleissolos, principalmente nas proximidades do Rio Araguaia nos Estados de Mato Grosso (OLIVEIRA, 2009). Nesta região, o cultivo de pastagem é o principal uso agrícola, possuindo baixa fertilidade natural, a elevada acidez e toxicidade por alumínio, muito comum na classe desses solos em geral (REATTO et al., 2005).

A busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido uma das discussões em torno do tema manejo correto do solo para uma agricultura sustentável. Dos componentes do manejo, o preparo do solo talvez seja a atividade que mais influencie no seu comportamento físico-hídrico, pois atua diretamente na estrutura do solo. Além das modificações na porosidade e na densidade, o manejo provoca alterações na estrutura do solo que afetam a retenção de água e a resistência mecânica, entre outros atributos físicos do solo (Oliveira et al., 2003).

De acordo com Doran & Parkin (1994), os atributos físicos do solo podem ser classificados como intermediários e permanentes. Como exemplos dos atributos físicos intermediários, alteráveis após o manejo do solo, por alguns anos, citam-se a densidade do solo, resistência do solo à penetração, permeabilidade, aeração, agregação do solo, porosidade, entre outros, tendo ainda, a umidade do solo, como atributo hídrico intermediário, alterável conforme o tipo de manejo do solo. Já a textura do solo, mineralogia, cor, densidade de partículas, podem ser citados como atributos físicos permanentes, inerentes ao “tipo” de solo e que servem para classificá-lo quanto à sua ordem. Em geral, os atributos físicos intermediários são os mais utilizados como indicadores da qualidade física do solo, por estarem sujeitos às maiores intempéries, provocados em função dos sistemas de manejos do solo.

Atributos do solo, como densidade, porosidade total, macro e microporosidade têm sido comumente usados para indicar possíveis restrições ao desenvolvimento de plantas. Nesse sentido, Unger & Kaspar (1994) destacaram que a compactação do solo afeta o crescimento das plantas, principalmente quando o suprimento de água e nutrientes é insuficiente. Além disso, ela concorre para reduzir o suprimento adequado de oxigênio ( $O_2$ ) no solo, prejudicando o desenvolvimento vegetativo da parte aérea com redução significativa da produtividade (Beutler et al., 2004).

A compactação do solo pelo tráfego de máquinas, originada da compressão do solo insaturado é a principal causa da degradação física dos solos agrícolas, que aumenta com a intensidade de tráfego em condições inadequadas de umidade do solo (Flowers & Lal, 1998). Esta prática altera a estrutura que é o atributo físico do solo mais importante (Corrêa, 2002) e, conseqüentemente, a geometria e distribuição de poros por tamanho (Bouwman & Arts, 2000), modificando o comportamento físico-hídrico e a condutividade de água no solo, em maior ou menor grau conforme o nível de compactação (Beutler et al., 2005).

De acordo com Hodgson (1990), a utilização das pastagens como o principal suprimento alimentar está relacionada ao baixo custo e ao alto potencial de produção, especialmente de forrageiras tropicais que, aliado à sua colheita pelos animais, tornam estas pastagens uma opção econômica para a criação de ruminantes. A qualidade física dos solos é decisiva para o desenvolvimento das plantas, pois determina a habilidade das raízes em se desenvolver e explorar os solos para absorção de água e nutrientes (SILVA et al., 1994).

Segundo Alvarenga e Noce (2005), a decomposição das raízes das plantas forma canalículos no solo, aumentando a infiltração de água, melhorando sua estrutura pela adição de matéria orgânica, elevando a capacidade de retenção de água e redução da velocidade de escoamento da enxurrada. Assim, considerando o uso e manejo dos solos de Cerrado, é importante avaliar os efeitos de diferentes manejos desses solos sobre a estrutura física destes solos, como também, como as adições de matéria orgânica podem ajudar no melhor manejo destes solos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos físicos do solo sob diferentes usos e manejos, no município de Barra do Garças, MT.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR), localizada a 15°53'24" de Latitude Sul e 52°15'24" de Longitude Oeste, altitude de 318 m, município de Barra do Garças, Mato Grosso. O clima típico da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Tropical Aw, com temperaturas médias anuais de 21°C. Os solos encontrados no local foram o Latossolo Vermelho - Amarelo e o Gleissolo. As amostragens foram realizadas em quatro áreas de estudo. Na área de Latossolo-Amarelo considerou-se: a) Área 01 – com mais de 5 anos com braquiária (*Urochloa brizantha*); b) Área 02 – com cultivo convencional recente com milho (*Zea mays*), após 5 anos com braquiária (*Urochloa brizantha*); c) Área 03 – floresta nativa; e Área 04 – área em Gleissolo, com humidícula instalada a mais de 5 anos (*Brachiaria Humidicula* cv. Humidicula).

Em cada área experimental foram coletados cinco repetições para análise dos atributos físicos do solo. As amostragens foram realizadas na profundidade de 0 a 10

cm. As amostras (deformadas e indeformadas) de solos coletados foram encaminhadas para o Laboratório de Física e Fertilidade do Solo da UNIVAR para posterior análise, segundo metodologia descrita por Embrapa (1997). As análises realizadas foram:

- a. Densidade solo (anel volumétrico) (DS): foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada, através de um anel de PVC, de volume interno de  $50\text{cm}^3$ . Foram pesados o conjunto e anotando o peso. Foram colocadas na estufa a  $105\text{ }^\circ\text{C}$  e após 24 e 48 horas, e após resfriamento foram pesadas novamente. Foi realizado o seguinte cálculo: Densidade aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ ) =  $a / b$  onde  $a$  = peso da amostra seca a  $105\text{ }^\circ\text{C}$  e  $b$  = volume do cilindro.
- b. Densidade Real (densidade das partículas): foi pesado 20g de solo, colocados em lata de alumínio de peso conhecido, levados à estufa, deixados por 24 horas, e após foram pesadas novamente para obter o peso da amostra seca a  $105\text{ }^\circ\text{C}$ . As amostras foram transferidas para balão aferido de 50mL. Foram adicionados álcool etílico e agitados até eliminar todas as bolhas de ar e completar-se o volume do balão. Foi anotado o volume de álcool etílico gasto. Foi realizado o seguinte cálculo: Densidade de partículas ( $\text{g cm}^3$ ) =  $a / 50 - b$  onde  $a$  = peso da amostra seca a  $105\text{ }^\circ\text{C}$  e  $b$  = volume de álcool gasto.
- c. Volume Total de Poros (VTP): Foi calculado pela fórmula Porosidade total =  $100 (a - b) / a$  onde  $a$  = densidade real e  $b$  = densidade aparente.
- d. Estabilidade de agregados em água: foram utilizadas 3 peneiras (1mm, 0,5mm, e 0,106mm). Utilizou-se tamisação durante 15 minutos com oscilação vertical de 35 mm e número de repetições de fases sendo 30 por minuto. Após retirar os agregados de cada peneira com ajuda de água estes foram colocados em estufa com ar forçado para secar a  $105\text{ }^\circ\text{C}$ . Posteriormente foram realizados os cálculos do diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) conforme descrito por Kemper e Rosenau (1986).
- e. Matéria orgânica do Solo (MOS): Foi determinado pelo método Walkley-Black modificado (oxidação da MOS com dicromato de potássio) (EMBRAPA, 1997).

Para as análises estatísticas foi feita a comparação das médias usando o teste de Duncan a 5%, para a comparação entre as áreas estudadas. Todas as análises estatísticas foram feitas com o programa estatístico Assistat.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que a área com cultivo convencional apresentou menores valores para DMP (2,14mm) quando comparada com as demais áreas analisadas (áreas de pastagem de braquiária e humidícula e floresta). As áreas de pastagem com braquiária, pastagem humidícula e florestam mostraram respectivamente resultados de DMP de

2,40mm; 2,37mm; 2,37mm. Não foram verificadas diferenças estatísticas entre as áreas de estudos para o DMG.

A área de floresta apresentou maior porosidade total (59,94 %) e menor valor de densidade ( $1,012 \text{ g.cm}^{-3}$ ). A área com cultivo convencional recente com milho apresentou maior valor de densidade do solo ( $1,74 \text{ g.cm}^{-3}$ ), e a menor porosidade total do solo (31,31 %).

Os trânsitos de máquinas agrícolas na área de cultivo convencional, assim como o revolvimento recente do solo, ocasionaram os menores valores de porosidade total e maiores de densidade do solo. Conseqüentemente, as áreas de floresta, onde a antropização é mínima, a estrutura física e aeração permanecem intactas.

Observou-se nos diferentes manejos e usos do solo que, quanto maior foi o valor de M.O, menor foi o valor de pH.

A maior presença de M.O foi vinculada ao menor uso e manejo do solo. A área de floresta não sofreu atividade antrópica; a área de pastagem humidícola apresentou presença do lençol freático elevado em determinados períodos do ano e não foi utilizada para pastejo, conservando-se assim, altos teores de M.O. Já a área de milho (posterior à pastagem de braquiária), o revolvimento do solo promoveu modificações nos teores de M.O e, a conseqüente correção do solo com calcário, aumentou os teores de pH em relação às demais áreas consideradas.

Trat.	DMP <sup>1</sup> mm	DMG <sup>2</sup> mm	Porosidade %	Densidade $\text{g cm}^{-3}$	Matéria orgânica $\text{g dm}^{-3}$
Área 1	2,40 a	1,091 a	59,94 a	1,01 c	52,42 a
Área 2	2,14 b	1,086 a	31,31 c	1,74 a	40,42 b
Área 3	2,37 a	1,093 a	38,57 bc	1,55 ab	23,57 c
Área 4	2,37 a	1,089 a	42,22 b	1,46 b	16,57 c
CV%	7,00	29,22			

Tabela 1 - Estabilidade de agregados em água em diferentes áreas de uso e manejo do solo, avaliadas nas camadas 10 cm (município de Montes Claros, GO).

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

<sup>1</sup>DMP: diâmetro médio ponderado. <sup>2</sup>DMG: diâmetro médio geométrico.

## 4 | CONCLUSÕES

A área onde ocorreu recente cultivo convencional com milho apresentou modificações na sua estrutura, em função do revolvimento da área para implantação da cultura. Portanto, considerando os diferentes usos e manejos do solo, a estrutura do solo (agregação) foi modificada pela alteração no uso do solo.

As modificações no uso e manejo do solo alteram a densidade do solo e a porosidade total de solo.

Foram verificados maiores teores de M.O. e menores valores de pH com o menor

uso e manejo do solo.

## AGRADECIMENTOS

À instituição Faculdades Unidas do Vale do Araguaia, por possibilitar o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Ramon Costa; NOCE, Marco Aurélio. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005, 16 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 47).
- ANJOS, L.H.C.; FRANZMEIER, D.P. & SCHULZE, D.G. Formation of soils with plinthite on a toposequence in Maranhão state, Brazil. **Geoderma**, v. 64, n. 6, p. 257-279, 1995.
- BEUTLER, A. M.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P. Intervalo hídrico ótimo e a produção de soja e arroz em dois Latossolos. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 181-192, 2004.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 843-849, 2005.
- BOUWMAN, L. A.; ARTS, W. B. M. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 213-222, 2000.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (SSSA Special Publication, 35).
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997, 212p.
- FLOWERS, M. D.; LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwest Ohio. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 48, n. 1/2, p. 21-35, 1998.
- GOMES, João Bosco Vasconcellos; CURI, Nilton; SCHULZE, Darrell Gene; et al.; Mineralogia e micromorfologia de solos esqueléticos do bioma Cerrado, no Leste de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Lavras, v. 31, n. 5, p. 875-886, 2007.
- HODGSON, A. S.; MACLEOD, D. A. Use of oxygen flux density to estimate critical air filled porosity of a vertisol. **Soil Science Society of American Journal**, v.53, n.2, p.355-361, 1989.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas**. 2014. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/2L2> > Acesso em 29 de Março de 2015.
- IMNHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1493-1500, 2000.
- KARLEN, D. L.; STOTT, D. E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. p. 53-72. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Soil Science Society of America, 244 p. 1994.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, suplemento especial, p. 133-146, 2009.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; CURI, N.; RESCK, D. V. S. Compressibilidade de um Latossolo Vermelho argiloso de acordo com a tensão de água no solo, uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 773-781, 2003.

OLIVEIRA, Geraldo César. **Solos da região dos Cerrados: reconhecimento na paisagem e potencialidades e limitações para o uso agrícola**. UFLA – FAEPE. Disponível em: <[http://www.cefetbambui.edu.br/grupos\\_de\\_estudo/gesa/download/livros/solos\\_da\\_regiao\\_dos\\_cerrados\\_reconhecimento\\_na\\_paisagem\\_e\\_potencialidades\\_e\\_limitacoes\\_para\\_o\\_uso\\_agricola.pdf](http://www.cefetbambui.edu.br/grupos_de_estudo/gesa/download/livros/solos_da_regiao_dos_cerrados_reconhecimento_na_paisagem_e_potencialidades_e_limitacoes_para_o_uso_agricola.pdf). > Acesso em 29 de Março de 2015.

REATTO, Adriana; MARTINS, Éder de Souza; SILVA, Ângelo Valverde da; CARVALHO JUNIOR, Osmar Abílio de Carvalho. **Análise da Informação Pedológica da Região de Araguaína e Palmeirante – TO para fins de Zoneamento Agrícola**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005, 18 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 149).

RICHART, Alfredo; TAVARES FILHO, João; BRITO, Osvaldo Rodrigues; LLANILLO, Rafael Fuentes; FERREIRA, Rogério. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.

SILVA, A. P.; KAY, B. D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 6, p. 1775-1781, 1994.

SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. **Soil Science Society American Journal**, v.58, p. 1775-1781, 1994.

SILVA, I. R.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 311-17, 1998.

SIQUEIRA, José Osvaldo; MOREIRA, Fernando. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006, 729 p.

UNGER, W. P.; KASPAR, T. C. Compaction and root growth: a review. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 5, p. 759-766, 1994.

VAN SOEST, P. J.; MASON, V. C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 32, n. 1, p. 45-53, 1991.

WENDLING, Bleno; JUCKSCH, Ivo; MENDONÇA, Eduardo de Sá; NEVES, Júlio César Lima. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.487-494, 2005.

## INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA NA PRODUÇÃO DE CAPIM *UROCHLOA BRIZANTHA* CV. MARANDU E *UROCHLOA HUMIDICOLA*

**Ricardo Braga Vilela**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
UNEMAT

**Alessandra Conceição De Oliveira**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
UNEMAT

**Luciana Saraiva De Oliveira**

Universidade do Estado de Mato Grosso

**Valéria Lima Da Silva**

Universidade Estadual de Goiás  
UEG

**Bruna Saraiva Dos Santos**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
UNEMAT

**Fernando Costa Nunes**

Universidade do Estado de Mato Grosso  
UNEMAT

**Carlos César Silva Jardim**

Universidade Federal da Grande Dourados  
UFGD

casa de vegetação na Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Xavantina-MT, utilizando no experimento o delineamento em blocos casualizado, com esquema fatorial 7 x 2, envolvendo sete níveis de condutividade elétrica (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>) e duas espécies de capins (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola*) com três vasos por tratamento e quatro repetições, totalizando 12 vasos por tratamento. Foram avaliados os seguintes parâmetros: Massa Fresca Total (MFT), Área Foliar (AF), Massa Seca de Folhas (MSF), Massa Seca de Colmo (MSC), Massa Seca de Material Morto (MSMM), Massa Seca Total (MST), Relação Folha:Colmo (RFC) e Densidade de Forragem (DF). Houve efeito significativo da salinidade apenas na variável MSMM, entretanto teve uma queda acentuada na produção das outras variáveis com níveis crescentes de salinidade. Conclui-se que em ambos os capins Marandu e Humidicola, tiveram melhor desempenho na irrigação com água sem adição de NaCl (0,0 mS cm<sup>-1</sup>), e que conforme aumenta a salinidade da água, ocorre redução acentuada na produção, enquanto que comparando a produção entre as espécies estudadas em diferentes níveis de água salina, a que se mostrou estatisticamente superior na região de Nova Xavantina-MT foi a Marandu.

**PALAVRAS-CHAVE:** Braquiarião, capim agulha, estresse salino, forrageiras e águas salinas.

**RESUMO:** A salinidade pode prejudicar no crescimento e desenvolvimento da planta, que conseqüentemente conduzirá ao decréscimo da produção da mesma, podendo levar até a morte. Objetivou-se com esse trabalho estudar a influência de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na produção de duas espécies de forragem. O experimento foi conduzido em

**ABSTRACT:** The salinity can adversely affect the growth and development of the plant, which will consequently lead to a decrease in plant production, leading to death. The objective of this work was to study the influence of different salinity levels of irrigation water on the production of two forage species. The experiment was conducted in a greenhouse at University of the State of Mato Grosso, Campus Nova Xavantina-MT, using a randomized complete block design, with a factorial scheme 7 x 2, involving seven levels of electrical conductivity (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>) and two species of grass (*Urochloa brizantha* cv. Marandu and *U. humidicola*) with three pots per treatment and four replicates, totaling 12 pots per treatment. The following parameters were evaluated: Total Fresh Mass (MFT), Foliar Area (AF), Mass Dry of Leaf (MSF), Mass Dry of Stalk (MSC), Mass Dry of Dead Material (MSMM), Mass Dry Total (MST), Ratio Leaf:High (RFC) e Forage of Density (DF). There was a significant effect of salinity only on the MSMM, however there was a sharp fall in the production of the other variables with increasing levels of salinity. The conclusion is in both the grasses Marandu and Humidicola, they had better performance in irrigation with water without addition of NaCl (0,0 mS cm<sup>-1</sup>), and as water salinity increases, there is a marked reduction in production, while comparing the production among the species studied in different levels of saline water, which was statistically superior in the region of Nova Xavantina-MT was Marandu.

**KEYWORDS:** Bracken, forage, needle grass. saline soils and salt water.

## INTRODUÇÃO

As pastagens desempenham fundamental importância dentro da pecuária bovina brasileira, podendo ser cultivadas ou naturais, caracterizando-se como a principal fonte de alimento mais barato e prático de produzir, além de propiciar ao rebanho todos os nutrientes necessários juntamente com a suplementação mineral, para um bom desempenho dos animais, e ultimamente tem crescido a utilização da irrigação com o intuito de aumentar a produtividade das forrageiras, pelo fato das condições climáticas, de acordo com o período em algumas regiões do Brasil não serem propícias para o desenvolvimento da mesma (DIAS-FILHO, 2016).

A região Centro-Oeste do Brasil é predominantemente caracterizada com uma estação seca bem definida no inverno e uma estação chuvosa no verão com chuvas convectivas (REBOITA et al., 2012). Segundo Coan (2005), esse fator contribui para essa baixa produtividade, destacando a estacionalidade na oferta de alimento proveniente das pastagens, alternando-se períodos com grande disponibilidade, tanto quantitativa como qualitativamente da forragem no período chuvoso, e com períodos na estação seca em que o crescimento das plantas é reduzido.

Uma maneira de suprir a falta de chuva durante a estiagem no inverno, muitos produtores optam por utilizar a irrigação na forrageira, tanto para o pastoreio direto

dos bovinos como para confecção de silagem, por apresentar bons resultados em relação ao desenvolvimento e produção, e além de diminuir a escassez de alimento para o rebanho no período seco do ano (BALSALOBRE et al., 2003). Santana et al. (2003), afirmam que o principal propósito da irrigação é suprir a necessidade de água para a cultura com intuito de que se tenha crescimento máximo da planta, contribuindo consideravelmente com a produtividade da cultura em questão.

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, e quando se fala da qualidade da água para irrigação, no sentido amplo dos termos, se trata principalmente em relação a salinidade, que muitas das vezes se refere a quantidade de sólidos dissolvidos (ALMEIDA, 2010). Portanto, quando conduzida a irrigação de maneira incorreta pode acarretar problemas que inviabilizam o uso do solo, alterando suas propriedades físico-químicas e resultando na perda da capacidade produtiva do mesmo (SANTANA et al., 2003).

De acordo com Ayers & Westcot (1991), os sais podem ser encontrados em quantidades relativamente pequenas, porém significativas, onde são transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, no qual vai se acumulando na proporção em que a água evapora ou é absorvida pelas culturas. A salinidade ocasiona na cultura a redução do potencial osmótico da solução do solo, onde diminui a capacidade de absorção da água e conseqüentemente aumenta a toxicidade de certos íons à planta, como o NaCl, a tal ponto que afetam os rendimentos da mesma ou podendo levar até a morte (BATISTA et al., 2002).

Os íons salinos como Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> podem afetar a absorção de nutrientes de forma direta através das interações competitivas entre outros íons, durante a absorção da planta pela raiz (MORAIS et al., 2007). De acordo com Aragão et al. (2010), a salinidade pode causar um desequilíbrio nutricional, onde ocorre uma redução na absorção de nutrientes essenciais à planta, devido à competição na absorção e transporte, assim como a inibição da atividade de várias enzimas chave do metabolismo da planta.

Lima (1998) diz que os sais se acumulam na rizosfera, impondo ao estresse hídrico, e assim impedindo o crescimento e desenvolvimento das culturas, o que conseqüentemente conduzirá a um decréscimo da produtividade ou em casos mais relevantes, pode levar ao colapso da produção agrícola. As culturas não reagem igualmente a salinidade, algumas em elevados níveis de salinidade podem produzir rendimentos plausíveis, e outras podem ser sensíveis a níveis de salinidade baixíssimos (AYERS; WESTCOT, 1991).

E de certa forma, algumas plantas apresentam características que propiciam o seu desenvolvimento e reprodução em ambientes salinos, tais como exclusão de sais, compartimentalização, suculência, redistribuição do sal e equilíbrio nas relações iônicas (MORAIS NETO, 2009). A tal modo, que as forrageiras são classificadas como tolerantes a salinidade (AYERS; WESTCOT, 1991).

Quando se trata de forrageiras para pastagem, o Brasil há a predominância do gênero *Urochloa*, e estima-se que é responsável por 85% das pastagens cultivadas,

cobrindo mais de 80 milhões de hectares, onde a região Centro-Oeste se destaca na produção pelo fato dessas gramíneas apresentarem tolerância a solos ácidos de baixa fertilidade, característica comum do solo da região (VALLE et al., 2009).

O capim marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu Hochst ex A. RICH.), conhecida também como braquiarão ou brizantão, originária de uma região vulcânica da África, foi introduzida no Brasil por volta de 1967. É uma das cultivares mais utilizadas no Brasil, principalmente na região do Cerrado, por apresentar alta produção de forragem, persistência, boa capacidade de rebrota, bom valor nutritivo, tolerância ao frio, seca e ao fogo e apresenta boa resposta à adubação, além de apresentar resistência a cigarrinha-das-pastagens, sendo que ela não tolera solos mal drenados e possui preferência por solos areno-argilosos (NUNES et al., 1985).

O capim humidícola (*Urochloa humidicola* (Rendle.) Schweickerdt.), conhecido popularmente como quicuí da amazônia ou capim agulha, é uma espécie nativa do leste e sudeste da África, possuindo principais características agronômicas como boa adaptação climática, possui bom comportamento em solos ácidos, com alta saturação de alumínio e baixa fertilidade, característica peculiar de solos da região do Cerrado brasileiro, além de apresentar boa tolerância a seca, sombreamento, excessos de umidade no solo, queima e patógenos, porém é uma cultivar que demonstra baixa qualidade nutritiva (ALVES et al., 2008).

Desta forma, a utilização de culturas resistentes em locais com a presença de salinidade excessiva na água, que podem causar a salinidade do solo, é o cultivo de plantas que sejam adaptadas a estas condições, entre elas, as espécies de gramíneas forrageiras pode ser uma opção, tanto do ponto de vista social como econômico. No entanto, apesar de serem tolerantes, as espécies forrageiras podem sofrer problemas na sua produção quando expostas em concentrações elevadas de salinidade, o que varia de acordo com seu genótipo e estágio de desenvolvimento (VALE et al., 2005). Assim, propôs-se com este trabalho, estudar a influência de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na produção de duas espécies de forragem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido em casa de vegetação localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso do Campus de Nova Xavantina-MT, em uma área situada nas coordenadas geográficas de latitude 14°41'25" sul e longitude 52° 20' 55" a oeste de Greenwich, e altitude de 275 metros dentro do parque municipal Mário Viana (NIMER, 1989).

O clima na região de acordo com a classificação de Koppen é Aw (SAMPAIO et al., 2011), apresentando dois períodos bem definidos, um seco de maio a setembro e um chuvoso de outubro a abril (BIUDES et al., 2011). Durante os períodos de avaliação de 03/06/2017 a 20/09/2017 houve um total de precipitação pluviométrica de 0,04 mm

no mês de junho e 0,13 mm em setembro, com uma média de umidade relativa do ar de 64% e temperatura média de 26°C.

Foram utilizadas sementes de capins *Urochloa brizantha* cv. Marandu com VC de 50,67% e *U. humidicola* com VC de 30,48%, com padrões de produção e comercialização aceitáveis pelo MAPA (2008), doadas pela Sementes Campos, devidamente fiscalizadas. A semeadura foi realizada em 13 de junho de 2017, em vasos de plástico com dimensão de 14,5 x 12 x 10 cm, e capacidade para 1,43 dm<sup>3</sup> de solo, dispostos em bancadas de tamanho 3,0 x 1,5 x 1,2 m, e semeou-se em cada vaso, separadamente e manualmente, com uma proporção de 6,91 kg ha<sup>-1</sup> e 8,20 kg ha<sup>-1</sup> para o Marandu e Humidicola, respectivamente, calculados com base nas condições de plantio e valor cultural, seguindo a recomendação da Germipasto (2010), a uma profundidade de 2 a 4 cm.

Antes da implantação do experimento, o solo foi coletado e amostrado próximo ao local, na profundidade de 0-20 cm e realizado análise química e física (Tabela 1).

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	M.O	
CaCl <sub>2</sub>	.....mg dm <sup>-3</sup> .....		.....cmolc dm <sup>3</sup> .....						g dm <sup>-3</sup>	
6,5	5,1	108,0	3,51	0,79	0,00	2,20	4,6	6,8	19,10	
V	m	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
.....%.....		.....mg dm <sup>-3</sup> .....						.....g kg <sup>-1</sup> .....		
67,6	0,0	14,36	0,34	0,88	129,49	39,49	1,60	225	50	725

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa, na qual foi previamente utilizado seco, homogêneo e peneirado, em seguida colocados em cada vaso, pesando-os com capacidade para 1300 g de solo.

O solo foi corrigido e adubado antes da semeadura, seguindo a análise de solo e a recomendação por Vilela et al. (1998), para o capim Marandu usou-se uma dose de 70 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e para o capim Humidicola uma dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e não foi necessária adubação potássica. Realizou-se uma adubação nitrogenada aos 40 dias após a implantação do experimento, por meio de fertirrigação, com uma dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando como fonte a ureia.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizado, com esquema fatorial 7 x 2, envolvendo sete níveis de condutividade elétrica (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>), o tratamento 0,0 mS cm<sup>-1</sup> corresponde a água sem a adição de sal, e duas espécies de capins (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola*), com quatro repetições e três vasos por tratamento, totalizando 168 vasos, perfazendo um total de 14 combinações, o croqui mostrando a disposição dos tratamentos deste estudo. As diferentes condutividades elétricas foram obtidas a partir da adição de cloreto de sódio (NaCl) a

água de irrigação, calculadas conforme a Equação 1, proposta por Richards (1954):

$$C = 640 \times CEa \quad \dots\dots\dots \text{(Equação 1)}$$

Em que:

C= Concentração de NaCl ( $\text{mg L}^{-1}$ );

CEa= Condutividade elétrica da solução ( $\text{mS cm}^{-1}$ );

640= Fator de ajustamento (Constante);

Para manter a salinidade em cada tratamento preparou-se as soluções salinas individualmente e estas eram renovadas semanalmente e armazenadas em local fresco e sombreado, a fim de evitar alterações do seu valor por possíveis evaporações e variações da temperatura. Para o controle eram feitas a drenagem dos vasos duas vezes por semana, a fim de verificar a condutividade elétrica do solo, em cada drenagem verificava a condutividade para definir qual irrigação a ser feita, irrigações com água sem adição de NaCl ou com solução salina para adequar o nível de condutividade à cada tratamento (Figura 4).

A condutividade elétrica foi medida utilizando um condutímetro portátil Akso, modelo Ak51, calibrado durante todo o experimento e as baterias foram trocadas para ter um perfeito funcionamento do equipamento.

As soluções salinas e a água sem adição de sal foram colocadas em cada vaso seguindo a irrigação de 200 ml a cada dois dias às 18:00 horas, de acordo com o tratamento, manualmente, garantindo ótimas condições de crescimento as plantas, cujo volume de água aplicado e o turno de rega foi estimado pelo método de pesagem. A partir da capacidade de campo, tomava-se cuidado em cada irrigação, para que não ocorresse a drenagem dos sais solúveis presentes no solo, para que assim fosse mantida a condutividade elétrica, de acordo com cada tratamento. A irrigação com solução salina iniciou-se após 90% das sementes estarem germinadas.

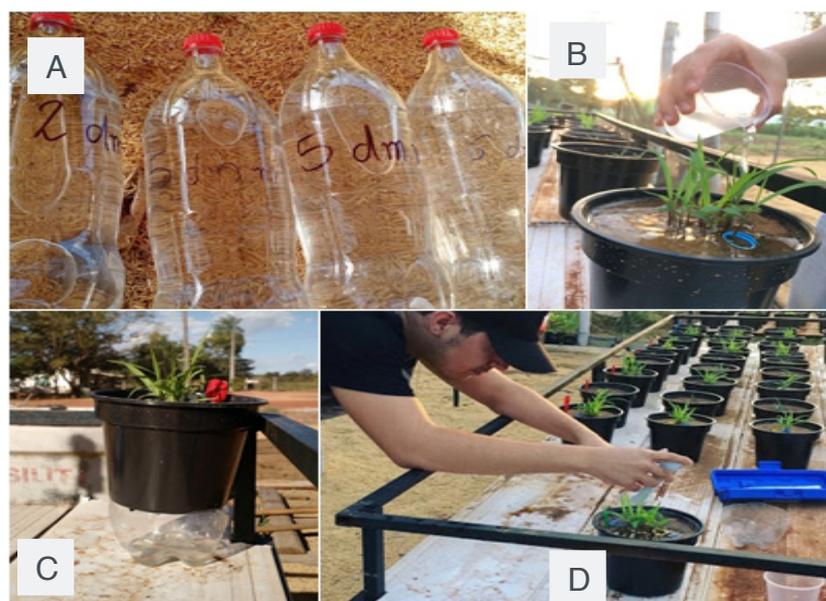


Figura 1. (A) Soluções salinas preparadas e armazenadas; (B) Irrigação manual utilizando um copo descartável de 200 ml; (C) Drenagem do vaso; (D) Verificação da condutividade elétrica da água drenada utilizando o condutímetro.

A colheita foi realizada ao longo do desenvolvimento dos capins em cada período considerando altura de corte de 20 cm, com o auxílio de uma tesoura, sendo a parte aérea acondicionada em sacos de papel, devidamente identificadas, e levadas para o laboratório de solos da UNEMAT, pesadas em balança de precisão de 0,01 gramas para determinar a massa fresca total (MFT). Em seguida feita a separação, manualmente, e o processamento das amostras, realizando a separação dos materiais folha verde (lamina foliar), colmo (colmo+bainha) e material morto. As folhas verdes foram escaneadas utilizando uma impressora e multifuncional HP Photosmart D110 series e posteriormente determinada área foliar (AF) utilizando o software ImageJ.

Todos os materiais folha verde (lamina foliar), colmo (colmo+bainha) e material morto, foram colocados em sacos de papel, separadamente de acordo com cada tratamento, e secos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, e em seguida pesados para determinar a massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC) e massa seca de material morto (MSMM). Somando-se as massas secas de folha, colmo e material morto obteve-se a massa seca total (MST). E com os dados de MSF e MSC foi determinada a relação folha:colmo (RFC). A densidade da forragem (DF) foi determinada dividindo o peso seco dos componentes estruturais ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) pela altura do corte do capim (20 cm), expressa em  $\text{g cm}^{-1} \text{ vaso}^{-1}$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos capins *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os diferentes níveis de sais da água de irrigação comparadas pelo Teste de Regressão. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os valores de quadrado médio de variância para os diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação apresentados na Tabela 2, verificou-se diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% probabilidade para as análises de produção apenas para massa seca de material morto (MSMM). Entre as espécies de capim Marandu e Humidícola avaliadas em diferentes níveis de salinidade, houve diferença significativa na produção pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade na massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca de material morto (MSMM), relação folha:colmo (RFC) e área foliar (AF), enquanto que para massa seca total (MST), massa fresca total (MFT) e densidade de forragem (DF) não houve diferença significativa. Na interação entre os fatores estudados, níveis de salinidade e espécies, não houve efeito significativo na produção das duas espécies de capim forrageiro, exceto para relação folha:colmo (RFC), que teve efeito a 1% de probabilidade.

Os valores de produção média do capim Marandu para as variáveis estudadas

MSF, MSC, MSMM, MST, MFT, RFC, AF e DF foram de 2,45; 0,88; 0,83; 4,16; 16,61 g vaso<sup>-1</sup>; 2,88; 505,96 cm<sup>2</sup> e 0,21 g cm<sup>-1</sup> vaso<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto que para o capim Humidícola apresentou produção de 1,65; 2,49; 0,56; 4,71; 17,78 g vaso<sup>-1</sup>; 0,75; 235,92 cm<sup>2</sup> e 0,24 g cm<sup>-1</sup> vaso<sup>-1</sup>, respectivamente, e comparando pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O capim Marandu demonstrou superioridade para as variáveis MSF, MSMM, RFC e AF, enquanto que para o capim Humidícola foi apenas a MSC, e não se diferiram entre si na produção de MST, MFT e DF (Tabela 2).

F.V.	G.L.	QM			
		MSF (g vaso <sup>-1</sup> )	MSC (g vaso <sup>-1</sup> )	MSMM (g vaso <sup>-1</sup> )	MST (g vaso <sup>-1</sup> )
Salinidade (S)	6	0,93	0,50	0,20*	2,44
Espécies (E)	1	8,78**	36,29**	1,03**	4,19
S*E	6	0,39	0,42	0,09	1,41
Bloco	3	1,29*	2,66	0,44*	11,05*
Resíduo	39	0,54	0,62	0,07	2,38
C.V. (%)		35,86	46,93	39,38	34,79
Médias					
Humidicola		1,65b	2,49a	0,56b	4,71a
Marandu		2,45a	0,88b	0,83a	4,16a

F.V.	G.L.	QM			
		MFT (g vaso <sup>-1</sup> )	RFC	AF (cm <sup>2</sup> )	DF (g cm <sup>-1</sup> vaso <sup>-1</sup> )
Salinidade (S)	6	42,80	0,09	133,37	0,006
Espécies (E)	1	18,93	63,35**	10209,32**	0,01
S*E	6	22,66	0,47**	124,46	0,004
Bloco	3	141,96**	0,69**	312,53	0,03*
Resíduo	39	31,75	0,08	158,83	0,006
C.V. (%)		32,76	15,81	33,98	35,03
Médias					
Humidicola		17,78a	0,75b	235,92b	0,24a
Marandu		16,61a	2,88a	505,96a	0,21a

Tabela 2. Valores de quadrado médio de variância e os valores médios de espécies de capim para os resultados finais, massa seca folhas (MSF), massa seca colmo (MSC), massa seca de material morto (MSMM), massa seca total (MST), massa fresca total (MFT), Relação folha:colmo (RFC), área foliar (AF) e densidade de forragem (DF), em função das diferentes condutividades elétricas da água de irrigação sob as espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola*.

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; \* - Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; <sup>NS</sup> - Não significativo. Letras minúsculas seguidas da mesma letra na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

De acordo com as equações de regressão para a massa fresca total (MFT) nas duas espécies estudadas (Figura 6), obteve-se uma resposta quadrática negativa e o máximo de rendimento foi obtido com uma condutividade elétrica de 3,19 mS cm<sup>-1</sup> e 2,94 mS cm<sup>-1</sup>, com produção de 19,75 g vaso<sup>-1</sup> e 18,08 g vaso<sup>-1</sup>, para o capim Humidícola e Marandu, respectivamente, no qual acima dessas condutividades, houve

comportamento decrescente da curva de regressão, em que conforme a condutividade aumenta, a massa fresca dos capins reduz. Não houve efeito significativo nos diferentes níveis de salinidade nos capins estudados sobre a sua massa fresca total (MFT).

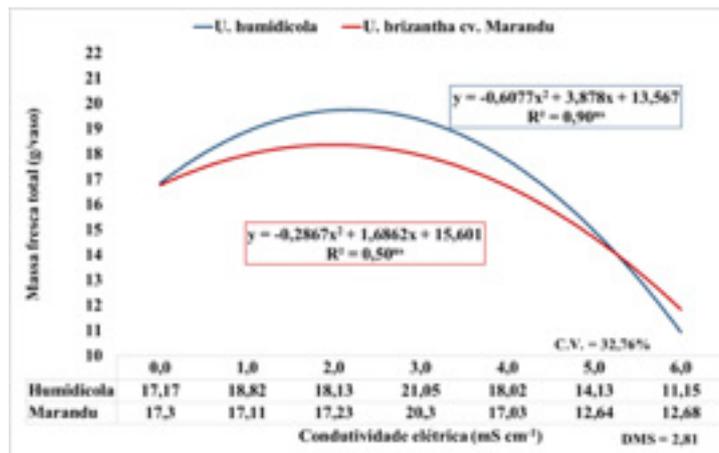


Figura 2. Massa fresca total ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) de espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6  $\text{mS cm}^{-1}$ .

Apesar dos resultados não serem significativos apresentou-se uma baixa redução da massa fresca total conforme o aumento da condutividade elétrica da irrigação. Ou seja, a massa fresca, de maneira geral, está relacionada no crescimento e desenvolvimento da planta, e a salinidade pode ser considerada fator limitante a esses fatores, pelo fato dela afetar vários processos fisiológicos do capim, dentre as quais podemos citar a fotossíntese, reduzindo assim a produção e alocação de fotoassimilados (SHANNON et al., 1994). Segundo Munns (2002), isto ocorre devido ao estresse salino associado ao acúmulo de NaCl nos tecidos, promovendo redução nos processos de síntese de ATP ligado à fotossíntese, além de promover alterações no processo respiratório, assimilação de nitrogênio e metabolismo de proteínas.

A não significância das espécies estudadas acerca da salinidade, pode ser explicada devido a algumas plantas serem caracterizadas halófitas e possuem capacidade de absorver íons da solução do solo em taxas elevadas e acumular nos vacúolos das células das folhas, com intuito de estabelecer um equilíbrio osmótico, tendo a capacidade de sobreviver em solos salinos (SANTOS et al., 2013).

Os resultados encontrados para massa fresca total não diferem dos autores Santos et al. (2013), que avaliaram a tolerância do capim Marandu à salinidade, e observaram que os diferentes níveis de salinidade não influenciaram nos teores de massa fresca do capim Marandu. O aumento das concentrações de sais (condutividade elétrica), diminuem o potencial osmótico na solução do solo, reduzindo a disponibilidade de água para as plantas, e resultando no decréscimo da produção da mesma (MAAS; HOFFMANN, 1997).

O acréscimo da salinidade da água na irrigação provocou uma redução na massa seca de folhas (MSF), tanto no capim Marandu como no Humidícola, e os capins irrigados sem a solução salina (0,0 mS cm<sup>-1</sup>) obtiveram maior massa seca de folhas, com produção de 3,16 g vaso<sup>-1</sup> para o capim Marandu e 2,39 g vaso<sup>-1</sup> para o capim Humidícola, logo, com o aumento do nível de salinidade da água de irrigação, a massa seca de folha diminuiu, de acordo com o modelo linear decrescente da Figura 7. Houve efeito dos diferentes níveis de salinidade sobre a produção de MSF apenas para a espécie U. brizantha cv. Marandu a um nível de 5% de probabilidade (Figura 7).

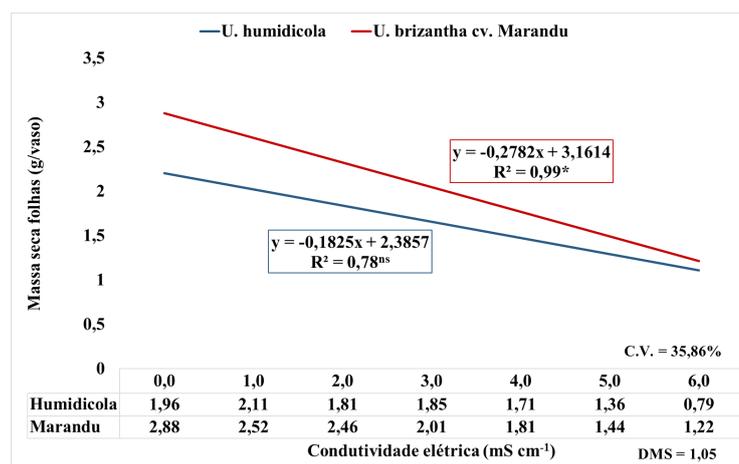


Figura 3. Massa seca de folhas (g vaso<sup>-1</sup>) de espécies de capim Urochloa brizantha cv. Marandu e U. humidicola em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim Urochloa brizantha cv. Marandu e U. humidicola seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>.

Segundo Gomes et al. (2011), o decréscimo da massa seca de folhas pode estar relacionado a redução do crescimento e número de folhas, sendo um mecanismo de defesa em que a planta adere sob condições de estresse hídrico e salino, reduzindo as perdas de água por transpiração como alternativa para manter a baixa absorção de água salina. Resultados similares foram encontrados por Oliveira et al. (2009), em que observaram a redução no número de folhas com o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação de culturas do milho pipoca.

O capim Marandu teve efeito significativo à salinidade podendo ser explicado, à incapacidade de a planta produzir novas folhas e, ou perfilhos, mais rápido que a senescência, além da morte das folhas mais velhas por necrose de seus tecidos (MUSCOLO et al., 2003). O efeito decrescente das massas secas de folhas em consequência do aumento da salinidade, pode ser devido a diminuição da disponibilidade hídrica no solo, ocasionando queda no potencial da água da folha, levando a perda da turgescência e ao fechamento dos estômatos, acarretando seguidamente na produção de biomassa na folha (MUNNS; TESTER, 2008).

Verificando a Figura 4, o gráfico exibe equações de regressão da massa seca do colmo (MSC) para as duas espécies estudadas em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, observando que o capim Humidícola teve resposta quadrática negativa na produção de MSC, no qual o máximo de produção é expressado a um nível de salinidade de 3,94 mS cm<sup>-1</sup>, com produção de 2,87 g vaso<sup>-1</sup>, a partir dessa condutividade o teor de MSC reduz à proporção que o nível de salinidade aumenta. E para o capim Marandu, houve resposta linear decrescente, e que foi observado maior produção à uma condutividade elétrica de 0,0 mS cm<sup>-1</sup>, sem adição de NaCl, com produção de 1,24 g vaso<sup>-1</sup>. Os diferentes níveis de salinidade não tiveram efeito significativo para as duas espécies do gênero *Urochloa* estudadas.

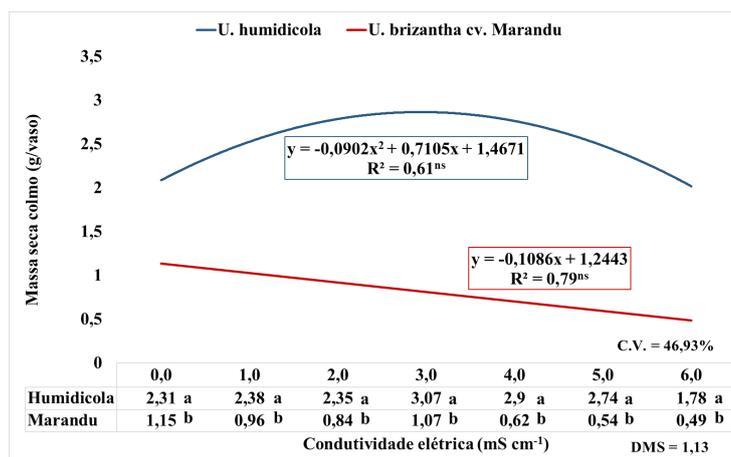


Figura 4. Massa seca de colmo (g vaso<sup>-1</sup>) de espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>.

Morais Neto (2009), obteve resultados semelhantes avaliando os componentes de biomassa em capim Canarana, nos níveis de salinidade da água iguais a 0,75; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 mS cm<sup>-1</sup>, e verificou que houve redução da massa seca de colmo, em uma proporção de 0,216 gramas para cada unidade de incremento na salinidade da água na irrigação. Em um outro estudo realizado por Oliveira et al. (2009) com milho pipoca, avaliando a produção de colmo, obteve resultados semelhantes ao capim Humidícola, em que observou resposta quadrática com o incremento da salinidade, no qual a produção de colmo do milho pipoca foi beneficiada até 2,13 mS cm<sup>-1</sup>, quando a partir desta sua produção foi reduzida, assim como no capim Humidícola, cujo a redução na produção deu início a uma condutividade de 3,94 mS cm<sup>-1</sup>.

A redução da massa seca de colmo foi provocada, possivelmente, pelo efeito tóxico dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente Na e Cl nas células, acarretando na redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina (MARÇAL, 2011).

De acordo com a comparação de média de produção de massa seca de colmo, o capim Humidícola demonstrou estatisticamente maior podendo ser devido a sua forma de crescimento, apresentando hábito de crescimento estolonífero, isto é, ela possui crescimento rasteiro e se multiplica por estolões, onde os ramos vão avançando horizontalmente e superficialmente, e dessa forma, ocorrendo o alongamento do colmo e produção do mesmo. Já o capim Marandu apresenta crescimento cespitoso, que cresce verticalmente formando touceiras costumando deixar o solo a mostra, posto que ela é uma cultivar que geralmente apresenta alta relação folha:colmo, apresentando menor fração colmo e maior alongamento das folhas (CARVALHO, 2011).

Para a massa seca de material morto (MSMM) foi observada resposta significativa dos diferentes níveis da salinidade da água de irrigação aplicados em um solo do cerrado ( $p < 0,05$ ), verificando que a MSMM para as duas espécies estudadas, aumentou linearmente em função do acréscimo da condutividade elétrica, a condutividade elétrica  $6,0 \text{ mS cm}^{-1}$  apresentou o máximo de rendimento para ambas as espécies, com produção de  $1,39 \text{ g vaso}^{-1}$  para o capim Marandu e  $0,91 \text{ g vaso}^{-1}$  para o capim Humidícola, enquanto que para condutividade elétrica  $0,0 \text{ mS cm}^{-1}$ , sem adição de NaCl, apresentou menor MSMM, com produção de  $0,29$  e  $0,21 \text{ g vaso}^{-1}$  para o capim Marandu e Humidícola, respectivamente (Figura 5).

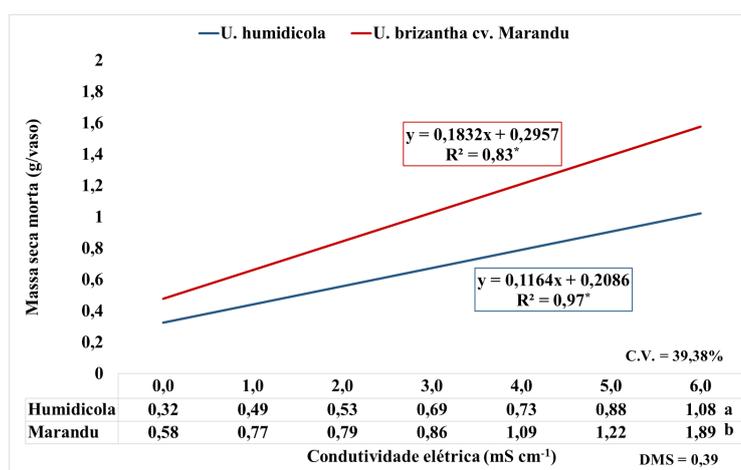


Figura 5. Massa seca de material morto ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) de espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6  $\text{mS cm}^{-1}$ .

Diferente dos resultados encontrados por Morais Neto (2009), trabalhando com capim Canarana em função da salinidade da água na irrigação, cujos diferentes níveis de salinidade não influenciaram significativamente na variável massa seca de forragem morta (MSFM). A quantidade de material morto pode estar associada com a toxidez iônica, ocorrendo a senescência e a morte celular, ambas induzidas por salinidade. Esses dois processos são responsáveis pela sintomatologia visual da toxicidade, como clorose foliar (degradação de clorofila) e surgimento de pontos necróticos no

limbo foliar (morte celular) (SILVEIRA et al., 2010).

De acordo com Bezerra Neto e Nogueira (1999), uma das principais injúrias provocadas pela salinidade no metabolismo das plantas é sobre os fitohormônios e a fotossíntese, onde plantas cultivadas em ambientes com condições de salinidade sofrem redução na produção do fitohormônio citocinina, atuante no retardamento da senescência foliar, cujo na ausência dele, pode causar o envelhecimento prematuro das folhas, e assim ocorrendo sua morte.

Na condutividade  $0,0 \text{ mS cm}^{-1}$ , sem adição de NaCl, apresentou menores índices de MSMM podendo ser pelo fato de apresentar pequenos níveis de íons tóxicos como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  presentes no solo, pois em grandes quantidades, pode haver o acúmulo desses íons nas folhas da planta, causando necrose, e resultando na morte foliar. O cloreto em altas concentrações pode reduzir a capacidade fotossintética e o rendimento quântico devido à degradação da clorofila (TAVAKKOLI et al., 2010)

A massa seca total (MST) das espécies de *U. humidicola* e *U. brizantha* cv. Marandu não foi significativa pelas diferentes condutividades elétricas. Os valores encontrados para o capim Humidícola apresentaram resposta quadrática negativa, possuindo o máximo de produção à um nível de salinidade de  $3,71 \text{ mS cm}^{-1}$ , com produção de  $5,38 \text{ g vaso}^{-1}$ , enquanto para o capim Marandu, houve resposta quadrática positiva, em que o nível de salinidade de  $0,0 \text{ mS cm}^{-1}$  obteve o máximo de produção de MST de  $5,05 \text{ g vaso}^{-1}$  (Figura 10).

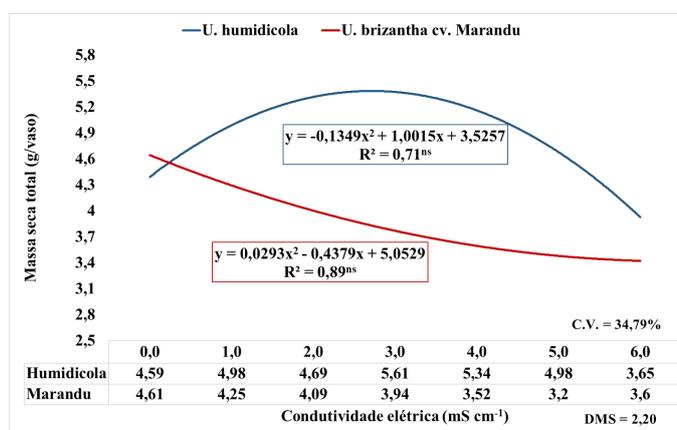


Figura 6. Massa seca total ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) de espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6  $\text{mS cm}^{-1}$ .

O decréscimo da massa seca total do capim Marandu pode estar relacionada à redução da capacidade fotossintética das plantas, por meio de interações iônicas promovidas pelo excesso de sais de sódio, com isso, ocorre a redução no acúmulo de fotoassimilados pela menor produção do mesmo, e além de que há um aumento do gasto de energia na planta devido a redução do potencial osmótico, resultando na

redução da disponibilidade de água para o crescimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013). Vários autores também verificaram redução na massa seca de diferentes culturas em virtude da salinidade do meio, como trabalhos desenvolvidos com milho pipoca (OLIVEIRA et al., 2009) e mamona (OLIVEIRA et al., 2006), entre outras culturas de interesse agrônômico.

O crescimento da MST do capim Humidicola até atingir a uma condutividade elétrica de 3,71 mS cm<sup>-1</sup> pode estar relacionada ao reflexo de custo metabólico de energia associada a uma tentativa de adaptação do capim à salinidade (MUNSS, 2002). Contudo, depois de tal condutividade, a planta pode ter sofrido um severo desbalanço nutricional e decréscimo na atividade fotossintética decorrente ao aumento da salinidade do solo (SOUZA; ALCÂNTARA JUNIOR, 2007).

Para a relação folha:colmo (RFC) pode observar que houve efeito significativo dos diferentes níveis de salinidade nos dois capins estudados, U. humidicola e U. brizantha cv. Marandu, a um nível de significância de 1% e 5%, respectivamente. Nota-se que o capim Humidicola reduziu, conforme a equação quadrática positiva, no qual obteve o máximo de RFC no tratamento sem a adição de NaCl, com um valor de 1,51. E para o capim Marandu, a RFC aumentou conforme a equação quadrática positiva, onde ao contrário do Humidicola, obteve o máximo de produção na máxima condutividade elétrica avaliada, com valor de 3,05 de RFC (Figura 7).

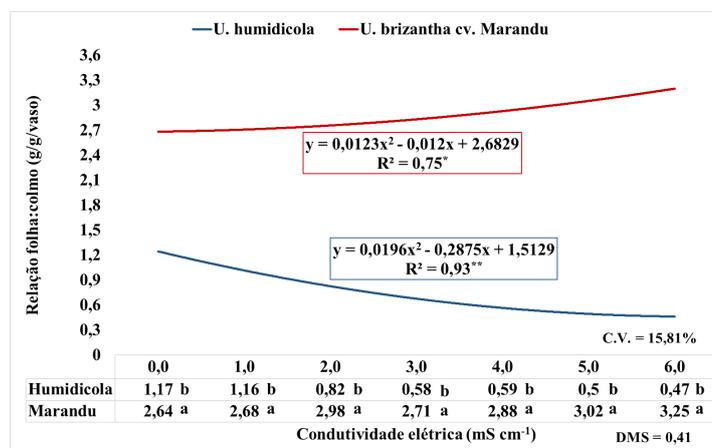


Figura 7. Relação folha:colmo de espécies de capim Urochloa brizantha cv. Marandu e U. humidicola em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim Urochloa brizantha cv. Marandu e U. humidicola seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>.

A relação folha:colmo tem grande importância para nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras, uma vez que a maior participação de folhas ou colmo na composição da matéria seca altera o valor nutritivo da forragem consumida, em que a alta relação folha:colmo representa forragem de elevado teor de proteína, digestibilidade e consumo (WILSON, 1982).

O aumento da relação folha:colmo da U. brizantha cv. Marandu conforme o

incremento da salinidade, pode ser explicado pelo fato das espécies ter boa resposta a adubação, segundo Salisbury e Ross (1969), o nitrogênio é um dos nutrientes minerais mais importantes no estabelecimento da população de perfilhos e formação de folhas, podendo assim, proporcionar uma alta relação folha:colmo. No caso da U. humidicola o decréscimo da relação folha:colmo pode estar relacionado à um maior incremento de massa seca de colmo, podendo ser observado na Figura 8, justificado pelo fato de sua forma de crescimento e menor massa seca de folhas, verificado na Figura 7. De acordo com Gomes et al. (2011), isso ocorre devido um mecanismo em que a planta adere para sobreviver em ambientes salinos.

A área foliar (AF) dos capins Marandu e Humidícola foram afetadas negativamente pelo aumento da salinidade, sendo reduzida linearmente em resposta aos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, com máximo de tamanho observado na condutividade elétrica em que não houve adição de NaCl na água de irrigação, com produção de 600,67 e 308,77 cm<sup>2</sup> para o capim Marandu e Humidícola, respectivamente (Figura 8).

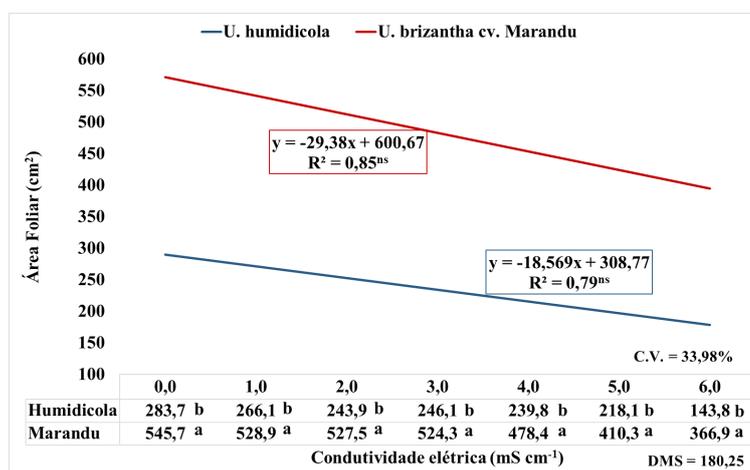


Figura 8. Área foliar (cm<sup>2</sup>) de espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>.

A área foliar é importante por ser uma variável de crescimento indicativa na produção, uma vez que o processo de fotossíntese depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este o processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ; ZEIGER, 2004). Willadino et al. (1999), trabalhando com milho em condições hidropônicas com diferentes níveis de salinidade, verificaram que o aumento do nível de sal na solução resultou numa redução do crescimento dos quatro genótipos estudados, onde as plantas submetidas ao maior nível salino apresentaram um decréscimo na área foliar superior a 50%, quando comparadas a testemunha. Este decréscimo da área foliar está relacionado a um dos mecanismos de

adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante (TESTER; DAVENPORT, 2003).

Outros pesquisadores também relataram efeito negativo da salinidade sobre o desenvolvimento foliar das culturas do milho (SOUSA et al., 2012) e do sorgo (FEIJÃO et al., 2011)

O aumento da salinidade da água na irrigação provocou redução linear e quadrática negativa na densidade de forragem (DF) no capim Humidícola e Marandu, respectivamente (Figura 13), ambas apresentaram o máximo de densidade à uma condutividade de 0,0 mS cm<sup>-1</sup>, sem a adição de NaCl, com valor de DF de 0,27 g vaso<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> para o capim Humidícola e 0,23 g vaso<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> para o capim Marandu. Podendo observar que as diferentes condutividades elétricas tiveram efeito significativo a um nível de 5% de probabilidade na produção para ambas as espécies.

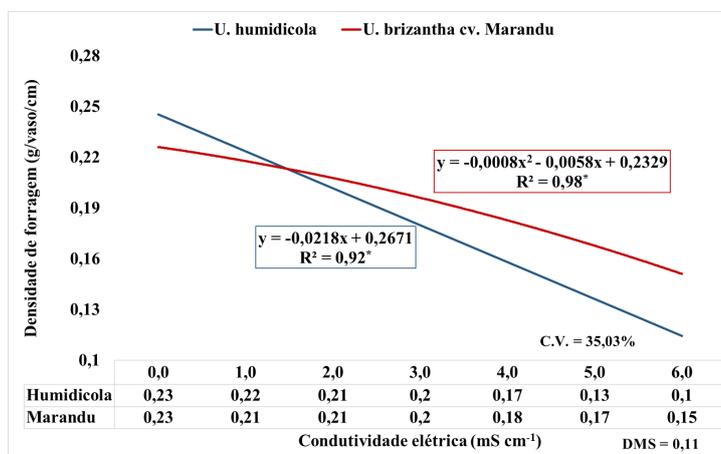


Figura 9. Densidade de forragem (g vaso<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>) de espécies de capim Urochloa brizantha cv. Marandu e U. humidicola em função de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

Valores de produção para espécies de capim Urochloa brizantha cv. Marandu e U. humidicola seguidas de letras se diferiram estatisticamente e quando não apresentam letras não se diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo de Teste de Regressão para as diferentes condutividades elétrica 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 mS cm<sup>-1</sup>.

Segundo Chacon e Stobbs (1976) apud Rêgo et al. (2001), um dos principais fatores que afeta o consumo dos animais em pastejo é o tamanho do bocado, no qual é resultante do seu volume e da densidade da forragem que está ocupando, onde pastagem com menor densidade afeta negativamente a taxa de ingestão do animal através do comprometimento no tamanho do bocado, acarretando a redução do consumo.

A diminuição da densidade dos capins Marandu e Humidícola, pode ser explicado pelo fato do aumento da massa de material morto (Figura 5), onde a maior presença de material morto também indica menor quantidade de conteúdo celular naquela porção, diminuindo o seu peso, e o decréscimo da massa seca de folhas (Figura 3) e colmo (Figura 4), devido ao aumento da salinidade do solo.

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que ambos os capins, Marandu e Humidícola, de modo geral, teve melhor desempenho na irrigação com água sem adição de NaCl, com condutividade elétrica de 0,0 mS cm<sup>-1</sup>, em que conforme aumenta a condutividade elétrica da água de irrigação, ocorre redução acentuada na produção dos capins estudados.

Comparando a produção das espécies de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. humidicola* em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, a que se mostrou estatisticamente superior na região de Nova Xavantina-MT foi a Marandu.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 238p.

ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 100-106, 2010.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p.

BALSALOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M.; MAYA, F.L.A.; PENATI, M.A.; CORSI, M. Pastagens Irrigadas. In: Peixoto, A.M.; de Moura, J.C.; Pedreira, C.G.S.; de Faria, V.P. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 20. **Anais**. Piracicaba, 2003.

BARCELLOS, A. DE O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento, p.51-67, 2008.

BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. **Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos**. Brasília: CODEVASF. 2. ed. 216 p. 2002.

BEZERRA NETO, E.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Estudo comparativo do crescimento de plantas de tomate e milho sob condições de salinidade. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v. 42, n. 4, p. 471-475, 1999.

BIUDES, M. S.; JÚNIOR-CAMPELO, J. H.; LOBO, F. A.; NOGUEIRA, J. S.; DALMAGRO, H. J. Densidade de fluxo de seiva em mangabeiras cultivadas em diferentes regimes hídricos no cerrado. **Revista de ciência Agro-ambientais**, v. 9, n. 1, p. 71-82, 2011.

CHACON, E.; STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. **Australian Journal Agricultural Research**, v.27, n.5, p.709-727, 1976.

COAN, R. M. Avaliação da polpa cítrica paletizada como aditivo no processo de ensilagem dos capins tanzânia e marandu. 2005. 220 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2005.

DIAS-FILHO, M. B. **Uso de pastagens para a produção de bovinos de corte no Brasil: passado, presente e futuro**. Belém: Embrapa amazônia oriental, 2016. 42 p.

FEIJÃO, A. R.; SILVA, J. C. B.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.675-683, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042. 2011.

GERMIPASTO. **Boas práticas na reforma de pastagens**. Informativo Germipasto: Campo Grande. 3 p. 2010.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.365-370, 2011.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa** (BDMEP). 2017.

LIMA, V. L. A. Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem. 1998. 87 f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**. p.115-134. 1997.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução normativa nº 30, de 21 de maio de 2008. Anexo III – Padrões para comercialização de sementes de espécies de gramíneas forrageiras. p. 6. 2008.

MARÇAL, J.A Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) sob irrigação com águas salinas em solo com matéria orgânica. 2011, 80 f. **Dissertação**. (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

MORAIS NETO, L. B. Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação. 2009. 58 f. **Dissertação**. (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009.

MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVA, L. M. M.; LIMA JÚNIOR, A. R.; COSTA, R. C. L.; ROCHA, I. M. A.; SILVEIRA, J. A. G. Acumulação de íons e metabolismo de N em cajueiro anão em meio salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.12, p.125-133, 2007.

MUNNS, R. **Comparative physiology of salt and water stress**. Plant Cell Environ, Logan, v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**. v. 59, p. 651–681, 2008.

MUSCOLO, A.; PANUCCIO, M. R.; SIDARI, M. Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hoscht). **Plant Science**, v.164, n.6, p.1103-1110, 2003.

NIMER, E. **Climatologia do brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422 p.

NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. I. O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande: EMBRAPA / CNPGC, 1985. 31 p.

OLIVEIRA, F. DE A.; MEDEIROS, J. F. DE; OLIVEIRA, M. K. T. DE; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO, D. C. Desenvolvimento inicial do milho pipoca 'Jade' irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, p.45-52, 2007.

OLIVEIRA, M. K. T. DE; OLIVEIRA, F. DE A. DE; MEDEIROS, J. F. DE; LIMA, C. J. G. S.; GUIMARÃES, I. P. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.1. p.68-74, 2006.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; DA ROCHA, R. P. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terra e Didática**, v.8, p. 34-50, 2012.

RÊGO, F. C. A.; CECATO, U.; CANTO, M. W.; SANTOS, G. T.; GALBEIRO, S.; ALMEIDA JUNIOR, J. Densidade e qualidade dos estratos de forragem do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**. v. 23, n. 4. p. 801-807. 2001.

RICHARDS, L.A. **Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos**. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Cidade do México, México. 172 p. 1954.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. Photosynthesis. In: SALISBURY, F. B.; ROSS, C. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publishing. p. 259-276. 1969.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G.; SANCHES, L. Uso de sistema de informação geográfica para comparar a classificação climática de Köppen Geiger e de Thornthwaite. In: **Anuais simpósios brasileiros de sensoriamento remoto**, n. XV, Curitiba, 2011.

SANTANA, M. J. DE; CARVALHO, J. DE A.; SOUZA, K. J. DE; SOUSA, A. M. G. DE; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. DE B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**. v.31, p.1470-1476, 2007.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SILVA, E. L.; MIGUEL, D. S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v. 27, n. 2, p.443-450, mar. 2003.

SANTOS, D. B.; VOLTOLINI, T. V.; AZEVEDO, C. A. V.; NOGUEIRA, D. M.; SILVA, A. S.; MEDEIROS, S. S. **Tolerância do capim marandu a salinidade**. Revista Educação Agrícola Superior, v.28, p.63-66, 2013.

SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. Whole plant response to salinity. In: WILKINSON, R. E. Ed. **Plant-environment interactions**. Marcel Dekker: New York. p. 199-244. 1994.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. Fortaleza: **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade**. p. 161-179. 2010.

SOUZA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 237-245, 2012.

SOUZA, N. K. R.; ALCÂNTARA JUNIOR, J. P. Efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata* L. (*Solanaceae*). Rev. Cood: Curitiba, v. 5, n. 4, p. 379-384, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5. ed. 2013. 918 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução: Eliane Romanato Santarém et al. Porto Alegre:

Artmed, 3. ed. 2004. 719p.

TAVAKKOLI, E.; RENGASAMY, P.; MCDONALD, G. K. High concentrations of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, p. 4449-4459, 2010.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

VALE, L. S.; MIRANDA, M. F. A.; VERAS, T. B.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; SILVA, M. I. L.; ANUNCIÇÃO-FILHO, C. J. Uso de águas salinas de irrigação e seu efeito no crescimento inicial do algodoeiro. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODISEL, 2., 2005, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, 2005, p. 366-369.

VILELA S. W. V.; SOUSA D. M. G.; MACEDO M. C. M. **Calagem e adubação de pastagens na região do cerrado**. Planaltina: Embrapa, 1998.

WILLADINO, L.; MARTINS, M. H. B.; CÂMARA, T. R.; ANDRADE, A. G.; ALVES, G. D. Resposta de genótipos de milho ao estresse salino em condições hidropônicas. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1209-1213, 1999.

WILSON, J. R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: HACKER, J.B. **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: CAB. p.111-131. 1982.

## INFLUÊNCIA DO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA NA NODULAÇÃO DA CULTURA DA SOJA

### **Isabela Carolina Silva**

Universidade Estadual de Goiás-Câmpus  
Ipameri- Goiás  
Ipameri/Goiás

### **Anderson Gaias do Nascimento**

Universidade Estadual de Goiás-Câmpus  
Ipameri- Goiás  
Ipameri/Goiás

### **Marcela Amaral de Melo**

Instituto Federal Goiano- Câmpus Urutaí- Goiás  
Urutaí/ Goiás

### **Anne da Silva Martins**

Universidade Estadual de Goiás-Câmpus  
Ipameri- Goiás  
Ipameri/Goiás

### **João Paulo Costa**

Universidade Estadual de Goiás-Câmpus  
Ipameri- Goiás  
Ipameri/Goiás

### **Tatiana Vieira Ramos**

Universidade Estadual de Goiás-Câmpus  
Ipameri- Goiás  
Ipameri/Goiás

e a produtividade da cultura da soja. As avaliações foram realizadas nos estágios de desenvolvimento 15 dias após emergência, pré-florescimento e R8, e as amostragens foram realizadas em área de cultivo solteiro considerando a área útil da parcela e no sistema ILPF as amostras foram retiradas em três gradientes, nas linhas que estão distantes a 1, 3 e 6 metros do eucalipto. O cultivo solteiro apresentou valores maiores em relação ao incremento de matéria fresca e seca dos nódulos no estágio R8. No sistema ILPF na distância de três metros se destacou das demais devido uma maior nodulação nos estágios de desenvolvimento de 15 dias após a emergência e R8. Os maiores teores de nitrogênio encontrados nas plantas da soja foram nas vagens e nos grãos, no ILPF as distâncias com os maiores valores foram a 1 e 6 metros da linha do eucalipto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fronteiras agrícolas. FBN. Sistemas integrados. Atividade biológica. Palhada Graníferas.

**RESUMO:** O aumento das fronteiras agrícolas nacionais tem feito com que se busquem novas formas de produção visando à preservação do meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do sistema de integração Lavoura Pecuária e Floresta na nodulação e fixação biológica de nitrogênio

**ABSTRACT:** The increase of national agricultural frontiers has led to the search for new forms of production aimed at preserving the environment. The present work had the objective of evaluating the influence of the Livestock and Forest integration system in the nodulation and fixation of nitrogen biology and the productivity

of the soybean crop. The evaluations were carried out at the development stage 15 days after emergence, pre-flowering and R8, and the samplings were carried out in single crop area considering the plot area and in the iLPF system the samples were taken in three gradients, in the lines that are 1, 3 and 6 meters away from the eucalyptus. The single culture had higher values in relation to the increase of fresh and dry matter of the nodules in stage R8. In the Ilpf system in the distance of three meters stood out from the others due to a higher nodulation in the development stages of 15 days after emergence and R8. The highest levels of nitrogen found in soybean plants were in the pods and grains, in the ilpf the distances with the highest values were 1 and 6 meters from the eucalyptus line.

**KEYWORDS:** Agricultural frontiers. FBN. Integrated systems. Biological activity. .  
Palhada Graníferas

## 1 | INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma das mais cultivadas no mundo atualmente, sendo o Brasil um dos maiores produtores, com cerca de 96,2 milhões de toneladas produzidas em 2014/15 (CONAB, 2015; FERREIRA et al. 2015).

O avanço das fronteiras agrícolas se caracteriza por apresentar extensas áreas, alto nível tecnológico e clima tropical além de contar com sistemas de produção que vem sendo pesquisados e difundidos para viabilizar o cultivo dessa cultura em diversas regiões, e um dos vários sistemas de produção é a integração lavoura- pecuária-floresta (ILPF) (VILELA et al., 2011; SALTON et al., 2014; BALBINOT JUNIOR et al. 2016)

A ILPF sob sistema de plantio direto (SPD) tem viabilizado a recuperação de áreas degradadas com o cultivo de espécies forrageiras, produção de animais e culturas graníferas, realizadas na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado, visando maior eficiência na utilização da área agrícola, gerando assim, resultados socioeconômicos e ambientais positivos (TRACY; ZHANG, 2008; MACEDO, 2009; PARIZ et al., 2009; RUFINO et al., 2009; CRUSCIOL et al., 2012; TANAKA, 2015).

Segundo FERREIRA et al., (2015) e BALBINOT JUNIOR et al., (2016) o ILPF juntamente com o plantio direto (PD) é relevante para viabilizar o cultivo de espécies anuais, devido principalmente pela palhada fornecida pela pastagem e pelo efeito benéfico desta sobre a qualidade do solo, sobretudo nos atributos físicos, químicos e biológicos.

A aliança entre o ILPF, PD e fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem proporcionado ao produtor rural maior otimização da área agrícola, constante uso da terra e produção de alimento, redução de custos na produção agrícola devido a redução do uso de adubos nitrogenados e conseqüentemente maior renda. O emprego dessas tecnologias acarreta em benefícios não apenas ao produtor mais também a

todo sistema de produção, principalmente ao solo e recursos hídricos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do sistema de integração Lavoura Pecuária e Floresta na nodulação e fixação biológica de nitrogênio e a produtividade da cultura da soja.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na propriedade da Universidade Estadual de Goiás, no município de Ipameri - Sudeste de Goiás, localizado a 17°43' de latitude sul e longitude oeste de 48°08' com altitude média de 781 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo AW e a temperatura média de 21,9° C com umidade relativa do ar variando entre 58% a 81%, a precipitação pluviométrica anual é de aproximadamente 1447 mm concentrados entre os meses de outubro a março, o solo da área a ser utilizada é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo e está inserida dentro do bioma Cerrado.

A área do experimento contava com sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, com componente arbóreo *Eucalyptus sp* em pleno desenvolvimento. O componente agrícola utilizado na safra 2015/2016 foi a soja (*Glycine max* (L.) Merr.) semeada em cultivo solteiro e entre os renques do eucalipto, respeitando-se um metro de cada lado.

Antes da semeadura as sementes foram tratadas com fungicida, inseticida e inoculante. No plantio realizou-se adubação na base de 300 kg/ha do formulado 02-28-18.

As avaliações ocorreram em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, sendo com 15 dias após emergência, pré-florescimento e R8. A amostragem ocorreu sistematicamente com a retirada uma planta a cada quatro metros. Para as plantas em cultivo solteiro a coleta foi realizada na área útil da parcela e no sistema ILPF as amostras foram retiradas em três gradientes, nas linhas que estão distantes a 1, 3 e 6 metros do eucalipto. Foram coletadas 25 plantas nas diferentes distancias aleatoriamente.

Avaliou-se o número de nódulos por plantas, massa fresca e seca de nódulos, matéria fresca e seca da planta 15 dias após emergência e pré-florescimento e também foram avaliados número de vagens e galhos, altura das plantas, massa fresca e seca e teor de nitrogênio em folhas, galhos, raízes, vagens, e produtividade.

A determinação de massa fresca e seca foi realizada com a pesagem do material em balança (quilogramas) (g), a deposição dos materiais em estufa de circulação a 70°C em período de 72h. A contagem do número de nódulos ocorreu somente dos nódulos viáveis. Os materiais após o período da estufa foram triturados para a extração de nitrogênio pelo método Kjeldahl.

Os dados levantados foram submetidos à análise de variância, correlação e

a testes de comparação de médias adequados as características de cada variável analisada ( $p < 0,05$ ) (Banzato e Konkra, 1998).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias obtidas nos diferentes sistemas de produção avaliados. O cultivo solteiro apresentou valores maiores em relação ao incremento de matéria fresca e seca dos nódulos no estágio R8, bem como uma produção intermediária de nódulos, sendo esta menor que os obtidos com 15 dias após emergência e maiores que no pré-florescimento.

Ao contrário das plantas de cultivo solteiro no sistema de ILPF ocorreu maior número de nódulos no pré-florescimento, contudo o incremento de matéria fresca e seca dos nódulos foi crescente durante os diferentes estágios avaliados.

Estágios de desenvolvimento	de ILPF			Cultivo Solteiro		
	NN	MFN	MSN	NN	MFN	MSN
15 dias pós emergência	12,32	0,25	0,01	19,20	0,35	0,01
Pré-florescimento	15,95	0,36	0,08	9,6	0,22	0,05
R8	11,87	0,94	0,78	14,68	1,04	0,86
Total	40,14	1,55	0,87	43,48	1,61	0,92

Tabela 1. Média de número de nódulos (NN), incremento de matéria fresca de nódulos (MFN) (g) e matéria seca de nódulos (MSN) (g) em soja cultivada em sistema ILPF e cultivo solteiro na cidade de Ipameri-GO.

Quanto a formação de nódulos da cultura no sistema ILPF no estágio de desenvolvimento de pré-florescimento apresentou maior formação de nódulos que no mesmo estágio no cultivo solteiro possibilitando uma maior fixação biológica de nitrogênio (FBN) e posteriormente maior extração do nutriente para a formação de grãos.

Em relação aos diferentes gradientes avaliados no sistema ILPF, a distância de três metros se destacou em relação às demais verificando uma maior nodulação nos estágios de desenvolvimento de 15 dias após a emergência e R8. Para um metro de distância do renque de eucalipto a maior nodulação ocorreu no estágio de floração da cultura (Tabela 2).

Quanto ao incremento de matéria fresca e seca de nódulos, o gradiente de seis metros, apresentou 1,65 e 1,21 mg respectivamente de MFN e MSN, no estágio em R8. O estágio R8 apresentou maior incremento de matéria seca de nódulos nos diferentes gradientes (Tabela 2).

Segundo CÂMARA (2000), soja com 0,10 a 0,20 g de massa de nódulos no florescimento apresenta condições suficientes para a obtenção de altos teores de nitrogênio fixado e, conseqüentemente, alto rendimento de grãos. Esses valores são

semelhantes aos verificados neste trabalho tanto no sistema de ILPF quanto em cultivo solteiro.

A formação de nódulos de na fase de pré-florescimento no sistema ILPF foi 39,81% maior que no sistema de cultivo solteiro, destacando-se os gradientes de um e seis metros de distância do eucalipto. Esses resultados corroboram com LIBÓRIO et al. (2015) que verificaram para cultivo de diferentes cultivares de soja médias de número de nódulos de 12,16 e 10,15, para sementes com e sem inoculante respectivamente, no estágio V6.

Estágios de desenvolvimento	1 METRO			3 METROS			6 METROS		
	NN	MFN	MSN	NN	MFN	MSN	NN	MFN	MSN
15 dias pós-emergência	10,68	0,35	0,01	13,6	0,33	0,01	12,68	0,04	0,01
Pré-florescimento	17,28	0,28	0,06	13,64	0,43	0,09	16,92	0,36	0,09
R8	11,92	0,84	0,57	12,44	0,74	0,67	11,24	1,25	1,11
Total	39,88	1,47	0,64	39,68	1,50	0,86	40,84	1,65	1,21

Tabela 2. Média de número de nódulos (NN), matéria fresca de nódulos (MFN) (g) e matéria seca de nódulos (MSN) (g) em soja cultivada em sistema ILPF em diferentes gradientes de distância do renque de eucalipto.

Na tabela 3 para NN essas médias coincidem com os relatos de VARGAS e HUNGRIA (1997), que na avaliação inicial da nodulação verificaram que de 4 a 8 nódulos por planta de soja é indicativo da eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Já, em R1 e R2, plantas bem noduladas devem apresentar de 15 a 30 nódulos, conforme o verificado na fase de pré-florescimento das plantas sob o sistema ILPF no presente trabalho.

Estágios de desenvolvimento da soja	ILPF			Cultivo solteiro
	1 m	3 m	6 m	
15 dias pós-emergência	10,68aA	13,6aA	12,68aA	19,2 bA
Pré-florescimento	17,28aB	13,64abA	16,92aB	9,6 bA
R8	11,92aA	12,44 a A	11,24aA	14,68aB

Tabela 3. Influência do sistema de cultivo na formação de nódulos no cultivo da soja em Ipameri-Goiás.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas iguais na linha não apresentam diferença estatisticamente significativa entre si pelo teste de TuKey ( $p < 0,05$ ).

Os maiores teores de nitrogênio encontrados nos compartimentos das plantas da soja foram nas vagens e nos grãos, sendo que na integração as distâncias que proporcionaram maiores níveis foram a 1 e 6 metros da linha do eucalipto. Para os teores encontrados nos grãos não houve diferença estatística seja em relação aos diferentes gradientes da ILPF e ao cultivo solteiro (Tabela 4).

Teores de Nitrogênio (g. Kg <sup>-1</sup> MS)	ILPF			Cultivo sol- teiro
	1 m	3 m	6 m	
Folhas	28,56 a A	28,98 a A	24,08 a A	24,68 a A
Galhos	7,70 a B	7,42 a B	7,42 a B	7,84 aB
Vagens	63,06 a C	48,86 b C	52,25 a C	48,58 b C
Grãos	58,94 a C	58,52 aD	59,36 a D	59,22 a D

Tabela 4. Influência do sistema de cultivo nos teores de nitrogênio (gramas por quilogramas de matéria seca - g. Kg<sup>-1</sup> MS) em diferentes compartimentos em plantas de soja cultivadas em Ipameri-Goiás.

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas iguais na linha não apresentam diferença estatisticamente significativa entre si pelo teste de TuKey (p<0,05).

Na tabela 5 é possível verificar uma correlação positiva entre o número de nódulos com o número de vagens ( $r = 0,869$ ) e altura de planta ( $r = 0,792$ ) para as plantas que se encontravam na distância de um metro do componente arbóreo. Contudo para a distância de 3 metros a variável número de galhos correlacionou-se positivamente com altura de plantas, número de vagens e número de nódulos com altos coeficientes de correlação 0,855; 0,915 e 0,951. No entanto as plantas avaliadas no cultivo a pleno sol apresentaram correlações que variam de medias a altas para as características avaliadas.

Para os teores de nitrogênio encontrados nos diferentes compartimentos da planta observou-se correlações mais expressivas dentro do sistema ILPF do que no cultivo a pleno a sol (Tabela 6).

		NV	NG	AP	NN
iLPF/1m	NV	1,000	0,3743	0,033	0,869
	NG		1,000	0,695	0,427
	AP			1,000	0,792
	NN				1,000
iLPF/3m	NV	1,000	0,915	0,184	0,050
	NG		1,000	0,855	0,951
	AP			1,000	0,625
	NN				1,000
iLPF/6m	NV	1,000	0,014	0,001	0,092
	NG		1,000	0,019	0,057
	AP			1,000	0,101
	NN				1,000
Pleno sol	NV	1,000	0,905	0,487	0,605
	NG		1,000	0,973	0,968
	AP			1,000	0,325
	NN				1,000

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o número de vagens (NV), número de galhos (NG), altura da planta (AP), e número de nódulos (NN) de plantas de soja cultivadas em diferentes distâncias do componente arbóreo dentro do sistema iLPF e a pleno sol.

		TNF	TNG	TNV	TNGR	NN	
1m	TNF	1,000	0.891		0.113	0.249	0.952
	TNG		1,000		0.422	0.393	0.066
	TNV			1,000	0.736		0.481
	TNGR				1,000		0.164
	NN						1,000
3m	TNF	1,000	0.016		0.434	0.917	0.263
	TNG		1,000		0.194	0.805	0.477
	TNV			1,000	0.286		0.736
	TNGR				1,000		0.931
	NN						1,000
6m	TNF	1,000	0.945		0.327	0.140	0.329
	TNG		1,000		0.283	0.566	0.591
	TNV			1,000	0.406		0.472
	TNGR				1,000		0.840
	NN						1,000
Pleno sol	TNF	1,000	0.174		0.237	0.292	0.886
	TNG		1,000		0.219	0.897	0.615
	TNV			1,000	0.692		0.233
	TNGR				1,000		0.391
	NN						1,000

Tabela 6. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os teores de nitrogênio nas folhas (TNF) (g. Kg<sup>-1</sup> MS), nos galhos (TNG) (g. Kg<sup>-1</sup> MS), nas vagens (TNV) (g. Kg<sup>-1</sup> MS), nos grãos (TNGR) (g. Kg<sup>-1</sup> MS) e número de nódulos (NN) de plantas de soja cultivadas em diferentes distâncias do componente arbóreo dentro do sistema ILPF e a pleno sol no ano agrícola 2015/2016 na cidade de Ipameri-Go.

O coeficiente de correlação entre o número de nódulos e o teor de nitrogênio nas folhas para a distância de 1 metro foi de 0,952, já na distância de 3 metros o NN apresentou coeficientes de 0,736 e 0,931 para os teores encontrados nas vagens e grãos respectivamente. De maneira geral o nitrogênio é um dos nutrientes que mais limita a produção dos grãos sendo ele o mais requerido pela planta devido ao elevado teor de proteína nos grãos (BARBOSA et al., 2010; TRZECIAK, 2012; TANAKA, 2015; SANTOS, 2016).

Para a distância de 6 metros as correlações podem ser consideradas, de uma maneira geral, moderadas e no cultivo a pleno sol estas tendem de moderadas a baixa. Estes fatos podem estar ligados a uma maior atividade biológica do solo em sistemas integrados.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema ILPF aliado ao plantio direto tem se destacado como ferramentas

que vem contribuindo cada vez mais para a melhoria da estrutura física e química do solo, além de beneficiarem a biota do mesmo. Essa interação favorece a presença cada vez maior de microrganismos que auxiliem no desenvolvimento das culturas, ganhando grande destaque por parte dos produtores devido a redução de custos com a produção agrícola nacional, possibilitando assim que pequenos produtores optem por essa nova ferramenta.

## REFERÊNCIAS

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; WERNER, F.; FERREIRA, A. S. Nitrogênio mineral na soja integrada com a pecuária em solo arenoso. **Revista Agro@ambiente Online**. Boa Vista. v. 10, n. 2, p. 107 - 113, 2016.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992.
- BARBOSA, G.F.; ARF, O.; NASCIMENTO, M.S.; BUZETTI, S. FREDDI, O.S.; Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 01, p. 117-123, 2010.
- CÂMARA, G. M. S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: Câmara GMS (Eds.) **Soja: Tecnologia da Produção II**. Piracicaba, ESALQ/USP. p.295-339, 2000
- CONAB. Área, produção e rendimento de soja no Brasil, total e por estado. Brasília, DF, 2015. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 08 de ago. 2015.
- CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; NASCENTE, A.S.; MARTINS, P.O.; BORGHI, E.; PARIZ, C.M. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, v.104, p.1085-1095, 2012.
- FERREIRA, M. M., BURG, G.M., FULANETI, F. S., CORTES, A. F., AMAURI NELSON BEUTLER, A. N. Efeito do tratamento de sementes de soja com molibdênio e cobalto na produtividade da soja. **Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal do Pampa Itaqui-RS**. v.7, n.2, 2015.
- FERREIRA, G. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; ALVES, S. J.; COSTA, A. C. T. Soybean productivity under different grazing heights of *Brachiaria ruziziensis* in an integrated crop-livestock system. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 755-763, 2015.
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N<sub>2</sub> fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v.25 p, 151-164. 2000.
- LIBÓRIO, P. H. S.; TORNELI, I. M. B.; NÓBILE, F. O.; GUERREIRO, R. D.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. Comportamento de cultivares de soja quanto a nodulação e fixação biológica de nitrogênio. **Ciência & Tecnologia**: Fatec-JB, Jaboticabal, v. 7, Número especial, 2015.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133146, 2009.
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C.A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros Panicum e Brachiaria em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.360-370, 2009.

RUFINO, M.C.; TTTTONELL, P.; REIDSMA, P.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; HENGSDIJK, H.; GILLER, K.E.; VERHAGEN, A. Network analysis of N flows and food self-sufficiency – a comparative study of crop-livestock systems of the highlands of East and southern Africa. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.85, p.169-186, 2009.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANTOS, M. G. P. **Inoculação do feijoeiro com rizóbio e enriquecimento da semente com cobalto**. Tese (Doctor Scientiae). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 54p. 2016.

TANAKA, K. S. **Aplicação de nitrogênio em forrageiras e produção da cultura da soja em sucessão no sistema plantio direto**. Dissertação (Mestre em Agronomia) (Agricultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus Botucatu. BOTUCATU. 57p. 2015.

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, v.48, p.1211-1218, 2008.

TRZECIAK, M. B. **Formação de sementes de soja: aspectos físicos, fisiológicos e bioquímicos**. 2012. 130 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Embrapa- CPAC, Planaltina, DF. 1997. 524p.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

# CAPÍTULO 8

## MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS DE VÁRZEA DO ESTADO DO AMAZONAS

### **Gabriel Ferreira Franco**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos  
Viçosa – Minas Gerais

### **José João Leis Leal de Souza**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Departamento de Geografia  
Caicó – Rio Grande do Norte

### **André Luiz Lopes de Faria**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Geografia  
Viçosa – Minas Gerais

### **Milton César Costa Campos**

Universidade Federal do Amazonas,  
Departamento de Agronomia  
Humaitá - Amazonas

### **Liovando Marciano da Costa**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos  
Viçosa – Minas Gerais

**RESUMO:** O processo de ocupação do estado do Amazonas culminou com a alteração do uso do solo em áreas de várzea, principalmente, para fins agrícolas. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar as características químicas destes solos em diferentes Bacias Hidrográficas, enfatizando os teores de matéria orgânica (MO) buscando compreender quais solos podem ser mais afetados por possíveis alterações

do seu uso. Foram realizadas análises de textura, reatividade, teor de matéria orgânica e do complexo sortivo do solo, seguidas por análises de estatística descritiva a nível de subordem. Também foi realizada a correlação de Pearson entre as propriedades do solo. Neossolos Quartzarênicos apresentaram os menores teores de argila, menor fertilidade natural e pH mais ácido se comparados aos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos. Os maiores teores de MO não demonstraram correlação forte com as demais propriedades e foram observados na Bacia do Rio Negro. Os Gleissolos Háplicos possuem os maiores teores medianos de MO e são os solos que mais expostos a alterações. Isto pode resultar na perda de carbono armazenado no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia, Carbono, Uso do solo.

**ABSTRACT:** Alteration of the land use in lowland areas due to occupation of Amazonas state, mainly for agricultural purposes, could promote decrease of soil quality. Thus, the objective of this study was to analyze the chemical characteristics of these soils in different watershed basins, emphasizing the organic matter (OM), trying to understand which soils may be affected by possible changes in their use. Analyzes of texture, reactivity, organic matter content and soil sorption complex were

carried out, followed by analyzes of descriptive statistics at suborder level. Pearson correlation was also performed between soil properties. Arenosols presented the lowest clay content, lower natural fertility, and more acidic pH when compared to the Gleysols and Fluvisols. The highest OM contents did not show a strong correlation with the other properties and were observed in the Negro River Basin. The Gleysols have the highest medium levels of OM and are the soils that are most exposed to changes. This can result in the loss of carbon stored in the soil.

**KEYWORDS:** Amazon; Carbon; Land use.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Bioma amazônico estende-se do oceano Atlântico até as encostas orientais da Cordilheira dos Andes, a aproximadamente 600 metros de altitude (AB´SABER, 1977). A Amazônia está localizada ao norte da América do Sul, ocupando uma área que representa aproximadamente de 59% do território brasileiro, ou quase 6 milhões de km<sup>2</sup>. Nesta extensa área vivem em torno de 24 milhões de pessoas, segundo o Censo 2010, distribuídas nos estados do Acre, Goiás, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Maranhão (IBGE, 2015). Em relação a biodiversidade, a Amazônia legal abriga dois importantes biomas brasileiros, o Cerrado com aproximadamente 20% da área e todo bioma Amazônico, o qual se configura como o mais extenso do país, com área equivalente a um terço das florestas tropicais úmidas do planeta. Além disso, concentra elevada biodiversidade e um quinto da disponibilidade da água potável do mundo (IBGE, 2011; IBGE, 2012).

O fato da Amazônia ser tão vasta gera grandes dificuldades na gestão e fiscalização de todo seu território, assim, problemas relacionados principalmente ao desmatamento ocorrem com frequência. O desmatamento apresentou um declínio nos últimos 10 anos na região da Amazônia Legal, porém, no acumulado ainda ocorre de maneira alarmante (IBGE, 2012; IBGE, 2015). A frente de desmatamento está ligada a políticas de desenvolvimento na região, tais como especulação de terra ao longo das estradas, crescimento das cidades, aumento da pecuária bovina, exploração madeireira e agricultura familiar (mais recentemente a agricultura mecanizada), principalmente ligada ao cultivo da soja e algodão (FEARNSIDE, 2003; ALENCAR et al., 2004).

A conversão da floresta em pastagens ou áreas destinadas a agricultura engendra uma série de mudanças com relação às características químicas e físicas do solo, que poderão alterar os estoques de carbono. O solo apresenta aproximadamente 4 vezes mais carbono ( C ) que o compartimento da vegetação e 3,3 vezes que a atmosfera, sendo constituído por carbono orgânico (1500Pg C) e mineral (1000Pg C) (MACHADO, 2005).

Solos florestais são considerados sumidouros potenciais de CO<sub>2</sub> e possuem papel importante por sequestrar o carbono. O uso do solo perene favorece a manutenção da biomassa e dos estoques de C no solo (LAL, 2005). Desta maneira, Bernoux et al.,

(2001) afirma que em ecossistemas não alterados pela ação humana, as condições de clima e solo são os principais determinantes do balanço de carbono porque eles controlam as taxas de produção e decomposição. Assim, mudanças no uso da terra causam perturbações nos estoques de C. A conversão da floresta em ecossistemas agrícolas pode resultar na perda de 20 a 50 % do carbono no solo (LAL, 2005). A substituição da vegetação natural por atividade agrícola não só diminui a quantidade de carbono retida nos solos como permite sua emissão para a atmosfera, e diferentes manejos do solo influenciam mais ou menos nesta redução (IBGE, 2011).

A floresta amazônica tem importância ressaltada por cobrir uma área de aproximadamente 60 % das florestas tropicais do mundo (DIXON et al., 1994). Sendo considerada a maior e mais relevante para o equilíbrio de carbono global, armazenando dentro de sua biomassa vegetal e solo, mais carbono do que o existente na atmosfera (DIAS, 2006).

O Estado do Amazonas se destaca pela extensão e pela preservação da floresta. Apresenta a maior área territorial do País, com 1.571.000 km<sup>2</sup> e detém ainda 98% de sua cobertura vegetal preservada (IBGE, 2003; SOARES et al., 2006). Porém, o processo de ocupação do estado, principalmente durante as décadas de 60 e 70, culminou na alteração do uso do solo, principalmente nas áreas de várzea (Nogueira et al., 2007; Linhares et al., 2009).

Assim, devido a possíveis alterações do uso do solo em áreas de várzea, em função do regime de vazão/cheia dos rios e pela sua relevância para a população ribeirinha que utilizam estes solos para pecuária e agricultura, o objetivo desta pesquisa foi analisar as diferentes características químicas dos solos encontrados nas 5 (cinco) maiores Bacias Hidrográficas do estado do Amazonas. Foram destacados os teores de MO encontrados em áreas minimamente antropizadas, devido sua capacidade de influenciar propriedades do solo como agregação, CTC, controle do pH, complexação de metais, entre outras funções ambientais.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O clima da região, segundo Marengo (2009), possui quatro grandes núcleos de precipitação, entre 1.700 e 4.000 mm/ano. A geologia é composta por coberturas fanerozoicas, distribuídas em bacias sedimentares. O Cráton Amazônico possui rochas pré-cambrianas, sendo dividido no escudo das Guianas ao norte da bacia do Amazonas e no escudo Brasil-Central, ao sul desta mesma bacia (CPRM, 2006). O relevo da Amazônia Legal é representado por planícies (12%), depressões (52%), tabuleiros (3%), chapadas (4,5%), patamares (5,5%), planaltos (21%) e serras (2%) (IBGE, 2011).

Depósitos sedimentares do quaternário são localizados próximos aos leitos

dos rios, onde é encontrada a Planície Amazônica. Nas planícies são encontrados Gleissolos Háplicos (área de 9,43 % em relação à área total do estado), Neossolos Flúvicos (1,62 %) e Neossolos Quartzarênicos (0,91 %) (CPRM, 2006; CPRM, 2010; IBGE, 2015b). Tais classes de solo possuem fertilidade natural e teor de silte elevados se comparados aos demais solos da região, exceto os Neossolos Quartzarênicos (CPRM, 2006).

### Organização da base de dados e processamento estatístico

Foram compilados dados analíticos de 109 amostras georreferenciadas da camada superficial do solo em áreas de várzea do estado do Amazonas (RADAM 1976a; RADAM 1976b; RADAM 1976c; RADAM 1977a; RADAM 1977b; RADAM 1978a; RADAM 1978b; RADAM 1978c). Segundo os respectivos autores dos estudos, as amostras foram coletadas na camada superficial do solo e em áreas minimamente antropizadas (Figura1).

As análises físicas e químicas das amostras foram realizadas conforme os métodos sugeridos pela EMBRAPA (2011). A determinação do teor de argila (Ap) foi feita pelo método da pipeta; o pH em água (1: 2,5); a matéria orgânica do solo (MO) foi determinada pelo método de Walkey-Black; a capacidade de troca catiônica potencial (T) foi determinada com acetato de  $\text{NH}_4$  a pH 7; a soma de bases (SB) pelos soma dos teores de  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ , extraídos por Mehlich 1, e  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , extraídos por KCl 1 mol  $\text{L}^{-1}$ .

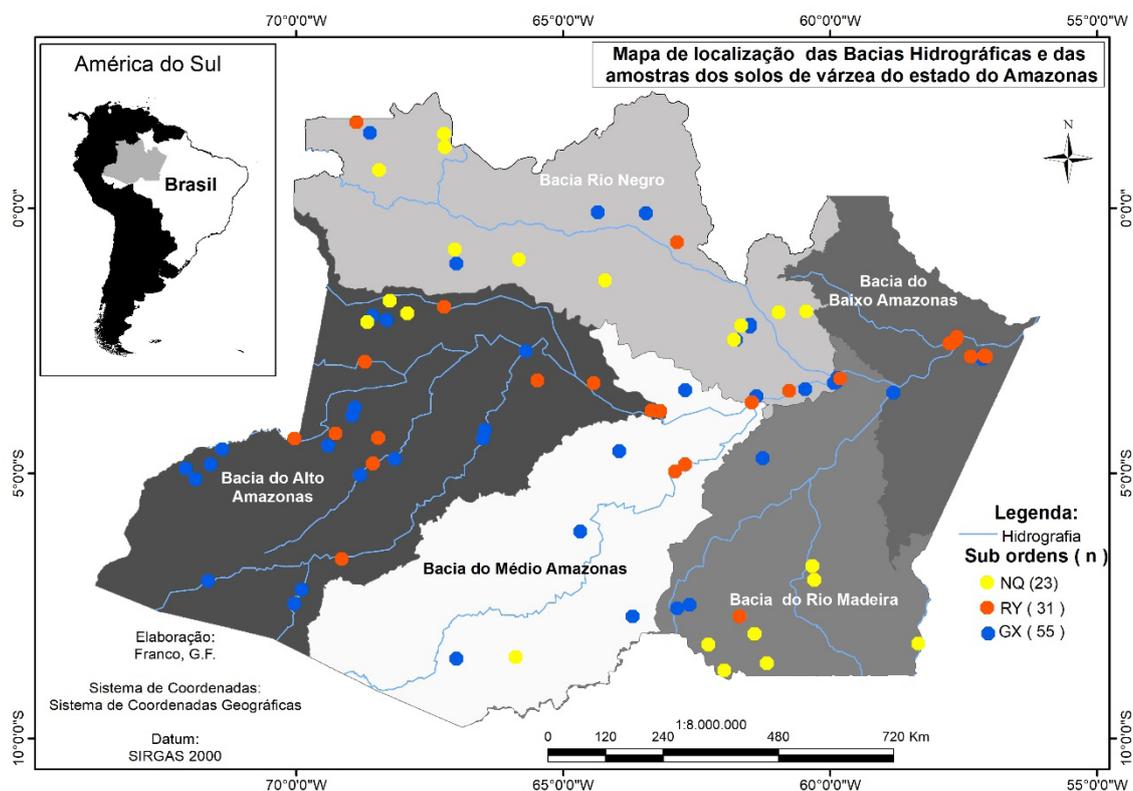


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo e distribuição espacial das amostras por Bacia Hidrográfica.

Foram realizadas análises de estatística descritiva com as 109 amostras obtidas,

a nível de subordem do solo. O coeficiente de correlação de Pearson entre os teores de MO e as outras propriedades do solo também foi calculado. Foram realizados o teste F de Fischer para se verificar a significância entre variâncias e o Teste t de Student, para analisar a significância dos teores medianos de MO das subordens de solo, ambos ao nível de significância de  $\alpha = (0,05)$ .

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Neossolos Quartzarênicos apresentaram os menores teores de argila, menor fertilidade natural e pH mais ácido se comparados aos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos (Tabela 1). Os maiores valores de soma de bases e capacidade de troca catiônica indicam que Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos são menos intemperizados. Tal fato pode ser atribuído ao ambiente redutor onde são encontrados, a sedimentação mais recente que estes solos sofrem (Guimarães et al., 2013). Os Gleissolos Háplicos possuem o maior coeficiente de variação do teor de MO, e juntamente com os Neossolos Flúvicos possuem o maior teor de soma de bases.

	Estatística descritiva por subordem				
	AP dag kg <sup>-1</sup>	pH	MO dag kg <sup>-1</sup>	T cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
RQ (23)	6-62	4,00-12	2,21-84	4,93-85	0,36-68
RY (31)	13-73	4,90-17	1,84-83*	11,00-44	5,77-73
GX (55)	38-40	4,15-14	3,14-112*	19,60-60	5,66-123

Tabela 1- Estatística descritiva [mediana- coeficiente de variação (%)] das propriedades dos solos de várzea por subordem do solo.

\*Subordens que apresentaram diferença estatística significativa ( $\alpha < 0,05$ ) para o Test F e Test t.

O teor mediano de MO e argila, foram as variáveis que mais apresentaram diferenças entre as ordens de solo. O teor de MO em Gleissolos Háplicos é mediano e nas demais subordens é considerado baixo. Por outro lado, Moraes et al. (1996) e Marques et al. (2002), consideram que os teores de carbono orgânico total (COT) presentes nos Gleissolos ou em solos de várzea estudados em suas pesquisas são relativamente baixos, devido ao baixo conteúdo médio de COT dos sedimentos frescos depositados periodicamente na várzea.

Segundo Mendonça & Ribeiro (2007), solos com textura mais argilosa geralmente apresentam maior teor de carbono orgânico. Tal afirmação foi comprovada para os Gleissolos Háplicos que apresentaram uma correlação moderada (Tabela 2). No geral, os solos de áreas alagadas obtiveram baixa correlação entre MO e as demais propriedades do solo.

	pH	SB	T	Ap
RQ/ MO	-0,43	0,46	-0,02	0,17
RY/ MO	-0,37	-0,11	-0,14	-0,06
GX/ MO	-0,33	-0,07	0,54	0,52

Tabela 2. Correlação de Pearson entre os teores de MO e as demais propriedades do solo.

A baixa correlação de MO com a maioria das propriedades do solo sugere que o teor de MO nestes solos é atribuído a seu processo pedogenético e posição no relevo. Os Gleissolos, devido ao ambiente com características redutoras que estão localizados, acumulam matéria orgânica. Os Gleissolos encontrados no estado do Amazonas apresentam encharcamento durante longos períodos do ano, devido aos intensos regimes de cheia, o que resulta em condições anaeróbicas e consequente redução do íon férrico para o íon ferroso, no processo denominado gleização (EMBRAPA, 2006). Estão localizados próximos a cursos d'água e em matérias colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, em áreas abaciadas ou depressões (CPRM, 2010).

### Análise por bacia hidrográfica

A influência do material de origem pode ser observada nos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos encontrados na Bacia do Médio do Rio Amazonas (Médio Amazonas), que possuem os maiores valores de soma de bases encontrados nas amostras da pesquisa (Tabela 3). Este valor é atribuído a deposição do material de origem andina, que possui menor grau de intemperismo como menciona Guimarães et al., (2013). É importante frisar que o material de origem pode influenciar nas características de todas ordens de solo.

Estatística descritiva por Bacia Hidrográfica					
	AP dag kg <sup>-1</sup>	pH	MO dag kg	T cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Rio Madeira					
RQ (7)	6-75	3,90-9	2,65-89	5,81-85	0,29-68
RY (2)	4-109	5,15-28	4,23-77	10,00-14	3,93-120
GX (7)	29-43	4,41-12	2,43-47	10,00-14	2,56-116
Rio Negro					
RQ (6)	5-64	4,35-15	3,57-58	5,12-59	0,80-46
RY (2)	8-108	4,30-30	2,88-61	3,12-9	0,57-67
GX (5)	27-59	4,00-8	5,29-94	13,70-94	0,75-183
Baixo Amazonas					
RQ (6)	5-72	4,05-11	1,95-53	2,69-77	0,20-64
RY (12)	16-64	5,20-11	1,22-34	12,45-35	7,9-39
GX (19)	42-37	4,65-10	2,76-48	23,77-68	12,08-61
Médio Amazonas					
RQ (1)	8 - -	3,90- -	1,22 - -	4,25 - -	0,13 - -

RY (8)	10-79	4,90-8	2,62-83	8,98-30	5,08-69
GX (10)	42-40	4,35-16	2,50-93	30,05-62	19,00-92
Alto Amazonas					
RQ (3)	6-61	4,00-15	1,93-87	3,93-80	0,55-47
RY (7)	17-38	5,50-26	2,43-36	13,03-30	5,65-26
GX (14)	33-35	3,90-20	3,90-119	23,19-44	3,84-113

Tabela 3- Estatística descritiva [mediana- coeficiente de variação (%)] das propriedades dos solos de várzea por subordem e divididos pelas Bacias Hidrográficas do estado do Amazonas.

As amostras de (R) e (G) encontradas nos solos na Bacia do Rio Negro possuem elevados teores de matéria orgânica. Este fator contribui para a cor escura das águas desta região devido à forte dissolução de substâncias húmicas que provem da MO em decomposição (BRINGEL, 2012). Destaca-se, que estes solos não são muito férteis e estas águas são pouco piscosas (AB' SABER, 2003).

Nas demais bacias os Gleissolos Háplicos geralmente apresentam os maiores teores de MO, exceto na bacia do Rio Madeira, onde os Neossolos Flúvicos possuem os maiores teores. Os valores obtidos na correlação de Pearson não foram satisfatórios para explicar as relações entre as propriedades dos solos de várzea distribuídos por Bacias Hidrográficas. Tal resultado é atribuído aos elevados valores do coeficiente de variação da MO, indicando grande variação de uma bacia para outra e heterogeneidade entre amostras.

Os Gleissolos são a terceira ordem de solos mais abrangente no estado do Amazonas, recobrando uma área de cerca de (9,43%) do território (CPRM, 2006). No início do processo de ocupação do Amazonas ocorreu a apropriação da várzea com derrubada de florestas e utilização dos solos mais férteis para agricultura ou pecuária (Claro Jr et al. 2004). Aliado a ocupação do Amazonas, houve a exploração de ouro de aluvião nas margens do Rio Madeira, Mutum Paraná e Jaciparana. Com isto, a extração de ouro por métodos artesanais através do uso de mercúrio (Hg), contribui para a contaminação do solo e das águas da região, como destaca Linhares et al. (2009).

Assim, a possível drenagem dos Gleissolos e alteração do uso do solo podem reduzir os teores de MO em uma área relevante do estado do Amazonas. Conseqüentemente, reduzir a complexação de metais pesados como mercúrio (Alloway, 2013).

## 4 | CONCLUSÕES

Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos possuem os maiores teores medianos de MO e de Soma de Bases, sendo mais suscetíveis a modificações do uso do solo devido suas características químicas. Tal fato pode resultar na perda de carbono armazenado no solo principalmente nas Bacias do Baixo e Médio Amazonas, devido

a presença de solos mais férteis e com potencial agrícola. Além disto, existe a possibilidade de escoamento da produção devido à proximidade com a cidade de Manaus.

Por outro lado, os maiores tores de MO foram encontrados em solos da Bacia do Rio Negro, que possui menor fertilidade entre as 5 bacias analisadas. Com isto, esta bacia pode sofrer menos com processos de ocupação e alterações do uso do solo, contribuindo para a manutenção dos estoques de carbono.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação.** Geomorfologia 1977: 53: 1-23.

AB'SABER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** Ateliê editorial, 2003. p 151.

ALENCAR, A.; NESTAD, D.; MOUTINHO, P. **Desmatamento na Amazônia: Indo além da “emergência crônica”.** IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia). 2004.

ALLOWAY, B.J. **Heavy metals soils — trace metals and metalloids in soils and their bioavailability.** In: Alloway B.J, editor. 3rd ed. Springer-Verlag GmbH & Company KG; 2013. p. 613.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M. da C. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. **CO<sub>2</sub> emission from mineral soils following land-cover change in Brazil.** Global Change Biology 2001: 7 (7): 779-787.

BRINGEL, S. R. B; PASCOALOTO, D. **As águas transfronteiriças do Alto Rio Negro.** In: **Projeto Fronteira: Desvendando as Fronteiras do Conhecimento da Região Amazônica do Alto Rio Negro.** (Org). SOUZA, L. A. G. INPA, Manaus-AM, 350p, 2012.

CLARO JR, L; FERREIRA, E; ZUANON, J. **O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil.** Acta Amazonica, 34(1), p. 133- 137, 2004.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Amazonas.** Manaus-AM. 2006. 153p.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Geodiversidade do Estado do Amazonas.** Manaus-AM. 2010. 21p.

DIAS, J. D. **Fluxo de CO<sub>2</sub> proveniente da respiração de solos em áreas de florestas nativas da Amazônia.** Piracicaba, 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade de São Paulo.

DIXON, R. K.; BROWN, S.; HOUGHTON, R. A.; SOLOMON, A. M.; TREXLER, M. C.; WISNIEWSKI, J. **Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems.** Science. 263, p. 185- 190,1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** Org: DONAGEM A,G,K; [et al...]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos.2011. 230 p.

FEARNSIDE, P.M.; BARBOSA, R.I. **Avoided deforestation in Amazonia as a global warming**

**mitigation measure: The case of Mato Grosso.** World Resource Review 2003: 15(3): 352-361.

GUIMARÃES, S. T.; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; JUNIOR, A. F. N. **Caracterização e classificação de Gleissolos da várzea do Rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil.** Revista Brasileira de Ciência Solo. 37, p.317-326, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geoestatísticas de Recursos Naturais da Amazônia Legal em 2003.** Estudos e Pesquisas, Informações Geográficas no 8. Rio de Janeiro, RJ. 2011. 247p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Estudo e Pesquisas, Informações Geográficas nº9. Rio de Janeiro, RJ. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mudanças da cobertura e do uso da terra.** Rio de Janeiro, RJ. 2015a.

LINHARES, D. P; SILVA, J.M; LIMA, T.R. **Mercúrio em diferentes tipos de solos marginais no baixo Rio Madeira- Amazônia Ocidental.** Geochimica Brasiliensis. 23(1),p.117-130, 2009.

MACHADO, P. L. O. A. **Carbono no solo e mitigação da mudança climática global.** Química Nova 2005: 28 (2): 329-334.

MARENGO, C.J. NOBRE, C.A. **In: Tempo e clima do Brasil.** Org : CAVALCANTI, I.F.A; FERREIRA, N.J.D. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 483p.

MENDONÇA, E.S; RIBEIRO, I. **VI- Matéria orgânica do solo. In: Fertilidade do Solo.** (Org).NOVAIS, R.F. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa –MG, 2007. 1017p.

NOGUEIRA, A. C. F; SANSON, F; PESSOA, K. **A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais.** Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007. 5427- 5434p.

PROJETO RADAM BRASIL. **Folha SA 21 - Santarém.** Rio de Janeiro, DNPM, (Levantamento de Recursos Naturais, 10). 1976a. 510p.

PROJETO RADAM BRASIL. **Folha NA 19- Pico da Neblina.** Rio de Janeiro, DNPM, (Levantamento de Recursos Naturais, 11). 1976b. 144p.

PROJETO RADAM BRASIL. **Folha SC - Rio Branco.** Rio de Janeiro, DNPM, (Levantamento de Recursos Naturais, 12).1976c. 458p.

PROJETO RADAM BRASIL. **Folha SA 19 - Içá.** Rio de Janeiro, DNPM, (Levantamento de Recursos Naturais, 14). 1977a. 446p.

PROJETO RADAM BRASIL. **Folha SB 19- Juruá.** Rio de Janeiro, DNPM, (Levantamento de Recursos Naturais, 15). 1977b.

PROJETO RADAM BRASIL. **Folha SC 20 – Porto Velho.** Rio de Janeiro, DNPM, (Levantamento de Recursos Naturais, 16). 1978a. 663p.

LAL, R. **Forest and Carbon sequestration.** Forest Ecology and Management 2005: 220: 242-258.

## RESPIRAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA

### **Marcos Gomes de Siqueira**

Universidade Federal de Rondônia, Agronomia,  
Rolim de Moura –RO.

### **Weverton Peroni santos**

Universidade Federal de Rondônia, Agronomia,  
Rolim de Moura –RO.

### **Caio Bastos Machado Dias**

Universidade Federal de Rondônia, Agronomia,  
Rolim de Moura –RO.

### **Aline da Silva Vieira**

Universidade Federal de Rondônia, Agronomia,  
Rolim de Moura –RO.

### **Weliton Peroni Santos**

Universidade Federal de Rondônia, Agronomia,  
Rolim de Moura –RO.

### **Andressa Gaebriim Ferreira**

Universidade Federal de Rondônia, Agronomia,  
Rolim de Moura –RO.

### **Sirlene Pereira de Souza**

Universidade Federal de Rondônia, Agronomia,  
Rolim de Moura –RO.

**RESUMO:** A respiração basal do solo (RBS) mede a atividade microbiológica e representa a produção de gás carbônico como resultado dos processos metabólicos de todos os organismos vivos presentes no solo e pela oxidação da matéria orgânica por organismos aeróbios. O objetivo no presente estudo foi avaliar a respiração basal em solos sob diferentes usos combinados com profundidades e dias de

solo incubado. O experimento foi conduzido no campus experimental da Universidade Federal de Rondônia, em Rolim de Moura, RO. O delineamento amostral foi inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 6x2x3, com doze repetições. O fator 1 foi representado pelos sistemas de manejo do solo: preparo tradicional (PRT), preparo alternativo (PRA), plantio direto contínuo (PDC), plantio direto alternativo (PDA), pastagem (PA) e mata (MT). No fator 2, estavam as profundidades: 0-10 e 10-20 cm e o fator 3, representou o período de tempo (10, 20 e 30 dias) que o solo permaneceu incubado. Em cada área, amostras de solo foram coletadas, sendo feita a avaliação no período da seca. A quantificação da RBS foi realizada em laboratório, os resultados submetidos à análise de variância e as médias testadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em análise geral houve tendência de maiores valores para RBS coletado na área de mata. Não houve variação significativa na RBS entre os períodos de solo incubado para os manejos PDC e PDA. A RBS foi mais intensa aos 10 dias de solo incubado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade microbiana, Manejo do solo, Efeito estufa.

**ABSTRACT:** Basal soil respiration (RBS) measures the microbiological activity and

represents the production of carbon dioxide as a result of the metabolic processes of all living organisms present in the soil and the oxidation of organic matter by aerobic organisms. The objective of the present study was to evaluate basal respiration in soils under different uses combined with depths and days of incubated soil. The experiment was conducted at the experimental campus of the Federal University of Rondônia, Rolim de Moura, RO. The sampling design was completely randomized, with treatments arranged in a 6x2x3 factorial scheme, with twelve replications. Factor 1 was represented by soil management systems: traditional tillage (PRT), alternative tillage (PRA), continuous no-till (PDC), alternative no-tillage (PDA), pasture (PA) and forest (MT). In factor 2, the depths were: 0-10 and 10-20 cm and factor 3 represented the time period (10, 20 and 30 days) that the soil remained incubated. In each area, soil samples were collected and evaluated during the dry season. The RBS quantification was performed in the laboratory, the results submitted to the analysis of variance and the means tested by the Tukey test at the 5% probability level. In general analysis there was a tendency of higher values for RBS collected in the forest area. There was no significant variation in RBS between the incubated soil periods for the PDC and PDA managements. RBS was more intense at 10 days of incubated soil.

**KEYWORDS:** Microbial activity, Soil management, Greenhouse effect.

## 1 | INTRODUÇÃO

Gases poluentes atmosféricos tais como o metano ( $\text{CH}_4$ ), o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e principalmente o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), causadores do chamado “efeito estufa” tem promovido mudanças do clima no planeta, em que, a preocupação em relação a isso vem crescendo (PAVEI, 2005). É também crescente a preocupação com a conservação do solo que mantém o sistema equilibrado e sem grandes alterações que podem levar a erosão, à perda da fertilidade, e também ao desequilíbrio no sistema biológico do solo, ocasionando a uma maior emissão de  $\text{CO}_2$  para a atmosfera (RANGEL, 2006).

Segundo Durigan (2013), a conversão de vegetação natural para outros tipos de uso do solo pode ser considerada uma das causas da perda gradual da fertilidade natural do solo, sobretudo na Amazônia, onde esses efeitos são muito intensos, devido ao desmatamento e à forte expansão da pecuária e, mais recentemente, da agricultura intensiva. Para Dias-Filho (2003), uma das alterações ambientais mais importantes e problemáticas na substituição da floresta primária se dá pela substituição desse ecossistema pelo uso de pastagens cultivadas ou lavouras agrícolas.

O ciclo do carbono e a atividade microbiota são interferidos pela quantidade de matéria orgânica presente, em que a mesma por sua vez, é grandemente influenciada pela forma como o solo é usado e manejado (FERREIRA, 2008; SILVA-OLAYA, 2010). A quantidade de carbono estocado tanto nas plantas como no solo segundo Primieri (2008), é modificada devido a alteração do uso do solo, salientando ainda que, essa perda de carbono é acelerada devido as derrubadas que alteram as condições orgânicas

e microbiológicas, aumentando por sua vez, a emissão de dióxido de carbono.

Devido ao manejo da terra ocorrem mudanças no estoque de carbono orgânico (C) contido nos solos dos ecossistemas naturais (NUNES et al., 2010). Na conversão de ecossistemas nativos para agroecossistemas tem ocorrido a redução do estoque de C no solo, principalmente quando ocorre a redução da entrada de matéria orgânica no sistema, além do aumento da oxidação devido o preparo mecanizado (FREIXO, 2002).

Trabalhos desenvolvidos em diferentes regiões demonstraram que sistemas agrícolas conservacionistas e com alta produção de biomassa, aumentam a resistência à erosão, a infiltração e o armazenamento de água, a retenção de nutrientes e elementos tóxicos, a biomassa e atividade microbiana, a ciclagem de nutrientes e o carbono orgânico do solo (CORRÊA, 2007; LISBOA et al., 2012).

A degradação do solo é reduzida quando na adoção do sistema de plantio direto que mantém a integridade estrutural dos agregados (BAVOSO et al., 2012), apresentando potencial de mitigar o CO<sub>2</sub> através do elevado incremento de resíduos culturais sobre o solo, favorecendo o acúmulo de matéria orgânica e o sequestro de C (AMADO et al., 2001).

No entanto, ainda muito utilizado no Estado de Rondônia, o sistema de preparo convencional traz alguns problemas relacionado a essa atividade, como a perda da qualidade estrutural do solo, redução dos teores de matéria orgânica, erosão superficial e compactação abaixo da camada arável (LISBOA, et al., 2012) além de comprometer os aspectos biológicos e químicos Ferreira (2008) afirma que sistemas com sucessivas arações e gradagens contribuem para o agravamento do efluxo de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Para inferir sobre o impacto de práticas de manejo sobre a qualidade do solo, dentre os indicadores biológicos recomendados, os mais comuns são aqueles relacionados à atividade microbiana como a respiração basal do solo (RBS), em que esta, constitui-se como uma ferramenta, que sozinha ou em conjunto com outros indicadores, podem ajudar a orientar os produtores a manejarem seus solos de forma mais produtiva e sustentável (SPADOTTO et al., 2004; ARAGÃO et al., 2012).

A atividade microbiana pode ser mensurada através da respiração basal do solo (RBS) que representa a medida da produção de CO<sub>2</sub> como resultado dos processos metabólicos de todos os organismos vivos presentes no solo (microrganismos, raízes vivas e macrofauna) e pela oxidação da matéria orgânica ou de resíduos adicionados (TÓTOLA e CHAER, 2002).

A crescente preocupação da sociedade com a preservação ambiental e a utilização racional da água e do solo, tem levado a buscar manejos adequados visando obter ou manter a qualidade do solo. Diante desse contexto, o objetivo no presente estudo foi avaliar a respiração basal em solos sob diferentes usos combinados com profundidades e dias de solo incubado.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo para a respiração foram coletadas em áreas com diferentes usos do solo (mata e pastagem) e em área agrícola (experimento que foi instalado em novembro de 2007), na Fazenda Experimental do Campus de Rolim de Moura, pertencente à Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, no município de Rolim de Moura – RO, localizado no km 15 da Rodovia 479, lado norte (Latitude 11° 34' 57" S e Longitude 61° 46' 21" W; altitude de 277 m acima do mar). O clima é tropical quente e úmido (Aw) com estações secas bem definidas de junho a setembro, e com chuvas intensas nos meses de novembro a abril (FERNANDES e GUIMARÃES, 2002). A precipitação média anual é de 2.250 mm, umidade relativa do ar elevada, no período chuvoso, em torno de 85%, com temperaturas médias anuais em torno de 28 °C (SEDAM e COGEO, 2012).

O delineamento amostral utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 6x2x3, com 12 repetições. O fator 1 foi representado pelos sistemas de manejo do solo: preparo tradicional (PRT), preparo alternativo (PRA), plantio direto contínuo (PDC), plantio direto alternativo (PDA), pastagem (PA) e mata (MT). No fator 2, estavam as profundidades: 0-10 e 10-20 cm e o fator 3, representou o período de tempo (10, 20 e 30 dias) que o solo permaneceu incubado.

Os tratamentos do fator 1, foram os métodos de preparo e plantio do solo representados por diferentes níveis de mobilização: 1) PRT - preparo tradicional (uma operação com grade aradora e mais duas com grade niveladora), 2) PRA - preparo alternativo (uma operação de subsolagem e uma com grade niveladora), 3) PDA - plantio direto com preparo alternativo (subsolagem) a cada quatro anos (realizada na implantação do experimento em 2007, depois em 2011 e 2015, e a próxima será realizada em 2019) e 4) PDC - plantio direto contínuo, com diferentes combinações de sucessões de culturas cultivadas na safra com milho ou soja e feijão-caupi ou milho+ braquiária na safrinha (segunda safra), sobre uma área de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa (558 g kg<sup>-1</sup> argila, 132 g kg<sup>-1</sup> de silte e 311 g kg<sup>-1</sup> nos primeiros 10 centímetros (VENTUROSOSO, 2014); e áreas de mata e pastagem como controle, localizadas nas proximidades da área agrícola.

Como áreas controle, foi delimitada numa pastagem de braquiária brizantha (PA) implantada há 18 anos, aproximadamente, uma área uniforme em termos de relevo e cobertura de plantas, e em uma área de floresta (MT), escolhido um fragmento de floresta secundária com características homogêneas em termos de relevo e distribuição do dossel.

A amostragem do solo para determinação da respiração basal foi realizada no período da seca (outubro 2016), em cada um desses ambientes (PRT, PRA, PDC, PDA,

MT e PA), foi delimitada uma área de 33 x 21,6 m, e com o auxílio de um trado holandês, coletou-se aleatoriamente 3 subamostras para compor uma amostra composta, sendo coletado 12 amostras compostas em cada sistema, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, totalizando 72 amostras compostas.

O solo coletado foi levado ao laboratório de solos do próprio campus, sob refrigeração em caixa de isopor com gelo onde permaneceu armazenado na geladeira até a realização das análises. No laboratório, seguindo metodologia descrita por De-Polli e Guerra (2008), as amostras foram preparadas para análise através da eliminação de fragmentos de raízes e outros resíduos vegetais e animais, em seguida tamisadas em peneira com abertura de 2 mm.

Para a medição da respiração basal do solo (RBS), o método utilizado foi o de Silva et al. (2007). As amostras após peneiradas foram transferidas para câmaras individuais de coloração preta e com capacidade para 2 L. Em cada câmara foi colocado um recipiente com 50 g de solo e outro recipiente contendo 50 mL de NaOH 0,5 N para capturar o CO<sub>2</sub> libertado. Para cada tratamento, dois frascos controle foram incluídos, contendo apenas NaOH. As câmaras foram vedadas com plástico filme e vaselina e incubadas em temperatura entre 25-28 °C.

Decorridos 10 dias de incubação, os frascos foram abertos e, imediatamente, adicionado 3 ml de BaCl<sub>2</sub> 30% em cada recipiente contendo soda. Em seguida, CO<sub>2</sub> produzido foi quantificado por titulação com HCl 0,3 M, sendo utilizado fenolftaleína a 1% como indicador. Foram feitas leituras também aos 20 e 30 dias após a incubação das amostras. Os dados da respiração microbiana foram expressos em mg C- CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo hora<sup>-1</sup>.

Para o cálculo do teor de carbono nos extratos foi utilizado a seguinte equação:

$$\text{Equação 1: RBS (mg C- CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo hora}^{-1}) = ((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6.1000) / Ps / T$$

Onde:

C - RBS = carbono oriundo da respiração basal do solo;

V<sub>b</sub> (mL) - volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução controle;

V<sub>a</sub> (mL) - volume gastona titulação da amostra;

M - Molaridade do ácido clorídrico;

Ps (g) - massa desolo seco;

T - tempo de incubação da amostra em dias.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos aplicados ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade para comparação das médias, com o uso do programa estatístico ASSISTAT (SILVA, 2016).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, verifica-se que houve significância no teste F parao carbono da

respiração do solo (C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> solo hora<sup>-1</sup>), nos sistemas de manejo e uso do solo – F1 (PDC – Plantio direto contínuo; PRT – Plantio tradicional; PDA – Plantio direto alternativo e PRA – Preparo alternativo; PA – Pastagem MT – Mata); como também no período de tempo – F3 (10, 20 e 30) dias de solo incubado. Não houve significância na respiração do solo coletado entre as duas profundidades – F2 (0-10 e 10-20 cm). Observa-se também que houve interação F1xF2, F1xF3 e F2xF3.

FV	GL	SQ	QM	F
Man. (F1)	5	1.17061	0.23412	10.2250 **
Prof. (F2)	1	0.00211	0.00211	0.0921 ns
Tempo (F3)	2	1.85012	0.92506	40.4012 **
Int. F1xF2	5	0.55575	0.11115	4.8544 **
Int. F1xF3	10	2.27195	0.22720	9.9225 **
Int. F2xF3	2	0.17697	0.08849	3.8645 *
Int. F1xF2xF3	10	0.26300	0.02630	1.1486 ns
Tratamentos	35	6.29051	0.17973	7.8495 **
Resíduo	396	9.06717	0.02290	
CV%:	47.09			
Média Geral:	0.32131			
Ponto Médio	0.49821			

Tabela 1. Valores de F, carbono da respiração do solo (C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> solo hora<sup>-1</sup>) em Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes maneios e uso do solo (F1) em duas profundidades (F2), e tempo de solo incubado (F3).

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

ns.: não significativo pelo Teste F.

A respiração basal é um indicador de qualidade do solo que se refere a atividade microbiana, representando o carbono prontamente mineralizável do solo. Segundo Pragna et al. (2012) a atividade e a população microbiana presentes no solo estão intimamente ligadas com o volume de material orgânico disponível no ambiente edáfico, o qual representa uma das principais fontes de energia para esses organismos.

Na tabela 2, os resultados mostram que, a área de mata e pastagem, bem como, o manejo conservacionista (PDC) e o convencional (PRT), não apresentaram diferença significativa entre as duas profundidades na respiração basal do solo. Avaliando a respiração basal do solo entre uma área de cerrado, pastagem, e sistema de plantio direto e convencional D'andrea et al. (2002), também não encontraram diferenças significativas nos valores de carbono obtidos da respiração de solo coletado entre as profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm respectivamente. DADALTO et al. (2015), também não encontraram diferenças para a respiração basal do solo em relação ao tipo de preparo e profundidade de solo coletado.

MANEJOS	Profundidades (cm)	
	0-10	10-20
	(C-CO <sub>2</sub> mg.kg <sup>-1</sup> solo hora <sup>-1</sup> )	
PDC	0.3185 abcA	0.2912 bA
PRT	0.2736 bcA	0.2469 bA
PDA	0.3568 abA	0.2686 bB
PRA	0.3053 bcB	0.4468 aA
PA	0.2512 cA	0.2908 bA
MT	0.4092 aA	0.3967 aA

Tabela 2. Carbono da respiração do solo (C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup>solo hora<sup>-1</sup>) de Latossolo Vermelho-Amarelo da interação entre os manejos do solo com as profundidades de solo coletado.

As médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. PDC: plantio direto contínuo; PRT: Preparo tradicional. PDA: plantio direto alternativo; PRA: preparo alternativo; PA: Pastagem; MT: mata. DMS: para colunas: 0,1020 e para linhas: 0,0700.

Na avaliação da RBS em dois sistemas de preparo no Sul do país, Babujia et al. (2010) encontraram taxas respiratórias superiores nos primeiros centímetros do solo em sistema plantio direto e sem diferenças entre as camadas até 40 cm em preparo convencional. As diferenças na taxa de respiração em diferentes camadas no perfil do solo seguem a distribuição dos resíduos vegetais e da MOS (VARGAS e SCHOLLES, 2000).

Em um trabalho realizado por (SILVA FIALHO, 2006) os maiores valores da respiração foram encontrados em área de mata para todas as profundidades de solo coletado que variou de 0-25 cm, quando comparado com área agrícola de manejo convencional.

A área de mata apresentou maior quantidade de CO<sub>2</sub> liberado não diferindo estatisticamente do PDC e do PDA na profundidade 0-10 cm, apresentando também maior quantidade respirada na profundidade de 10-20cm em relação aos demais manejos, não diferindo apenas do PRA (Tabela 2).

A respiração basal obtida na mata (tabela 2), foi elevada devido às condições de umidade do solo nesse ambiente, estarem mais favoráveis às atividades metabólicas dos microrganismos, os quais tem um intervalo de umidade e temperatura adequados para seu metabolismo. Essas condições, juntamente com a maior disponibilidade desse material orgânico para se decompor, favorecem a respiração basal (PEÑA et al., 2005)

Quando se estuda a comunidade microbiana em solos de mata ou vegetação nativa, já se espera encontrar valores relativamente maiores quando comparados a solos com outros tipos de vegetação como os solos cultivados, já que essa microbiota é favorecida pela cobertura vegetal que propicia maior acúmulo de material orgânico,

fornecendo maior fonte de nutrientes para o desenvolvimento da comunidade microbiana e maior atividade metabólica (SANTOS et al., 2011)

Em solos sob floresta localizada na porção oriental da Amazônia, Carvalho et al. (2010), encontraram maior respiração basal em relação a pastagem, devido à substituição da floresta pela *Brachiaria brizantha* o que afetou a abundância e diversidade de insumos adicionados. Afirmaram também que o pisoteio do gado compacta o solo, e a dispersa os agregados pelo efeito do impacto direto das gotas de chuva, causando redução da aeração do solo e desfavorecendo os microrganismos.

Os valores baixos da respiração para as duas profundidades na área de pastagem (Tabela 2), podem estar relacionados as condições do solo com baixa fertilidade ou a degradação do mesmo, e também devido ao período de seca possibilitando menor atividade dos microrganismos presentes (GAMA-RODRIGUES et al., 2005; SILVEIRA et al., 2006).

Na tabela 3, observa-se que não houve variação significativa na atividade metabólica no PDC e PDA em relação ao período de solo incubado (10 a 30 dias), os demais (PRA, PA e MT), apresentaram maior intensidade apenas no período de 10 dias, desconsiderando o PRT, em que, houve um decréscimo na respiração somente a partir dos 20 dias do solo incubado.

MANEJOS	Tempo (dias) de solo incubado		
	10	20	30
	(C-CO <sub>2</sub> mg.kg <sup>-1</sup> solo hora <sup>-1</sup> )		
PDC	0.3103 bA	0.3101 aA	0.2941 aA
PRT	0.3671 bA	0.3031 aA	0.1106 bB
PDA	0.3098 bA	0.2994 aA	0.3290 aA
PRA	0.6436 aA	0.2501 aB	0.2345 abB
PA	0.6436 aA	0.2501 aB	0.2345 abB
MT	0.5326 aA	0.3391 aB	0.3371 aB

Tabela 3. Carbono da respiração do solo (C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> solo hora<sup>-1</sup>) de Latossolo Vermelho-Amarelo da interação entre os manejos do solo e tempo de solo incubado.

As médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. PDC: plantio direto contínuo; PRT: Preparo tradicional. PDA: plantio direto alternativo; PRA: preparo alternativo; Mata e Pastagem. DMS: para colunas: 0.1249 e para linhas: 0.1028.

Não houve diferença estatística, no período de 10 dias de incubação, entre os manejos PRA, PA e MA os quais apresentaram maior respiração basal do solo em relação aos demais tratamentos. Aos 20 dias após a incubação não houve diferença entre os tratamentos. Já aos 30 dias, o PDC, o PDA e a MT foram maiores que o PRT.

A maior intensidade de CO<sub>2</sub> liberado, deve-se a degradação da matéria orgânica

causada pela atividade microbiana, que normalmente é mais intensa em ambientes onde ocorre o rompimento dos agregados causado pelo revolvimento do solo (tabela 3) ou pelo intenso aporte de material orgânico. Segundo Lisboa et al. (2012), esses fatores estimulam temporariamente, a microbiota a degradar a matéria orgânica do solo.

Para a mata, a maior intensidade de respiração ocorrida nas amostras de solo incubado aos 10 dias, pode estar relacionado as condições iniciais desse solo como umidade e aeração ideal para maior atividade dos microrganismos (tabela 3). Em sistema com mata nativa, Lourente et al. (2011), encontraram maiores valores de respiração basal no verão, 53%, em média, quando comparados aos valores obtidos no inverno, segundo o autor, este fato está relacionado a umidade do solo, pois no verão ocorreram maiores índices pluviométricos no local do estudo.

Não houve diferença significativa na respiração microbiana entre as duas profundidades de solo coletado para os dois primeiros períodos avaliados (Tabela 4), quando avaliado dentro de cada período do solo incubado. Aos 30 dias, houve maior respiração para o solo coletado na camada de 0-10 cm. Ainda na Tabela 4, observa-se que a respiração foi mais intensa aos 10 dias de solo incubado em relação ao período total de avaliação, em ambas as profundidades.

Segundo Campos et al. (2013) a respiração depende do estado fisiológico da célula microbiana e é influenciada por vários fatores relacionados ao solo, dentre eles umidade, temperatura, disponibilidade de nutrientes, presença de resíduos orgânicos e textura.

Profundidades	Tempo (dias) de solo incubado		
	10	20	30
	(C-CO <sub>2</sub> mg.kg <sup>-1</sup> solo hora <sup>-1</sup> )		
0-10 cm	0.3890 aA	0.2816 aB	0.2867 aB
10-20 cm	0.4358 aA	0.2982 aB	0.2366 bC

Tabela 4. Carbono da respiração do solo (C-CO<sub>2</sub> mg kg<sup>-1</sup> solo hora<sup>-1</sup>) de Latossolo Vermelho-Amarelo da interação entre as profundidades de solo coletado e tempo de solo incubado.

As médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS: para colunas: 0.0495 e para linhas: 0.0594.

A menor quantidade respirada aos 30 dias na profundidade 10 a 20 cm, deve-se provavelmente a inclusão de solo com menor quantidade de material orgânico, portanto, apresentando menor atividade microbiana com o decorrer do tempo (tabela 4).

Em forma de respiração basal a taxa de CO<sub>2</sub> liberado ao solo é um indicativo que há atividade microbiológica no mesmo, mas nem sempre uma taxa alta indica que o solo é altamente produtivo, devendo ser feita com cautela a interpretação

desses resultados. Podendo indicar tanto distúrbio, como alto nível de produtividade do ecossistema, a taxa de respiração mais elevada segundo Islam e Weil (2000), pode ser desejável ou não, devendo ser analisada em cada contexto.

## CONCLUSÕES

Em análise geral houve tendência de maiores valores para RBS coletado na área de mata nas duas profundidades.

Não houve variação significativa na RBS entre os períodos de solo incubado para os manejos PDC e PDA.

A RBS foi mais intensa aos 10 dias de solo incubado para as duas profundidades.

## REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, Viçosa, v. 25, p. 189-197, 2001.
- ARAGÃO, D. V. D., CARVALHO, C. J. R. D., KATO, O. R., ARAÚJO, C. M. D., SANTOS, M. T. P. D., & JÚNIOR, M. M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 1, p. 11-18, 2011.
- BABUJIA, L. C. et al. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n. 12, p. 2174-2181, 2010.
- BAVOSO, A. M., SILVA, A. P., FIGUEIREDO, G.C, TORMENA, C. A., & GIAROLA, N. F. B. Resiliência física de dois Latossolos Vermelhos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 6, 2012.
- CAMPOS, L.P. et al. Estoques de frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** [online], Brasília, v.48, n.3, p.304-312, mar.2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v48n3/09.pdf> Acesso em: 05 mar. 2017.
- CARVALHO, J.L.N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 277-289, 2010.
- CORRÊA, I. V. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul. **Pelotas-RS: UFPel-Universidade Federal de Pelotas**, 2007.
- DADALTO, J. P., FERNANDES, H. C., TEIXEIRA, M. M., CECON, P. R., & DE MATOS, A. T. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v. 35, n. 3, p. 506-513, 2015.
- D'ANDREA, A. F., SILVA, M. L. N., CURTI, N., SIQUEIRA, J. O., & CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, 2002.
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G.M. 2008. Carbono, nitrogênio e fósforo da biomassa microbiana do solo. p. 263-276. In: Santos, G. de A.; Silva, L.S. da; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2ª. Edição

revisada e atualizada.  
Metrópole, Porto Alegre, RS, Brasil.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** Belém, PA, Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 152p.

DURIGAN, M. R. **Mudança no estoque de carbono e nitrogênio do solo em função da conversão do uso da terra no Pará.** 2013. 101p. Dissertação. (Mestre em Agronomia, Área de Concentração Solos e Nutrição de Plantas) Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”–Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

FERNANDES, L. C.; GUIMARÃES, S. C.P. **Atlas geoambiental de Rondônia.** Porto Velho, 2002. 138p.

FERREIRA, G. M. **Atividade microbiana e agregação de um Latossolo Vermelho Distroférico em Campinas, SP, sob usos e manejos distintos.** 2008. 70p. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical) – Instituto Agrônomo Campinas –IAC, Campinas, 2008.

FREIXO, A. A., MACHADO, P. D. A., GUIMARÃES, C. M., SILVA, C. A., & FADIGAS, F. D. S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 26, n. 2, 2002.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMARODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. A. S. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 893-901, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n1/v36n1a04.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2017.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000.

LISBOA, B. B.; VARGAS, L. K.; SILVEIRA, A. O. D.; MARTINS, A. F.; SELBACH, P. A. Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, G, v. 36, n. 1, p. 33-43, 2012.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; CEZESMUNDO FERREIRA GOMES; ADRIANO SOARES GASPARINI; NUNES, C. M. Atributos Microbiológicos, Químicos E Físicos De Solo Sob Diferentes Sistemas De Manejo E Condições De Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, 2011.

NUNES C. J. L.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. D.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, 2010.

PAVEI, M. A. **Decomposição de resíduos culturais e emissão de gases do efeito estufa em sistemas de manejo do solo em Ponta Grossa (PR).** 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEÑA, M. L. P., MARQUES, R., JAHNEL, M. C.; ANJOS, A. dos. Respiração microbiana como indicador da qualidade do solo em ecossistema florestal. **Floresta**, v. 35, n. 1, 2005.

PRAGANA, R.P. et al. Atributos biológicos e dinâmica da matéria orgânica em Latossolos Amarelos na região do Cerrado Piauiense sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, p. 851-858, 2012.

PRIMIERY, S. **O impacto da mudança sobre o sequestro de carbono e seus atributos microbiológicos.** 2008. 114p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

RANGEL, O. J. P. **Estoques e frações da matéria orgânica e suas relações com o histórico de uso e manejo de Latossolos**. 2006. 171p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Solos e Nutrição de Plantas) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SANTOS, A. T. DOS; LENZA, C. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M., & LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, 2011.

Secretaria de estado do desenvolvimento ambiental (SEDAM) e Coordenadoria de geociências (COGEO). **Boletim Climatológico de Rondônia** - Ano 2010. v. 12, 2010 - Porto Velho. 2012. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/images/boletim2010.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

SILVA FIALHO, J.; FREIRE GOMES, V. F.; SENNA DE OLIVEIRA, T., & TUPINAMBÁ JÚNIOR, J. M. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 3, 2006.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>)**. Comunicado Técnico 99, Embrapa Solos, 2007, 4p.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. **The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data**. Afr. J. Agric. Res, v.11, n. 39, p.3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522.

SILVA-OLAYA, A. M. **Emissão de dióxido de carbono após diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da cana de açúcar**. 2010. 103. Dissertação–Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-17092010-143434/ptbr.php>. Acesso em: 02 jan. 2017.

SILVEIRA, R. B.; MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 48-55, 2006.

SPADOTTO, C. A. et al. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. 2004. J aguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 29pp (Documentos,42).

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade dos solos. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: UFV, 2002, v. 2. p. 195-276.

VARGAS, L.K. & SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p.35-42, 2000.

VENTUROSOSO, Lenita Aparecida Conus. **Atributos físicos do solo em função do manejo e sucessão de culturas em ambiente amazônico**. 2014. 60 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.

# CAPÍTULO 10

## VARIABILIDADE ESPACIAL DO POTENCIAL EROSIVO DAS CHUVAS PARA A REGIÃO NOROESTE DO ESPIRITO SANTO

### **Valéria Pancieri Sallin**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina

Colatina- Espírito Santo

### **Hellysa Gabryella Rubin Felberg**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina

Colatina- Espírito Santo

### **Mário Lovo**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina

Colatina- Espírito Santo

### **Evandro Chaves de Oliveira**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Itapina

Colatina- Espírito Santo

### **Waylson Zancanella Quartezeni**

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
Montanha

Colatina- Espírito Santo

### **Elder Quiuqui**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Monte Santo- Bahia

**RESUMO:** A erosão é um fenômeno decorrente da interação clima e solo que, quando associada às práticas de manejo agrícola e florestal, pode resultar em consideráveis perdas de estrutura e de composição do solo. Tal conjuntura corrobora a necessidade de conhecimentos,

os quais auxiliem no entendimento dos índices desse evento a cada precipitação (erosividade). O presente trabalho teve como objetivo determinar a variabilidade espaço-temporal de erosividade das chuvas na região noroeste capixaba, a partir de dados de reanálise das taxas de precipitação disponibilizados pela NCEP/NCAR enfatizando-se o período do século XXI, entre o ano 2000 a 2016, para cada uma das 17 cidades que compõem a localidade de estudo. Em termos médios encontrou-se valores de precipitação e erosividade da chuva de 1.261,5 mm e 7.085,3 MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> respectivamente. Os municípios da região (Vale Rio Doce) apresentaram maior susceptibilidade para a perda de solo por processos erosivos, necessitando de boas práticas conservacionistas de uso e manejo do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reanálise, precipitação, erosividade.

**ABSTRACT:** Erosion is a phenomenon due to the interaction of climate and soil, which, when associated with agricultural and forest management practices, result in considerable soil structure and composition losses. This situation corroborates the need for knowledge, which helps in understanding the indexes of this event at each precipitation (erosivity). The aim of this study was to determine the spatiotemporal variability of rainfall erosion in the northwestern

region of Espírito Santo, based on data from the reanalysis of precipitation rates made available by NCEP / NCAR, emphasizing the period of the XXI century, between 2000 and 2016, for each of the 17 cities that make up the study site. Mean rainfall and rainfall erosivity values were 1,261.5 mm and 7,085.3 MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, respectively. The municipalities of the region (Vale Rio Doce) presented greater susceptibility to soil loss by erosive processes, necessitating good conservation practices of land use and management.

**KEYWORDS:** Reanalysis, precipitation, erosivity.

## 1 | INTRODUÇÃO

O processo erosivo há milhões de anos aliado ao intemperismo, foi um fenômeno crucial para a formação do solo. Nos dias atuais, porém, a interação que ocorre entre o deslocamento das partículas e os componentes climáticos, em especial as chuvas, tem sido uma questão preocupante, pois culmina na erosividade, conceituada por Salomão (2012) como o potencial da chuva em gerar erosão.

O intenso processo produtivo atual da agricultura e também do agronegócio, sem a adoção de boas práticas preventivas, vêm gerando uma exaustão no solo (Pires, 2006), que quando aliada a um desenvolvimento acelerado e um regime climático insólito leva o Brasil a ter sérios problemas com a erosão (Salomão, 2012). Lepsch (2010) alerta para prejuízos ambientais e, conseqüentemente, econômicos, quando calculou que cerca de 1 bilhão de toneladas de materiais de solos agricultáveis, foram erodidos no ano 2001.

A região Noroeste do Espírito Santo, por exemplo, é marcada pela combinação de uma debilidade edáfica, pouca cobertura vegetal e, uma elevada erosividade das chuvas (Camporez, 2016), o que mostra que a região possui não somente uma tendência de “perder” seus solos como também concomitante necessidade de trabalhos para entendimento sobre esse processo de degradação. Nisso, Shick (2014) ressalta que quando se analisa índices de erosividade das chuvas em largo espaço de tempo, entende-se a dinâmica chuva x erosão, com seus riscos, períodos e potencialidades, e obtém-se suporte para estudo local e/ou regional.

Para este último, o entrave é a escolha de um método, já que, embora haja diversos apontadores para a estimativa da erosividade do solo por ocorrência de precipitações, cada ambiente possui uma singularidade a qual interfere no modo como a erosão sucede (Cecílio, 2012).

Diante disso, visando à produção de material que norteie o planejamento de ações preventivas contra a ocorrência de erosões, objetivou-se com este estudo determinar a variabilidade espacial da erosividade das chuvas na região Noroeste capixaba, mediante os dados de reanálise.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de reanálise referentes a precipitação foram obtidos no National Centers for Environmental Prediction (NCEP) NCEP/NCAR (Kalnay, et. al 1996), constituindo-se de uma série histórica pluviométrica de 17 anos (2000 a 2016), corroborando com Cecílio (2012) que recomenda utilização de dados provenientes de um intervalo entre 10 a 20 anos. A área de estudo, destacada na Figura 1, é composta por 17 municípios sendo eles: Água Doce do Norte, Águia Branca, Alto Rio Novo, Baixo Guandu, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Colatina, Ecoporanga, Governador Lindenberg, Mantenópolis, Marilândia, Nova Venécia, Pancas, São Domingos do Norte, São Gabriel da Palha, Vila Pavão e Vila Valério.

Os dados foram organizados em planilhas no aplicativo computacional Microsoft Excel, com arquivo organizando-se as cidades e suas respectivas coordenadas geográficas (coordenadas UTM) e também a precipitação mensal e anual para cada uma.

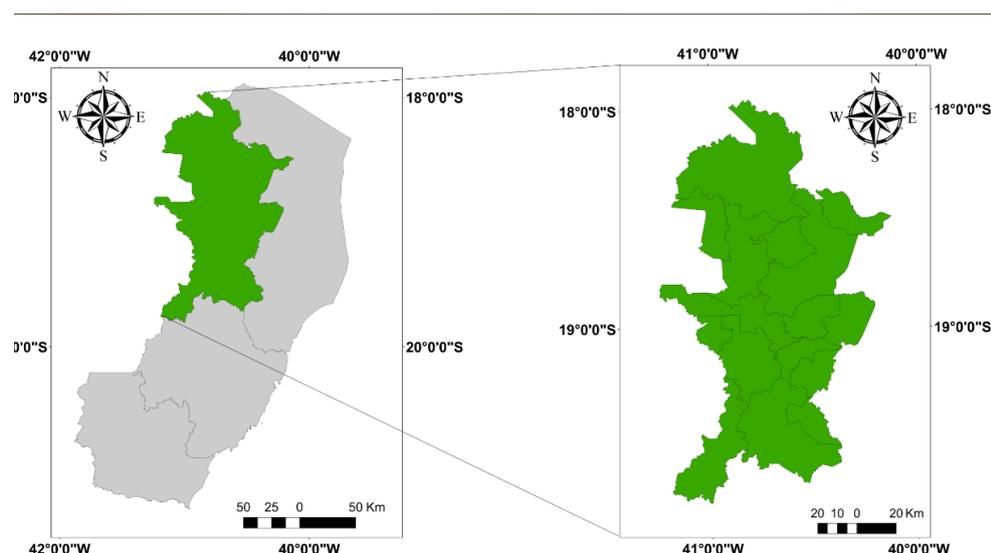


Figura1. Localização da Região Noroeste do Espírito Santo.

Dessa forma, baseando nos índices de precipitação, chegou-se aos índices de erosividade através da fórmula proposta por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992):

$$Rx = 67,355 \left( \frac{p^2}{P} \right)^{0,85}$$

Em que:

Rx = erosividade média mensal da chuva

(MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>);

p = precipitação média histórica mensal, mm;

P = precipitação total anual (média da série histórica), em mm.

Os dados de precipitação, de erosividade anual, tal como a erosividade para época seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março) foram determinados em termos de parâmetros de estatística descritiva (média, variância, desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo e total).

Para análise da precipitação pluvial e erosividade (anual, seca e chuva) foram utilizadas técnicas de geoestatística com base na krigagem ordinária para espacialização da precipitação pluvial e erosividade das chuvas por meio do software ESRI ArcGIS Desktop versão 10.1.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de reanálise coletados após os procedimentos estatísticos mostraram que a região noroeste, possui uma faixa de precipitação (Figura 2A) pouco superior a encontrada por Cecílio (2012), o qual descreve para a mesma região um índice pluviométrico na faixa de 1.000-1.100 mm ano.

Ainda pode ser observado nas Figuras 2A e 2B, que o comportamento espacial da precipitação pluviométrica e da erosividade da chuva na região noroeste, apresenta uma diminuição gradativa em direção ao sul, ou seja, valores mais acentuados nos municípios ao sul (zona do Rio Doce).

Analisando a Figura 2B os valores de erosividade anual variaram de 5.506 a 8.889 MJ mm h<sup>-1</sup> há<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Esta constatação permite enquadrar a região noroeste capixaba, como tendo médio-forte e forte potencial erosivo, conforme a classificação proposta por Carvalho (2008). Estes resultados são próximos aos observados por Silva et. al. (2010), os quais verificaram para a região do Rio Doce valores de 8.287 MJ mm h<sup>-1</sup> há<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Esta região apresenta áreas com solos acidentados, com predominância de Latossolo distrófico, ácido, e pobres nutricionalmente, merecendo o uso de práticas conservacionistas.

Para Oliveira (2010), o conhecimento de áreas com alta erosividade torna-se uma ferramenta essencial para avaliar o risco de erosão do solo e para planejamento de conservação dos recursos hídricos e edáficos, visando minimizar os impactos negativos de chuvas com alto poder erosivo.

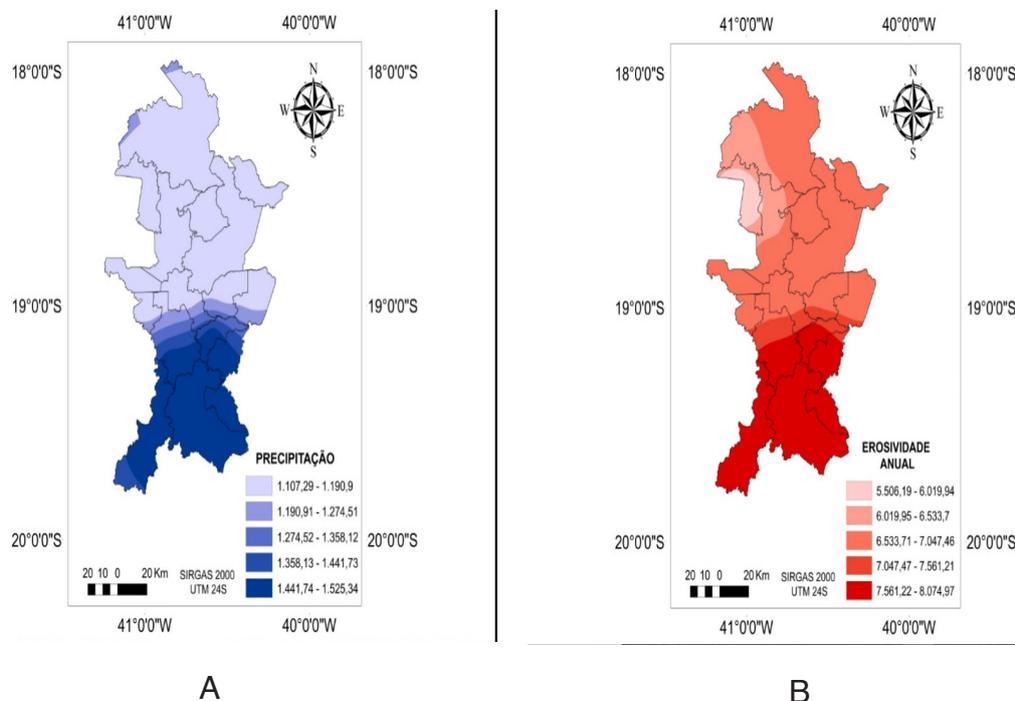


Figura 2. Média anual de precipitação – mm a partir de dados de reanálise (A) e média de erosividade anual – MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (B) no Noroeste do Espírito Santo.

As Figuras (3A e 3B) representam a distribuição espacial da precipitação pluvial no período chuvoso e seco da região Noroeste do Espírito Santo. Demonstra-se que período chuvoso concentram aproximadamente 80% dos totais anuais, com valores variando de 1.107 mm na porção norte a valores de 1.525 mm na parte mais ao sul, evidenciando a alta variabilidade da precipitação na região Noroeste (Figura 3A). Este fato corrobora com Alves et al. (2005), onde o período de maior incidência de chuva na região Sudeste do Brasil concentra-se entre os meses de outubro a março, quando ocorrem mais de 80% do total anual de chuvas. Para CAVALCANTI et al., (2009); MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA (2007), as precipitações concentradas que ocorrem nessa região, no período de outubro a março, são características de climas tropicais, principalmente pela atuação e manutenção da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a região.

O período referente ao seco apresenta os menores valores pluviométricos, com precipitações médias inferiores a 506,0 mm (Figura 3B). Observa-se ainda na referida figura que as médias pluviométricas se reduzem gradativamente no sentido sul, com valores mínimos de precipitação de 180,7 mm.

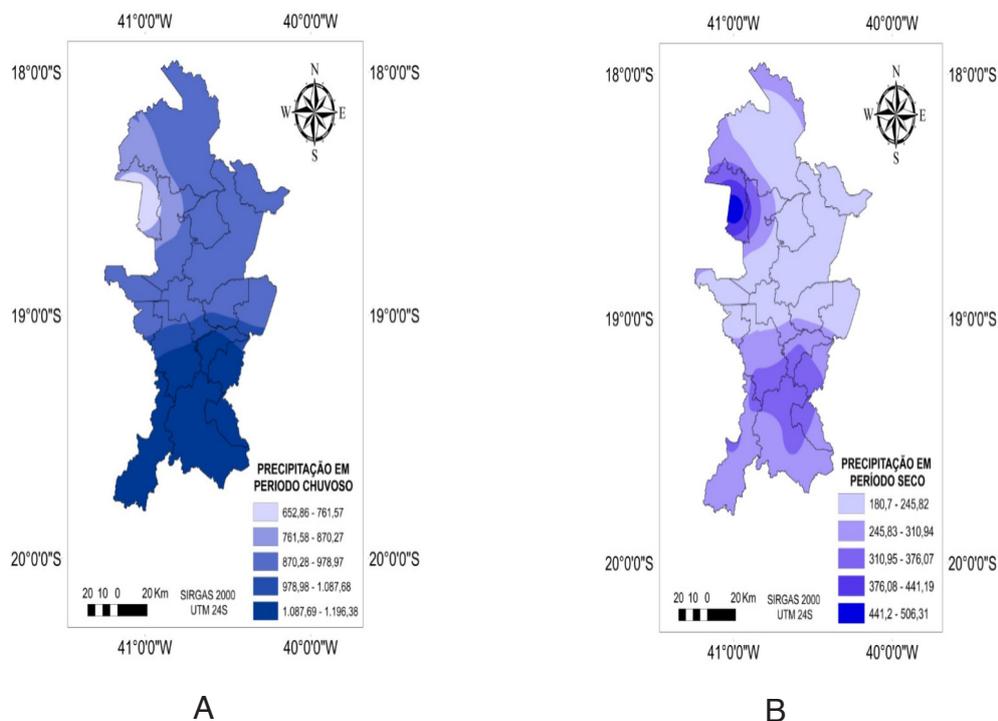


Figura 3. Distribuição espacial da média anual de chuva em mm ano<sup>-1</sup> no período chuvoso (A) e período seco (B), na região Noroeste do Espírito Santo.

Com base na distribuição espacial da erosividade no período chuvoso na região noroeste do Espírito Santo (Figura 4A). Verificou-se que os maiores índices de erosividade estão localizados na porção sul da região, chegando a valores máximos, próximos a 7.049 MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e decrescendo em direção a porção norte, com valores da ordem de 3.282 MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Por sua vez, o período de seca os menores valores erosividade ocorreram nas

porções litoral e extremo sul, e, os maiores na parte norte, com valores entre 1.687,04 a 2.165,04 MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 4B). Esse baixo valor de erosividade é devido à diminuição das chuvas nesse período e a ocorrência de estiagem.

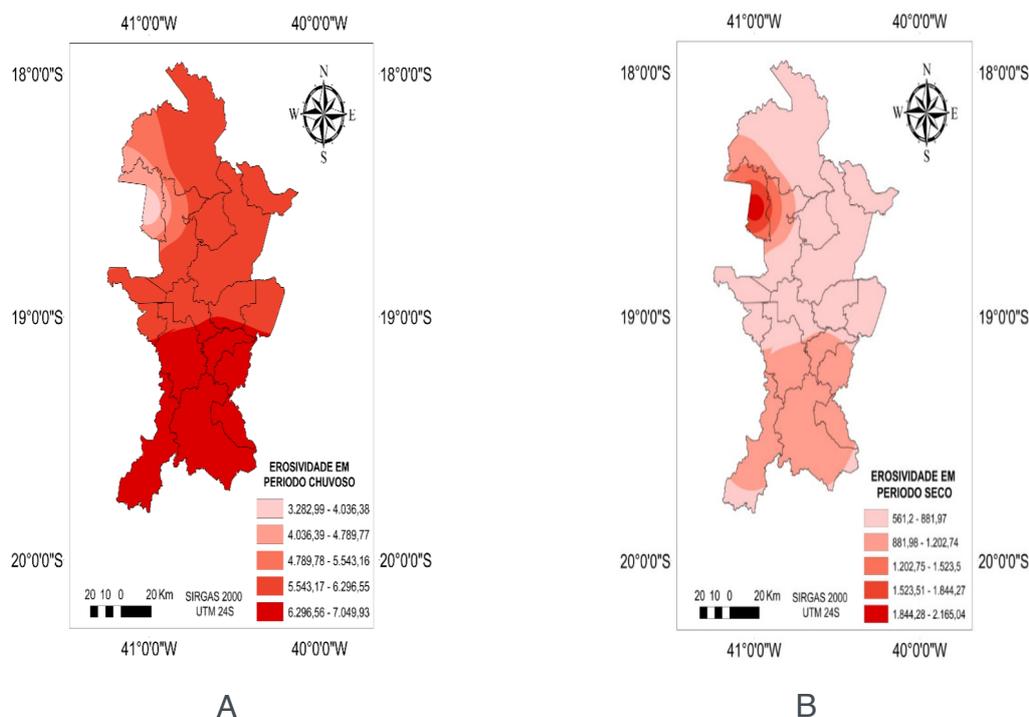


Figura 4. Distribuição espacial da erosividade em MJ mm h<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no período chuvoso (A) e seco (B) na região Noroeste do Espírito Santo.

Apresenta-se, então, na Tabela 1, o resumo estatístico dos dados médios de precipitação associados à erosividade estimada para o período de seca, de chuva e total anual.

VARIÁVEIS		P	P Seca	P Chuva	R Anual	R Seca	R Chuva
PARÂMETROS	$\bar{X}$	1.261,5	261,6	992,3	7.085,3	889,5	6.195,9
	S	174,3	80,1	150,4	722,0	374,0	875,5
	S <sup>2</sup>	30.365,7	6.418	22.630,5	521.234,3	139.859,1	766.557,8
	CV (%)	13,8	30,6	15,2	10,2	42,0	14,1
	MÁX	1.490,3	506,6	1.171,5	7.953,7	2.224,6	6.958,5
	MÍN	1.134,5	652,6	652,6	5.505,0	692,5	3.280,4
	TOTAL	21.446,0	4.446,6	16.869,5	120.450,2	15.120,7	105.329,9

Tabela 1. Apresentação do resumo estatístico dos dados (estatística descritiva) de precipitação pluvial e erosividade das chuvas para a região Noroeste do Espírito Santo.

P – precipitação média acumulada (mm); R – erosividade em MJ mm h ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>;  $\bar{X}$  – Média; S – Desvio padrão; S<sup>2</sup> – Variância; CV (%) Coeficiente de variação; Mín – valor mínimo; Máx – valor máximo;

Verificou-se que o coeficiente de variação de erosividade foi maior no período de seca, devido à ocorrência de um regime irregular de chuva durante os meses de abril a setembro, evidenciado pelo CV de 30% da chuva no período. Valores semelhantes foram observados por Silva et. al. (2010), determinando a variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas para o estado do Espírito Santo.

## 4 | CONCLUSÕES

Os índices de erosividade calculados indicam que as iniciativas de manejo e conservação do solo para a região Noroeste do Espírito Santo, devem ser priorizadas para execução de atividades agrícolas e pecuárias, principalmente, para os municípios mais ao sul.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAMARGO JR., H.; CASTRO, C. Início da estação chuvosa na região Sudeste do Brasil: Parte 1 – Estudos observacionais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 3, p. 385-394, 2005.
- CAMPOREZ, P.. **Degradação do solo agrava seca no ES e aumenta prejuízos no campo: Áreas de pastagem e de café são as mais atingidas.** Estado tenta reverter a situação.. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/agronegocios/noticia/2016/09/degradacao-do-solo-agrava-seca-no-es-e-aumenta-prejuizos-no-campo.html>>. Acesso em: 01 de mar. 2016.
- CARVALHO, N. O. Hidrossedimentação prática. 2 ed. Interciência: Rio de Janeiro, 2008, 599 p.
- CAVALCANTI, IRACEMA F. A. [et al.] organizadores. **Clima e Tempo no Brasil**. Oficina de Textos, São Paulo, 2009.
- CECILIO, R. A. et. al. Chuva. In: Pezzopane, J. E. M. (org). **Agrometeorologia: Aplicações para o Espírito Santo**. Alegre,ES: CAUFES, 2012. Cap3. p. 70-82
- KALNAY, E. and COAUTHORS, 1996: **The NCEP / NCAR Reanálise** 40-year Project. Touro. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-471
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**/Igo F. Lepsch.-2 ed. – São Paulo : Oficina de Textos,2010.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. **Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas**, SP. *Bragantia*, Campinas, 51(2): 189-196, 1992
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas de climas do Brasil**. Oficina de Textos, São Paulo, 2007.
- OLIVEIRA, P. T. S. de et al. Erosion Risk Mapping Applied to Environmental Zoning. **Water Resources Management**, [s.l.], v. 25, n. 3, p.1021-1036, 16 dez. 2010. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-010-9739-0>.
- PIRES, F.R,1975- **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**/Fábio Ribeiro Pires, Caetano Marciano de Souza.-2 ed. rev. e ampl. –Viçosa, 2016. 216 p.: il.;21cm.
- SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção de processos erosivos. In: Guerra, A.J. T.(org). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**- 8ª ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 7- p.229-265.
- SCHICK, J. [et al]. Erosividade das chuvas de Lages, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1890-1905, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>

[arttext&pid=S0100-06832014000600024>](#) Acesso em 24 de mar. de 2017

SILVA, S. de A. et al. Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas para o estado do Espírito Santo, Brasil.. Irriga, [s.l.], v. 15, n. 3, p.312-323, 10 set. 2010. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA**. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2010v15n3p312>.

## AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE COUVE MANTEIGA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA

### **Gabriel Pereira Silva**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Pâmela Suame Bezerra Moura**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Ingrid Conceição dos Santos**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Nailson da Silva Alves**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Diego de Macedo Rodrigues**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Pedro Paulo Soares Mendes**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Matheus Costa Silva**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Ilária da Silva Santos**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Camile Melo**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

### **Daniel Luiz Leal Mangas Filho**

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Marabá, Pará, Brasil

**RESUMO:** Os tipos de insumo utilizados e a facilidade de aquisição destes são os principais fatores considerados na análise de crescimento de plantas cultivadas. O objetivo do trabalho foi avaliar como o esterco bovino e a serragem carbonizada agem como substrato na produção de mudas de couve do tipo manteiga (*Brassica oleracea acephala*) em tubetes. Os substratos utilizados são de fácil aquisição no município de Marabá. O experimento foi desenvolvido em Marabá com clima variando de Aw para Am, e temperatura média anual de 26,5°C. A delimitação experimental foi em blocos ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: Solo/Esterco, Solo/Serragem Carbonizada e a testemunha, todos na proporção 1:1. Os parâmetros avaliados foram: diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF), comprimento da parte radicular (CPR) e aérea da planta (CAP), massa fresca da parte radicular (MFPR) e aérea (MFPA), massa seca da parte radicular (MSPR) e da parte aérea (MSPA). Foi utilizado o software Assistat para as análises estatísticas e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os parâmetros com diferença estatística foram o CAP, MFPA e MSPA, com o esterco bovino apresentando melhor aproveitamento que o de serragem. No MSPA, não houve diferença entre os tipos de adubação orgânica. O esterco bovino forneceu

melhores condições para o desenvolvimento das mudas para os parâmetros que expressam acúmulo de biomassa na parte de interesse comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** esterco, nutrição, hortaliça.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo de Moraes et al. (2013, apud CAMPANHOLA & VALARINI, 2001), a agricultura orgânica pode ser definida como a prática agrícola pouco agressiva ao meio ambiente, onde se excluem técnicas que utilizem agrotóxicos, fertilização ou quaisquer técnicas de manejo artificiais ou sintéticas.

O tipo de insumo usado na produção de mudas de couve, assim como de outras culturas, deve ser o principal fator considerado na análise de crescimento de plantas cultivadas. Outro fator de igual importância é a facilidade de aquisição destes insumos.

O trabalho teve como objetivo avaliar a forma com que o esterco bovino e a serragem carbonizada agem como substratos na produção de mudas de couve do tipo manteiga (*Brassica oleracea acephala*) em tubetes. Estes substratos foram escolhidos por serem de fácil aquisição no município de Marabá, pois na região é predominante a produção pecuária de corte e leite e, ainda, existe a presença de consideráveis de cerâmicas (fábrica de tijolos e telhas de argila).

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área de produção de mudas da SEAGRI (Secretaria Municipal de Agricultura de Marabá), situada no município de Marabá, no Sudeste do Pará. E segundo a classificação de Koppen, o clima da região do município varia de Aw para Am, com a temperatura média do ano de 2015 em torno de 26,5°C

A delimitação experimental foi em blocos ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: Solo + Esterco (SE), Solo + Serragem Carbonizada (SSC) e apenas Solo (testemunha), sendo todos na proporção 1:1. Tubetes foram colocados em cinco bandejas com 176 células cada, sendo que, de cada uma foram utilizadas apenas 36 (Figura 1). Foram destinadas 12 células constituindo uma parcela para cada substrato. Para a realização das avaliações foram retiradas quatro mudas (unidade amostral) de cada parcela, após 25 dias da semeadura. Os parâmetros avaliados foram: diâmetro caulinar (DC); número de folhas (NF); comprimento da parte radicular (CPR); comprimento aéreo da planta (CAP); massa fresca da parte radicular (MFPR); massa fresca da parte aérea (MFPA); massa seca da parte radicular (MSPR) e; massa seca da parte aérea (MSPA).

As análises estatísticas foram feitas através do software Assistat e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 1 – 36 cédulas utilizadas em cada bandeja de tubetes

### 3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Entre os três tipos de substratos avaliados, os parâmetros que obtiveram diferença estatística significativa foram o comprimento aéreo da planta (CAP), a massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa seca da parte aérea (MSPA), conforme demonstrado na Tabela 1, com o esterco bovino apresentando médias melhores (6,46g) em comparação à serragem carbonizada (2,29g) nos parâmetros CAP e MFPA.

Tratamento	CPA	MFPA	MSPA
Esterco	a	a	a
Serragem	b	b	ab
Testemunha	b	b	bc

Tabela 1 – resultado do teste de médias a 5% entre os tratamentos

Com relação à MSPA, não houve diferença entre os tipos de adubação orgânica, e sim apenas entre estes e a testemunha.

### 4 | CONCLUSÕES

O uso de esterco bovino, devidamente curtido, forneceu melhores condições para o desenvolvimento das mudas de couve para três parâmetros avaliados, principalmente com referência aqueles que expressam acúmulo de biomassa na parte de interesse comercial (massa fresca e seca da parte aérea). O esterco é rico em matéria orgânica, o que contribui para uma maior retenção de água e possivelmente possui maior disponibilidade de nutrientes para a couve estudada.

Com relação aos parâmetros em que não houveram diferença entre os tratamentos, é possível que somente demonstrassem variação significativa em idade mais avançada no canteiro.

## REFERÊNCIAS

LIMA, R. de L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. de L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S. do; BELTRÃO, N. E. de M. **Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica.** Ciência e Agrotecnologia. Editora da Universidade Federal de Lavras (UFLA), v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/30151>>. Acesso em 27 de abril de 2017.

MORAIS, F. F. de; OLIVEIRA, L. H. M. B. de; SILVEIRA, M. A. da; CAMARGO, R. de S.; CALIARI, M. **Diagnóstico dos Produtos Orgânicos da Feira Agroecológica do Mercado Municipal de Goiânia-GO.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró – RN, v. 8, n. 3, p. 70 - 77, jul – set de 2013. Disponível em: <<http://gvaa.org.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1917>>. Acesso em: 28 de abril de 2017.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E.; GARLET, T.M.B. **Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de hortelã (*Mentha gracilis* R. Br. e *Mentha x villosa* Huds.).** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.13, n.1, p.90-97, 2011. Disponível em: <[www.sbpmed.org.br/download/issn\\_11\\_1/v13n1\\_90\\_97.pdf](http://www.sbpmed.org.br/download/issn_11_1/v13n1_90_97.pdf)>. Acesso em 02 de maio de 2017.

## AVALIAR OS EFEITOS DA APLICAÇÃO DE, STIMULATE VIA SEMENTE NA CULTURA DO SORGO

### **Elvis Pieta Burget**

FACTO, Palmas - TO, [elvispieta@hotmail.com](mailto:elvispieta@hotmail.com)

### **Mike Kovacs de Sousa**

FACTO, Palmas - TO, [elvispieta@hotmail.com](mailto:elvispieta@hotmail.com)

### **Daisy Dourado Parente**

Mestranda em Agroenergia, UFT, Palmas - TO, [daisyagro@gmail.com](mailto:daisyagro@gmail.com)

### **Cid Tacaoca Muraishi**

FACTO, Palmas - TO, [elvispieta@hotmail.com](mailto:elvispieta@hotmail.com)

### **Ana Patricia Evangelista Barbosa**

Graduação em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins;

E-mail: [anapatricia.2600@hotmail.com](mailto:anapatricia.2600@hotmail.com)

**RESUMO:** O sorgo é uma gramínea que se adapta a regiões de clima quente, com pouca necessidade de fertilidade do solo e excelente resistência aos fatores físicos, químicos ou físico-químicos do meio ambiente, tais como: o estresse hídrico, a salinidade e o encharcamento o sorgo e o 5º cereal mais importante no mundo, antecedido pelo trigo, o arroz, o milho e a cevada. Em Moçambique, constitui um dos alimentos básicos da população e alimento humano em muitos países da África, do Sul da Ásia e da América Central e importante componente da alimentação animal nos Estados Unidos, na Austrália e na América do Sul. Os grãos do sorgo são úteis na produção de farinha para panificação, amido

industrial e álcool e como forragem ou cobertura de solo. Stimulat esse produto químico no desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células, também aumenta a absorção e a utilização dos nutrientes. Objetivou-se avaliar os efeitos fisiológicos da aplicação de Stimulate na semente do sorgo

**PALAVRA-CHAVE:** Sistema Radicular, estimulante.

## INTRODUÇÃO

Sorgo (*Sorghumbicolor*L. Moench ou *Sorghumvulgare*Pers.), Também chamado de milho-zaburro e mapiraem Moçambique, o sorgo e de origem Africana, mas há evidencia de uma segunda área de dispersão na Índia, um dos principais produtores deste cereal foi introduzido no Brasil em meados do século XX, tendo como principais regiões produtora Goiás e Minas Gerais. Brasil, o sorgo tem mostrado grande potencial de produção, não somente por sua comprovada capacidade de suportar estresses ambientais, mas também, por ser mecanizável do plantio à colheita, por apresentar grande amplitude de épocas de plantio e viabilidade de utilização de equipamentos empregados em outras culturas

como soja, trigo e arroz.

O sorgo é uma gramínea que se adapta a regiões de clima quente, com pouca necessidade de fertilidade do solo e excelente resistência aos fatores físicos, químicos ou físico-químicos do meio ambiente, tais como: o estresse hídrico, a salinidade e o encharcamento (TABOSA, 2002). Representa também uma cultura importante no sistema de rotação de culturas e produção de biomassa no sistema de plantio direto, dado o seu denso e dinâmico sistema radicular, capaz de descompactar o solo e movimentar os nutrientes nas diferentes camadas do substrato. O maior produtor mundial de sorgo são os EUA, pois tem sofisticados mecanismos tecnológicos desenvolvidos nos últimos anos, mesmo tendo a Ásia e a África com cerca de 90% de área plantada.

O sorgo é o quinto cereal mais produzido no mundo, atrás do milho, trigo, arroz e cevada (OLIVEIRA, 2003). Sua resistência a fatores abióticos é devido a características morfofisiológicas do sistema radicular e da parte superior dos diferentes genótipos de sorgo. O sistema radicular é formado por raízes ramificadas e finas com o seu desenvolvimento subsuperficial, permitindo que a planta obtenha maior quantidade de água em um mesmo volume de solo Tabosa (2002). De acordo com Castro & Vieira (2001), hormônio vegetal é um composto orgânico não nutriente, de ocorrência natural, produzido na planta, e que em baixas concentrações (10-4M) promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Até recentemente, apenas seis tipos de hormônios eram considerados: auxinas, citocininas, giberelinas, retardadores, inibidores e etileno. Os reguladores vegetais endógenos podem estar envolvidos em vários processos durante o desenvolvimento das sementes como no crescimento e desenvolvimento da semente, tecidos extra seminais, na acumulação e armazenamento de reservas e diversos efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos Bewley & Black (1994). Processos como germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação são afetados por diversos fatores, sendo que os hormônios vegetais desempenham um papel importante no controle de desenvolvimento dos componentes da produtividade.

O Stimulate é um estimulante vegetal da Stoller Interprises Inc., contendo reguladores vegetais e traços de sais minerais quelatizados. Seus reguladores vegetais, constituintes são ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%. Com as aplicações de stimulate, o resultado prático esperado para as culturas de arroz, citros, feijão, milho e soja é, incremento no crescimento e no desenvolvimento vegetal no enraizamento, e aumentado a produtividade. Esse produto químico no desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células, também aumenta a absorção e a utilização dos nutrientes e é especialmente eficiente quando aplicado com fertilizantes foliares, sendo também compatível com defensivos. fitoestimulante que contém fito - reguladores e traços de sais minerais, promove a liberação de compostos voláteis ou exsudatos radiculares que apresentam ação sobre microorganismos podendo

favorecer possíveis associações simbióticas, além de maximizar o metabolismo vegetal (ASG, 2008).

Neste sentido, a utilização de estimulantes vegetais em culturas que já possuem alto nível tecnológico, torna-se uma alternativa interessante. Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre as plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias, muitos compostos e combinações desses produtos têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (CASTRO & VIEIRA, 2003). O objetivo desse trabalho foi avaliar os possíveis efeitos da aplicação de, Stimulate via semente na cultura do sorgo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido Campus II da faculdade Católica do Tocantins, em casa-de-vegetação. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamento e cinco repetições. Para a realização do experimento a semente de sorgo foram colocada em placas de petri e posteriormente sendo colocada o solução de STIMULEITE nas concentração de 2%, 5%, 7,5% e mais a testemunha que foi somente umedecida com água. . As diluições do produto foi realizada em 100 ml de água Após as semente ficarem submetida por 10 minutos na solução de stimuleite, foram plantada em tubetes de plástico para mudas com substratos, e colocada na casa de vegetação onde a irrigação por aspersores sendo ligada um vez ao dia. Após 25 dias do plantio retiramos as planta do tubete e levamos para laboratório onde foram retirada todos os substrato da raiz, e sendo levada para a estufa com a temperatura de 40°C ficando lá por 72 horas. Foram avaliadas as seguintes variáveis: plantas, massa da matéria, seca de raízes e massa da matéria seca parte aérea. Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância aplicando o teste F e, quando constatada a significância, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

Através dos dados obtidos no experimento, observou-se que entre os tratamentos de massa seca da parte aérea, não houve diferença significativa na comparação entre a testemunha, já na massa seca de parte de raiz, verifica-se que os tratamentos, produziram diferença significativa, entre eles sendo que tratamento com T3 com 7,5% de stimuleite teve um valor maior na produção de raiz comparado com os demais, também se destacado o tratamento T2 que teve um aumento significativo.

Tratamentos		Massa seca parte aérea (g/planta )	Massa seca parte raiz (g/planta )
Stimuleite			
T1	2,50%	0,17 a	0,30b
T2	5%	0,15 <sup>a</sup>	0,42ab
T3	7,50%	0,23 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>
T4	Testemunha	0,11 <sup>a</sup>	0,29b
Média		0,173	0,438
CV%		41,34	34,81

Tabela.1 massa seca de parte aérea (g/planta) e massa seca de raiz (g/planta) inoculação dos produtos e Stimulate em semente de sorgo.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A interação positiva na utilização de stimulate na cultura de sorgo, podendo promover aumento na matéria seca de raiz. O fitoestimulante que contém fitorreguladores e traços de sais minerais, promove a liberação de compostos voláteis ou exsudatos radiculares que apresentam ação sobre microorganismos podendo favorecer possíveis associações simbióticas, além de maximizar o metabolismo vegetal.

Segundo Vieira & Castro (2004), o Stimulate aplicado em sementes de soja, age de forma eficiente e eficaz sobre diversos processos fisiológicos fundamentais das plantas superiores, como: germinação de sementes, vigor inicial de plântulas, crescimento radicular e foliar, e produção de compostos orgânicos. Esta substância tem a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer o equilíbrio hormonal da planta.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que o Stimulate na concentração de 7,5% proporcionou maior acúmulo de massa seca da parte da raiz, sendo que nas concentrações de 2% e 5% e 7,5% não teve nenhuma diferença entre-se estatisticamente, na massa seca da parte aérea.

## REFERÊNCIAS

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. 2nd ed. Plenum Press, New York. 1994. 445p.

CASTRO, P. R. E.; VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro**. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, V. Feijão irrigado: **tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba, Ed. Agropecuária. 2001.132p.

TABOSA; J.N.T.; O.V.R.; A.R.M.B.B.; M.C.D.M.; J.B.S.;J.A.C.O.; F.G.S.; A.D.A.N.; F.M.D.; M.A.L.; J.J.T.F.; M.M.A.N.; L.E.L.; H.W.L.C.; L.R.O. **Comportamento de Cultivares de Sorgo Forrageiro em diferentes ambientes Agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas**. Rev. Bras. de Milho e Sorgo , v.1, n.2, p.47-58, 2002.

OLIVEIRA, A. P.;NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. **Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas de cultivares de pessegueiro tratados com AIB**. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal, v.25, n.2, p.282-285, 2003.

## COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA, QUANTO AO TEOR DE ÓLEO, VISANDO A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL NO ESTADO DO TOCANTINS

### **Susane Maciel de Souza**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia de Alimentos  
Palmas – TO

### **Joenes Mucci Peluzio**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia Ambiental  
Palmas – TO

### **Deny Alves Macedo**

Centro Universitário Luterano de Palmas, Farmácia.  
Palmas – TO

### **Weder Ferreira dos Santos**

Universidade Federal do Tocantins, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia  
Gurupi – TO

### **Evandro Reina**

Católica do Tocantins, Agronomia  
Palmas – TO

### **Lucas Alves de Faria**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Rafael Marcelino da Silva**

Universidade Federal do Tocantins, Agronomia  
Gurupi – TO

### **Layanni Ferreira Sodré**

Universidade Federal do Tocantins, Licenciatura em Química  
Gurupi – TO

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi identificar cultivares de soja com alto teor de óleo nas diferentes épocas de plantio no Estado do Tocantins, no período de 2014/2015, visando a produção de biocombustível. Foram instalados dois ensaios de competição de genótipos de soja no agrícola 2014/15, sendo um em dezembro (17/12) e outro em janeiro (04/01) na Estação Experimental do Campus de Palmas (216 m de altitude, 10°10' S e 48°21' W), em uma área onde houve rotação de cultura. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e por 05 genótipos de soja (TMG 1180, M9144, RAÇA, ST820, OPUS) enviados por empresas públicas e/ou privadas. As plantas, de cada parcela experimental foram colhidas uma semana após apresentarem 95% das vagens maduras. Após a colheita, as plantas foram trilhadas, e as sementes secas ao sol (obtenção de 12% de umidade), limpas, pesadas e identificadas por cultivar. Posteriormente, foi determinado o teor de óleo dos grãos no laboratório do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Palmas, através do Método de Soxhlet, por ser prático e exequível. As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de significância. Na primeira época de plantio (17/12), as cultivares que mais se destacaram foram RAÇA (22,49%) e STS820 (21,53%). Na segunda época de

semeadura (04/01) não houve diferença estatística entre as cultivares. Sendo as cultivares indicadas para produção de biocombustíveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** produtividade, porcentagem, lipídeo.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to identify soybean cultivars with high oil content in the different planting seasons in the State of Tocantins, in the period of 2014/2015, aiming the production of biofuel. Two soybean genotype competition trials were installed in the agricultural 2014/15, one in December (17/12) and another in January (04/01) at the Palmas Campus Experimental Station (216 m altitude, 10°10 'S and 48°21 'W), in an area where there was crop rotation. The experimental design was a randomized complete block design with four replicates and 05 soybean genotypes (TMG 1180, M9144, RACE, ST820, OPUS) sent by public and / or private companies. The plants of each experimental plot were harvested one week after presenting 95% of the mature pods. After harvest, the plants were harvested, and the seeds were dried in the sun (obtaining 12% moisture), cleaned, weighed and identified by cultivar. Subsequently, the oil content of the grains was determined in the laboratory of the Food Engineering Course of the Federal University of Tocantins - Palmas Campus, through the Soxhlet method, because it is practical and feasible. The averages were compared by the Scott & Knott test, at 5% significance. In the first planting season (17/12), the cultivars that stood out were RACE (22.49%) and STS820 (21.53%). In the second sowing season (04/01) there was no statistical difference between the cultivars. Being the cultivars indicated for the production of biofuels.

**KEYWORDS:** productivity, percentage, lipid.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o problema do aquecimento global, cada vez mais, se torna necessário a produção de combustíveis vindos de fontes renováveis (1).

O Biodiesel vem se consolidando como novo negócio para a agricultura brasileira e será um importante instrumento de geração de renda no campo. Estudos desenvolvidos, em conjunto pelos Ministérios do Desenvolvimento Agrário (MDA), da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), da Integração Nacional (MIN) e Ministério das Cidades (MCID), mostram que a cada 1% de participação da agricultura familiar no mercado do biodiesel do país, baseado no uso do B5, seria possível gerar cerca de 45.000 empregos no campo (2).

Dentro do planejamento do governo de ampliar a produção de biodiesel, a soja representa a principal fonte de matéria prima, uma vez que possui cadeia produtiva estruturada e domínio tecnológico capaz de atender parte da crescente demanda por combustíveis renováveis (3).

O grão de soja apresenta em sua composição 20% de óleo, 38% de proteína e 34% de carboidratos, além de fibras e constituintes inorgânicos (4). Essa composição

varia conforme a genética e as condições ambientais, ocasionando variações no rendimento industrial (5).

O cultivo de plantas oleaginosas, no Estado do Tocantins, tem aumentado nos últimos anos, em virtude da abundância de recursos hídricos, condições edafoclimáticas favoráveis, localização estratégica da BR 153, implantação da Ferrovia Norte-Sul e da Hidrovia Tocantins-Araguaia (6).

Entretanto, escassos são os trabalhos envolvendo o comportamento de cultivares de soja, para fins de biodiesel, no estado. O objetivo deste trabalho foi identificar cultivares de soja com alto teor de óleo nas diferentes épocas de plantio no Estado do Tocantins, no período de 2014/2015.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois ensaios de competição de genótipos de soja no agrícola 2014/15, sendo um em dezembro (17/12) e outro em janeiro (04/01) na Estação Experimental do Campus de Palmas (216 m de altitude, 10°10' S e 48°21' W), em uma área onde houve rotação de cultura.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e por 05 genótipos de soja (TMG 1180, M9144, RAÇA, ST820, OPUS) enviados por empresas públicas e/ou privadas.

As plantas, de cada parcela experimental foram colhidas uma semana após apresentarem 95% das vagens maduras. Após a colheita, as plantas foram trilhadas, e as sementes secas ao sol (obtenção de 12% de umidade), limpas, pesadas e identificadas por cultivar.

Posteriormente, foi determinado o teor de óleo dos grãos no laboratório do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Palmas, através do Método de Soxhlet, por ser prático e exequível.

As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de significância.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para teor de óleo (%) revelou efeito significativo para cultivar e épocas. Para a interação cultivar x épocas, não foi detectado efeito significativo, mas foi realizado o desdobramento com o intuito de detectar diferenças significativas entre cultivares dentro de cada época e de épocas dentro de cada cultivar.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio
Época	1	8,92165*
Cultivar	4	5,17084*
Cultivar x época	4	1,24092 <sup>ns</sup>
Erro	36	2,98
Média (%)		21,44
CV (%)		4,45

Tabela 1- Resumo da análise de variância conjunta dos teores de óleo, em cinco cultivares de soja, semeados em Palmas-TO, na safra 2014/2015.

\*: significativo a 5% pelo teste F.

Na primeira época de plantio (17/12) (Tabela 1), as cultivares que mais se destacaram foram RAÇA (22,49%) e STS820 (21,53%). Na segunda época de semeadura (04/01) não houve diferença estatística entre as cultivares (Tabela 2).

O estudo entre as épocas de semeadura para cada cultivar, revelou similaridade de comportamento de cada um dos mesmos, com exceção de OPUS, que apresentou maior teor de óleo em semeadura mais tardia (Tabela 2). Tal igualdade de comportamento dos cultivares, nas duas épocas de plantio provavelmente, ocorreu em virtude da ocorrência de baixas flutuações na temperatura e precipitações nos períodos de condução dos ensaios.

Cultivares	Época I 04/15	Época II 17/15	Média
TMG1180	19,77aB	21,13aA	20,45b
M9144	20,80aB	21,25aA	21,03b
RAÇA	22,49aA	22,35aA	22,42a
ST820	21,53aA	23,35aA	22,44a
OPUS	19,88bB	21,85aA	20,86b

Tabela 2 - Teor de Óleo e Proteína, em porcentagem, em sementes de 5 genótipos de soja, produzidas em duas épocas de semeadura, na safra 2014/2015 em Palmas – TO.

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na horizontal, e maiúscula, na vertical, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5% de significância.

## 4 | CONCLUSÕES

As cultivares com maior teor de óleo, na primeira época de semeadura, foram RAÇA (22,49%) e ST820 (21,53%).

Na segunda data de semeadura, não foram detectadas diferenças entre as cultivares.

## REFERÊNCIAS

MCT-Ministério da Ciência e Tecnologia. **Relatórios Finais dos Subgrupos** Subgrupo: Aspectos Tecnológicos - Biodiesel. 2005.

HOLANDA, A. **Caderno de altos estudos – biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004.

GOLDEMBERG, J. **Bioenergia no estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. 152p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números (safra 2012/2013)**. 2013. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod\\_pai=69&op\\_page=294](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=69&op_page=294)> Acesso em: 17 mai. 2016.

GOLDEMBERG, J. **Bioenergia no estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008. 152p.

PELÚZIO, J.M.; VAZ-DE-MELO, A.; COLOMBO, G.A.; SILVA, R.R.; AFFÉRI, F.S.; PIRES, L.P.M.; BARROS, H.B. Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.22, n.2, p.69-74, 2006.

## CRESCIMENTO DE MUDAS DE JABUTICABEIRA EM DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATO E COBERTURA MORTA

### **Maura Colombo**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Dois Vizinhos – PR.

### **Lucas Daniel Perin**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Dois Vizinhos – PR.

### **Maiara Haskel**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Dois Vizinhos – PR.

### **Américo Wagner Júnior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Dois Vizinhos – PR.

### **Paulo Cesar Conceição**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Dois Vizinhos – PR.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar a ação da adição de composto de cama de aviário na formulação de substrato e adição de cobertura morta sobre o solo usados para crescimento de mudas de jabuticabeiras. O experimento foi realizado em casa de vegetação da UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos. Foram utilizadas mudas de jabuticabeira providas de mini-estacas enraizadas, as quais foram transplantadas para baldes de polietileno de 20l. O substrato foi composto por misturas de Latossolo Vermelho, areia e composto de cama de aves nas proporções: S1 - Latossolo + areia (2:1 v/v); S2 - Latossolo + areia + composto de

cama de aves (2:1:0,5 v/v/v); S3 - Latossolo + areia + composto de cama de aves (2:1:1v/v/v); S4 - Latossolo + areia + composto de cama de aves (2:1:1,5 v/v/v); e S5 - Latossolo + areia + composto de cama de aves (2:1:2 v/v/v). Como cobertura morta foi utilizada palhada de guandu (*Cajanus cajan*) na instalação do experimento, em proporção de 10 toneladas por hectare. As variáveis analisadas foram diâmetro do colo, altura de plantas e área de copa. A utilização de cobertura morta não apresentou resultado significativo aos 90 dias, contudo, após 120 dias a adição foi positiva. Quanto a adição de composto de cama de aves ao substrato, proporções acima de 14% foram letais para a jabuticabeira, sendo recomendado a utilização apenas da mistura de Latossolo e areia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Jabuticaba. Fertilidade. Solo.

**ABSTRACT:** The objective off this work was to evaluate the action off the addition off avian bed compound in the substrate formulation and addition off mulch on the soil around the growth off jabuticabeiras seedlings. The experiment was carried out in a greenhouse off UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos. Jabuticabeira seedlings from rooted mini-cuttings were used, which were transplanted to 20l polyethylene pails. The substrate was compossed off mixtures off red latosol, sand and bird litter compound in the

proportions: S1 - latosol + sand (2: 1 v / v); S2 - latosol + sand + bird bed compound (2: 1: 0.5 v / v / v); S3 - latosol + sand + poultry bed compost (2: 1: 1v / v / v); S4 - latosol + sand + bird bed compost (2: 1: 1.5 v / v / v); and S5 - latosol + sand + poultry bed compound (2: 1: 2 v / v / v). As cover mulch was used pigeon pea (*Cajanus cajan*) in the installation off the experiment, in proportion off 10 tons per hectare. The analyzed variables were lap diameter, height off plants and crown area. The use off mulch did not show significant results at 90 days, however, after 180 days the addition was positive. As for the addition off bird litter to the substrate, proportions above 14% were lethal to the jaboticabeira, and it is recommended to use only the mixture off Latosol and sand.

**KEYWORDS:** Jaboticaba. Fertility. Soil.

## 1 | INTRODUÇÃO

A jaboticabeira [*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel] é uma espécie nativa com grande potencial de uso comercial, sendo originária no Sul do Brasil e pertencente à família Myrtaceae. Esta fruteira pode ser propagada por métodos sexuado ou assexuado, sendo para este último, o uso da mini-estaquia é a técnica com resultados mais satisfatórios (Hossel, 2016).

Porém, a produção de mudas de jaboticabeiras se dá basicamente por sementes, o que resulta em grande segregação genética e longo período de juvenilidade das jaboticabeiras (DANNER et al., 2006). Isto significa um longo período de tempo entre a obtenção da muda até sua fase de produção, o que encarece o processo produtivo. Técnicas de propagação vegetativa como a mini-estaquia, além de garantir a manutenção das características da planta matriz, podem apresentar redução do período juvenil, que para essa espécie tem vantagem, pois quando oriunda de sementes a juvenilidade varia de 10 a 15 anos (CASSOL et al., 2015). Todavia, após a rizogênese, as mudas devem possuir condições adequadas para o seu crescimento, tendo como um dos fatores essenciais o substrato, recipiente utilizado e regime hídrico.

A partir da produção de mudas por meio de estacas, torna-se necessário avaliar o crescimento das mesmas em diferentes condições, sejam elas de substrato ambiente, recipiente e até mesmo regime hídrico. Essa avaliação é de grande importância, principalmente por estarem diretamente relacionadas com a qualidade do substrato, sua capacidade de fornecer nutrientes e de reter umidade e também das condições de ambiente no qual a muda está submetida.

Estudos realizados após a obtenção de mudas, avaliando variáveis de planta como diâmetro de colo, altura, número de folhas, são amplamente difundidos para a maioria das culturas de grande importância econômica, porém, para espécies florestais e de fruteiras nativas do Brasil esses estudos não são abundantes. Principalmente quando se fala da jaboticabeira e de mudas provindas da propagação assexuada.

Neste contexto, o substrato tem fundamental importância, pois sua função é de sustentar as plantas durante o enraizamento e ser fonte de nutrientes. O uso

de substratos alternativos para a produção de mudas de jabuticabeira oriundas de sementes já foi estudado por SASSO et al. (2008), faltando informações sobre o efeito dos mesmos sobre o crescimento das mudas oriundas da propagação vegetativa por mini-estaquia.

Além disso, o regime hídrico influencia na capacidade de crescimento das mudas, ideal atender à necessidade da muda, o que nem sempre é possível, pelas diferenças diárias que ocorrem. Buscando melhorar estas condições pode-se fazer o uso de cobertura morta, uma vez que está proporciona redução da perda de água do solo por evaporação e redução na amplitude térmica do solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adição de composto de cama de aviário na formação do substrato e do uso de cobertura morta sobre o crescimento de mudas de jabuticabeiras, provindas de mini-estacas em condições de casa de vegetação.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Dois Vizinhos; na Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) de Viveiro de Produção de Mudas Hortícolas, no período de agosto a dezembro.

Foram utilizadas mudas de jabuticabeira *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel, conhecida como “jabuticabeira híbrida”, provindas da técnica da mini-estaquia. As mudas, no momento da implantação do experimento, apresentavam-se com nove meses de idade, sendo então transplantadas para vasos com volume de 20 litros, preenchidos com substrato.

O substrato utilizado foi um composto a base de Latossolo, areia e cama de aviário curtida ou já decomposta. A mistura contendo apenas Latossolo e areia foi utilizada como substrato base, sendo incorporado a este as diferentes proporções de mistura com composto de cama de aviário. Foram formadas então cinco misturas com as seguintes proporções: a) substrato base com Latossolo + areia (2:1 v/v) – S1; b) cama de aviário + Latossolo + areia (0,5:2:1 v/v/v) – S2; c) cama de aviário + Latossolo + areia (1:2:1v/v/v) – S3; d) cama de aviário + Latossolo + areia (1,5:2:1 v/v/v) – S4; e) cama de aviário + Latossolo + areia (2:2:1 v/v/v – S5).

Como cobertura morta foi utilizada palhada da cultura de feijão guandu (*Cajanus cajan*), proveniente de cultivo na UNEPE Culturas Anuais. Para utilização nos lisímetros, as plantas adultas foram colhidas e trituradas, secas em estufa e posteriormente pesadas e distribuídas em cada unidade experimental.

A densidade de cobertura morta utilizada, em cada lisímetros, foi definida em 10 mg ha<sup>-1</sup>, o que se equivale a produtividade média da cultura em experimento de plantas de cobertura, calculada em proporção a área do lisímetro. A cobertura do solo calculada em base seca, resultou na utilização de 70 g de palhada seca por vaso.

Os vasos foram acondicionados em casa de vegetação com ambiente controlado (T°C de 25°C e UR próximo a 80%). Para avaliar o crescimento das plantas foram mensurados diâmetro de colo; altura de planta e diâmetro de copa aos 90 dias, aos 120 dias e aos 180 dias após a implantação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (substrato x presença ou ausência de cobertura morta), com quatro repetições, de uma planta cada. Os dados foram submetidos a teste de normalidade de Lilliefors, análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de cobertura morta não influenciou significativamente as variáveis de crescimento avaliadas aos 90 dias. Porém, foi significativa aos 120 dias, para diâmetro de colo e área de copa. Onde a média de crescimento em diâmetro de colo para as mudas submetidas a vasos com cobertura morta (2,82 mm) foi superior as mudas submetidas a vasos sem cobertura (2,67).

Entre as diferentes composições de substrato, para S1, as plantas que foram submetidas a vasos com cobertura do solo apresentaram média superior as plantas submetidas ao mesmo substrato porém sem cobertura morta (Tabela 1).

Entre as diferentes composições de substrato, aos 90 dias, S1 (4,0 mm; 3,5 mm – com e sem cobertura do solo respectivamente) não difere de S2 (3,5 mm - 3,0 mm), tanto com quanto sem cobertura morta do solo. S3 (2,4 mm – 2,6 mm), S4 (1,9 mm – 2,1 mm) e S5 (2,2 mm – 1,6mm) se igualam, diferindo de S1 e S2.

Já aos 120 dias, tanto com quanto sem cobertura morta do solo, S1 superou os demais em diâmetro de colo (Tabela1). S2 segue com a segunda melhor média tanto com quanto sem cobertura morta do solo. Os demais substratos variam com relação as plantas submetidas ou não a cobertura morta do solo.

SUBSTRATO	COM		SEM		Média geral	
S1	4,74	a A	4,23	a B	4,48	a*
S2	3,94	b A	3,71	b A	3,83	b
S3	2,16	c B	2,48	c A	2,32	c
S4	1,74	c A	1,90	d A	1,82	d
S5	2,02	d A	1,50	e B	1,76	d
<b>Média geral</b>	2,82	A	2,67	B	-	-
<b>CV(%)</b>	8,67					

Tabela 1: Diâmetro de colo (mm) em função do substrato e da cobertura do solo para mudas de jabuticabeira providas de mini-estacas e submetidas à casa de vegetação aos 120 dias.

\*Médias seguidas por letra diferente na coluna e na linha diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey, sendo letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha. CV % - coeficiente de variação, S1 - substrato base com latossolo + areia (2:1 v/v); S2 - cama de aves + latossolo + areia (0,5:2:1 v/v/v); S3 - cama de aves + latossolo + areia (1:2:1v/v/v); S4 - cama de aves + latossolo + areia (1,5:2:1 v/v/v); e S5 cama de aves + latossolo + areia (2:2:1 v/v/v).

Aos 180 dias as plantas submetidas aos substratos S3, S4 e S5 apresentaram morte de todas as mudas, sendo que a morte das mudas foi observada partir dos 130 dias. Para o substrato S1, aos 180 dias, as plantas submetidas a cobertura do solo apresentavam médias de diâmetro de colo superiores (11,7 mm), quando comparadas as plantas sem cobertura (9,6 mm). O mesmo ocorre para S2, onde as plantas submetidas a cobertura morta do solo apresentaram média superior (11,0 mm), quando comparadas as sem cobertura morta (8,2 mm).

Para a variável altura de planta, o fator cobertura do solo não foi significativo para as médias gerais, já a interação com os diferentes substratos e a presença ou não de cobertura morta foi significativa aos 120 dias.

Para S1, a média com a utilização de cobertura morta do solo (20,47 cm) foi superior à média de crescimento em altura das mudas submetidas ao substrato sem cobertura (18,65 cm) (Tabela 2). A mesma diferença foi observada para S2.

Aos 90 dias, S1 (17,3 cm – 16,3 cm – com e sem cobertura do solo respectivamente) se iguala a S2 (16,9 cm – 14,9 cm) para o crescimento em altura de planta. S3 (11 cm – 14,8 cm), S4 (8 cm - 13 cm) e S5 (8,6 cm – 8 cm) diferem entre si e de S1 e S2.

Entre os diferentes substratos, aos 120 dias, S1 supera os demais tanto com, quanto sem cobertura morta do solo, seguido por S2, com a segunda melhor média aos 120 dias (Tabela 2).

SUBSTRATO	COM		SEM		Média geral	
S1	20,47	a A	18,65	a B	19,54	a*
S2	18,74	b A	16,83	b B	17,77	b
S3	11,27	d B	13,67	c A	12,43	c
S4	9,13	d B	12,01	d A	10,42	d
S5	8,94	d A	8,42	e A	8,77	e
<b>Média geral</b>	13,29	A	13,68	A	-	-
<b>CV(%)</b>			7,92			

Tabela 2: Altura de planta (cm) em função do substrato e da cobertura do solo para mudas de jabuticabeira providas de mini-estacas e submetidas à casa de vegetação aos 120 dias.

\*Médias seguidas por letra diferente na coluna e na linha diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey, sendo letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha. CV % - coeficiente de variação, S1 - substrato base com latossolo + areia (2:1 v/v); S2 - cama de aves + latossolo + areia (0,5:2:1 v/v/v); S3 - cama de aves + latossolo + areia (1:2:1v/v/v); S4 - cama de aves + latossolo + areia (1,5:2:1 v/v/v); e S5 cama de aves + latossolo + areia (2:2:1 v/v/v).

Aos 180 dias, para a variável altura de plantas, S1 se manteve com média superior na presença de cobertura morta (36,8 cm – 31,08 cm) e superior também quanto ao substrato S2 (29,3 cm – 25,3 cm).

Para a variável área de copa, aos 180 dias, a média geral das plantas submetidas ao substrato com cobertura morta do solo apresentaram média superior as plantas sem cobertura morta (Tabela 3). Para S1 e S2 a presença de cobertura morta sobre o substrato resultou em médias superiores ao crescimento das mudas submetidas a vasos sem cobertura (Tabela 3).

Entre os diferentes substratos, aos 90 dias, S1 (322,5 cm<sup>2</sup> - 320,1 cm<sup>2</sup>) e S2

(276,1 cm<sup>2</sup>- 194,9 cm<sup>2</sup>) se iguala, e S3 (69,1 cm<sup>2</sup> – 165,2 cm<sup>2</sup>), S4 (25,8 cm<sup>2</sup> – 44,2 cm<sup>2</sup>) e S5 (39,1 cm<sup>2</sup> – 21,7 cm<sup>2</sup>) diferem entre si e de S1 e S2, assim como para a variável altura de planta.

Aos 120 dias, S1 resultou em médias superiores também em área de copa, seguido pelo S2, indiferentes da presença ou não de cobertura do solo (Tabela 3).

SUBSTRATO	COM		SEM		Média geral	
S1	533,83	a A	370,55	a B	448,48	a*
S2	340,57	b A	184,37	b B	256,54	b
S3	48,52	c B	96,7	c A	70,58	c
S4	26,37	cd B	45,9	d A	30,84	d
S5	18,72	d A	18,3	e A	22,16	d
<b>Média geral</b>	134,77	A	115,57	B	-	-
<b>CV(%)</b>	31,87					

Tabela 3: Área de copa jabuticabeira (cm<sup>2</sup>) em função do substrato e da cobertura do solo para mudas de jabuticabeira providas de mini-estacas e submetidas a casa de vegetação aos 120 dias.

\*Médias seguidas por letra diferente na coluna e na linha diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey, sendo letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha. CV % - coeficiente de variação, S1 - substrato base com latossolo + areia (2:1 v/v); S2 - cama de aves + latossolo + areia (0,5:2:1 v/v/v); S3 - cama de aves + latossolo + areia (1:2:1v/v/v); S4 - cama de aves + latossolo + areia (1,5:2:1 v/v/v); e S5 cama de aves + latossolo + areia (2:2:1 v/v/v).

Para área de copa, assim como para diâmetro de colo e altura de planta, aos 180 dias S1 (1852,9 cm<sup>2</sup>) com cobertura morta supera a média de altura das plantas sem cobertura (1177,8cm<sup>2</sup>). O mesmo ocorre para S2, onde com cobertura (862,6 cm<sup>2</sup>) supera sem cobertura (628,0 cm<sup>2</sup>). S1 segue superando S2 dos 90 aos 180 dias.

Em resumo, S1, substrato sem a adição de composto de cama de aves favoreceu o crescimento das mudas de jabuticabeira, mesmo considerando S2, que mesmo mantendo todas as plantas vivas até os 180 dias, não acompanhou o crescimento das mudas submetidas ao S1.

O que pode justificar a limitação no crescimento das plantas é proporção de composto utilizada. Segundo Carvalho et al. (2004), para a produção de mudas de Abieiro o que é considerado como ideal para adição de cama de aves fica entre 10 e 30% do volume utilizado. Para o caso do S3, S4 e S5, o composto ultrapassou 25% da composição do substrato. A concentração de 14% (S2) não resultou em morte das mudas, porém, as mesmas não acompanharam o crescimento das mudas submetidas ao substrato contendo apenas latossolo e areia.

Segundo Gianello e Ernani (1983), os danos causados às plantas em função do uso de altas doses de material orgânico, podem estar associados à diminuição no suprimento de oxigênio, estresse hídrico, presença de quantidades de nitrito e de sais, principalmente os de potássio.

Concluiu-se que a utilização de cobertura morta, em sistemas que não apresentam restrições hídricas, apresenta efeito positivo para o crescimento das mudas de jabuticabeira, contudo, seus efeitos surgem a longo prazo. Quanto as formulações do

substrato, o máximo recomendado para este caso é a proporção de 14% de composto, representado pelo tratamento S2.

## REFERÊNCIAS

CASSOL, D. A. et al. **Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jaboticabeira por alporquia**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 267-272. 2015.

DANNER et al. **Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 28, n. 3, 530-532 p. Dez, 2006.

SASSO, S. A.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. **Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 571-576. 2008.

SOUZA, H. A., et al. **Adubação nitrogenada e fosfatada no desenvolvimento de mudas de uvaia**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 99-103. 2009.

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. **Produção de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frangos, em casa de vegetação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 7, p. 285-290. 1983.

CARVALHO, J. E. U. et al. **Efeito de Doses Percentuais de Cama de Frango na Produção de Mudas de Abieiro**. Comunicado Técnico, Belém: EMBRAPA, n. 90, p. 4. 2004.

CARVALHO, D. F. et al. **Efeito da cobertura morta e do preparo do terreno nas perdas de solo e água em um Argissolo vermelho-amarelo**. Engenharia na Agricultura, v.11, p.15-22. 2003.

## EDUCAÇÃO EM SOLOS NO CONTEXTO URBANO: UMA EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SOLO NA ESCOLA” NO PARQUE CIENTEC/USP

**Marina Braguini Manganotte**

Universidade de São Paulo, Faculdade de  
Educação (FEUSP)  
São Paulo - SP

**RESUMO:** Este trabalho é uma reflexão acerca da experiência do projeto Solo na Escola (USP), que buscou investigar como os estudantes compreendem a relação entre natureza e meio urbano, e quais são as apropriações concretas que fazem dos conteúdos normativos que circulam nas escolas - e no nosso caso em específico, no projeto Solo na Escola - e das suas experiências ao nível do que vivem cotidianamente na cidade. A pesquisa foi realizada através de entrevistas com os estudantes que participaram do projeto durante o ano de 2014, e nos indicaram novos caminhos para pensar a educação em solos: trata-se de superar inicialmente a premissa de que em maior quantidade e melhor qualidade os conteúdos sobre o solo irão solucionar as lacunas encontradas nesta área atualmente, e sim reconhecer que elas existem e necessitam ser enfrentadas, mas, sobretudo, que é preciso compreender as contradições que caracterizam o lugar social da natureza nas grandes cidades, e este é o primeiro passo para se (re)pensar a relação homem-natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação; Solo; Meio urbano.

**ABSTRACT:** This work is a reflection about the education project entitled “Soil in the School”(USP) which sought to investigate how students understand the relationship between nature and the urban environment, and what are the specific appropriations they make about normative content that circulates in schools - and our case in particular, in the project Soil in School - and their experiences at the level of daily living in the city. The survey was conducted through interviews with students who participated in the project during the year 2014, and indicated new ways of thinking about education in soil: it is initially overcome the assumption that a greater quantity and better quality of soil content will solve the gaps found in this area currently, but recognize that they exist and need to be combated, but, above all, that we must critically understand the social role of nature in cities is determined, and this is the first step to (re) think the man-nature relationship.

**KEYWORDS:** Education; Soil; Urban space

### 1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho tem a intenção de contribuir para o debate acerca da chamada Educação em Solos, dentro do âmbito da Educação Ambiental, e sua preocupação com a relação entre a natureza e o meio urbano. A partir de um

breve panorama sobre a introdução da Educação Ambiental no mundo e no Brasil, e das novas concepções precursoras por ela, buscamos investigar um pouco sobre a formação histórica destas novas correntes e seus desdobramentos na sociedade moderna. Contudo, acreditamos que tal trabalho só é possível a partir de uma análise crítica das experiências concretas que vem sendo desenvolvidas neste cenário. Por conseguinte, a questão principal deste trabalho é compreender como o projeto Solo na Escola, no parque de Ciência e Tecnologia da USP (CienTec), abordou a problemática natureza-sociedade em suas atividades durante o ano de 2014, e especialmente, como os estudantes que do projeto participaram se apropriaram deste conhecimento e o (re)significaram.

O termo Educação em Solos refere-se, inicialmente, a um estudo integrado do conteúdo de solo dentro de uma abordagem de educação ambiental. Trata-se, portanto, de uma tentativa de incorporar este organismo vivo e dinâmico que é o solo em uma análise integrada a todo o meio natural. Contudo, sabemos que a sociedade moderna nos imprimiu uma forma bem particular de lidar com o meio natural, afinal, para ela a natureza aparece como um bem abundante, infinitamente disponível e passível de domínio pela - e pelo bem da - humanidade. A partir da Revolução Industrial, o modo de produção capitalista estruturou-se, baseado na forte utilização dos combustíveis derivados do petróleo, na exploração desmedida dos recursos naturais e, ainda, no “uso do ar, da água e do solo como depósito de rejeitos” (MUGLER, p.734, 2006).

Os primeiros grandes impactos da Revolução Industrial, decorrentes da poluição atmosférica de origem industrial, que se traduzem nos primeiros sintomas da crise ambiental, surgiram já na década de 50 do século XX. A partir dos anos 60 e 70 do século XX, fica claro que a degradação ambiental e os problemas e impactos daí decorrentes colocam em cheque a sobrevivência tanto do modelo de desenvolvimento, como do próprio homem sobre a Terra (MUGLER et al., p.734, 2006).

É principalmente a partir da década de 1970, que na busca por uma postura humanitária de proteção ambiental, começam a borbulhar novas concepções acerca da relação homem-natureza. A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, realizadas em Estocolmo, em 1972, é um marco inicial desta ênfase na necessidade de um programa de educação ambiental. A partir da década de 1990, a Educação Ambiental começou a ter também a preocupação com a abordagem da temática do solo. Em 1998 foi estabelecida uma comissão intitulada Soil Education and Public Awareness (Educação em Solos e Conscientização Pública), na Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, com o objetivo de atingir uma maior divulgação sobre a questão da conservação e do uso racional e sustentável do solo (OLIVEIRA, p.211, 2014).

Estas novas concepções estão interessadas em superar a idéia de homem dominador da natureza e colocá-los, ambos, como parte do meio ambiente. É preciso, desta maneira, superar as formas de pensamento que degradam a natureza e criar novos modelos de desenvolvimento e consumo, mais conscientes. Para isto, seria

necessária a realização de um trabalho de reeducação da sociedade, tanto no sentido de mostrar as consequências do modelo consumista capitalista, quanto de promover a disseminação de conhecimentos acerca dos elementos que integram o meio ambiente, já que uma das crenças deste viés ambientalista é que as pessoas, em geral, degradam o ambiente por falta de conhecimento sobre o assunto.

São diversos os trabalhos que encontramos no decorrer da pesquisa que caminham nesta perspectiva e tratam da necessidade da conscientização sobre o assunto. São de fato, trabalhos importantes, que denunciam o escasso conhecimento e produção sobre a temática ambiental, e especificamente sobre o solo, tanto no nível cotidiano da vida, como nos conteúdos formais, ensinados na escola. Mugler afirma:

O solo é um componente essencial do meio ambiente, cuja importância é normalmente desconsiderada e pouco valorizada. Assim, é necessário que se desenvolva uma 'consciência pedológica', a partir de um processo educativo que privilegie uma concepção de sustentabilidade na relação homem-natureza (MUGLER et. al, p.733, 2006).

Oliveira afirma que embora os alunos tenham estudado o solo em sala de aula, a visão produzida pelos livros didáticos sobre o tema é muito restrita, com conceitos ultrapassados e, muitas vezes, incorretos, baseados em senso comuns (OLIVEIRA, p.210, 2014). Diniz também afirma que:

O ensino de solos tem sido objeto de importantes trabalhos, como o de Braida (1997). No entanto, muitos deles são ainda voltados para uma pequena fatia da sociedade: a que chega à Universidade, representada por estudantes de cursos de agronomia, ciências florestais, geografia, etc. Pouca preocupação, pelo menos relativamente, é dispensada ao ensino fundamental e médio. (DINIZ et al, p.310, 2005)

Vilas Boas responde que o solo não é compreendido como deveria ser ao dizer que à ele não é atribuído seu papel primordial para a vida humana e para a conservação da biodiversidade. Ele ainda complementa:

grande parte da população demonstra, em atitudes, pouca consciência sobre a importância da conservação do solo e de sua biota, o que contribui, em grande parte, para a sua degradação, seja pelo seu mau uso, seja pela sua ocupação desordenada (VILAS BOAS et al, p.296, 2012).

Jesus também responde à importância de dar significado a preservação do solo:

A conscientização necessária à preservação do solo, enquanto constituinte da paisagem e base de grande parte da vida existente no planeta, pode ser adquirida na escola por meio de atividades que visem à identificação de atributos, características e diferentes formas de utilização, de modo que o solo passe a fazer parte do imaginário e da realidade cognitiva do educando (JESUS, et al, p.551, 2013)

Hatum confirma que:

Apesar de o solo ser um importante recurso natural, pode-se perceber uma defasagem de conteúdo dedicado aos materiais didáticos, pois muitos estão em desacordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), sendo ministrado em sala de aula sem relacioná-los ao cotidiano do aluno, desvinculando sua utilização de uma melhor forma prática, ou seja, relacionada com a realidade vivenciada (HATUM et al, 2008).

Ela ainda afirma que a falta de conscientização e informação acarretam uma grande perda em diversos sentidos, tais como o mau uso do solo e a erosão, a lavagem do solo, a contaminação deste por resíduos urbanos e industriais, o desmatamento. A consequência geral deste mau uso do solo ocasiona um desequilíbrio ambiental e uma degradação do ecossistema (HATUM et al, 2008).

Neste ponto, concordamos com as afirmações de que se conhece pouco e se produz ainda menos conhecimento sobre os elementos do meio ambiente, tal qual é o caso do solo, e principalmente sobre ele. Lima, contudo, dá um passo adiante nesta análise, o qual nos interessa grandemente nesta pesquisa. O autor nos chama a pensar que embora o estudo científico do solo, a produção e reprodução de informações a respeito do seu papel no meio ambiente e de sua importância na vida do homem sejam condições para facilitar sua proteção e conservação, “a mera informação sobre o solo não permitirá que ele seja conservado, pois a degradação dos solos e dos ambientes naturais está relacionada a uma série de aspectos econômicos, políticos e culturais” (LIMA, 2005).

Dessa forma, assim como Muggler, o autor defende uma saída para o problema através da produção de uma consciência em relação ao solo, que seja capaz de construir novos valores e atitudes. Embora afirme que esta nova consciência não seja capaz de resolver o problema da degradação, o autor defende a sua contribuição no que diz respeito à reversão deste processo.

A contribuição destas pesquisas para a abordagem deste tema é imensurável, contudo nos coloca frente a novas questões, que nos encaminharam à necessidade de olhar o nível concreto do trabalho realizado na educação em solos. Afinal, é possível afirmar prontamente que o conhecimento - em maior quantidade e melhor qualidade - produziria uma transformação nas relações sociais estabelecidas na universalização da sociedade moderna capitalista?

Nosso objetivo neste trabalho seria, portanto, identificar a partir da experiência de ensino e aprendizagem desenvolvida pelo Projeto Solo na Escola-USP, algumas pistas sobre a forma como estudantes compreendem o solo e sua relação com a cidade onde vivem e mais, quais as contradições denunciam em suas falas sobre tal relação.

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS**

A coleta de material baseou-se em entrevistas semi-estruturadas com os estudantes de todas as escolas que participaram do projeto Solo na Escola durante o ano de 2014. Ao todo, recebemos neste período, 38 grupos de estudantes, dos quais 85%, ou aproximadamente 1280 crianças e jovens, eram estudantes oriundo de escolas públicas do Estado de São Paulo, e 74% cursavam na época o Ensino Fundamental II, que compreende a faixa etária dos 10 aos 14 anos. Em média, as entrevistas foram

realizadas com dois ou três estudantes por escola e todas as informações coletadas eram anotadas em diários de campo. Este foi o principal material para a análise sobre como as crianças e jovens compreendiam o solo e sua relação com a cidade.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto Solo na Escola nasceu a partir dos anseios, conversas e discussões realizadas no âmbito do Grupo de Educação em Solos, constituído desde 2009, no Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo sob iniciativa da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Déborah de Oliveira. Inicialmente, o objetivo principal deste grupo era o de realizar pesquisas e elaborar materiais e experimentos que pudessem ser utilizados como suporte na educação em solos. Em 2014, com o financiamento da “Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da USP”, tornou-se possível a implantação de uma sede física para o projeto. Instalado no Parque de Ciências e Tecnologia da USP – CienTec, o projeto Solo na Escola (Geografia – USP), visa tornar mais lúdica a relação de ensino e aprendizagem em solos, com propostas de experimentos científicos que apresentem aos alunos as inter-relações do solo com o meio.

Durante nosso trabalho no projeto Solo na Escola buscamos investigar sobre as relações cotidianas estabelecidas pelos estudantes com a escola e o bairro em que viviam. A forma segregatória - social e da própria natureza - por meio da qual o espaço urbano se reproduz é percebida nas falas dos estudantes em geral.

A grande maioria dos jovens era moradora da cidade ou da região metropolitana de São Paulo. Quando questionados sobre o contato que têm com o solo, sobre o que conhecem, as respostas são variadas. Alguns afirmam ter contato diariamente: “Eu moro no meio do mato, tem terra pra todo lado” e “Minha rua é de terra, eu sei o que é o solo: é lama! Quando chove lá em casa, vira aquele lamaçal. Cê pisa e afunda o pé, eu que não saio de tênis novo quando chove! Às vezes nem saio de casa!” são declarações dos alunos de Itapeverica da Serra.

Outros estudantes respondem afirmando um contato mais parcimonioso: “A gente lá em casa tem bastante contato, sim. Porque a gente mora grudado no Horto, às vezes eu e meu irmão vamos dar um role por lá”; “Meu pai trabalha com terra. Ele planta em casa, e trabalha em umas casa de rico com isso”. Essas foram algumas respostas dos jovens de uma escola da Zona Norte de São Paulo. Na segunda afirmação, o pai da aluna era jardineiro, e trabalhava em casas da vizinhança.

Alguns estudantes abstêm-se da resposta ou negam ostensivamente o contato, justificando-o: “Eu moro na cidade, não tem terra lá!”, “Meu prédio tem um jardinzinho [risos]”, “Tá achando que só porque a gente é favelado mora no meio do mato, tia?”. Estas foram respostas de alguns jovens de uma escola da Zona Leste de São Paulo.

Tanto em função dos autores e trabalhos pesquisados, quanto por uma hipótese apriorística, no começo deste estudo, acreditamos também que a condição de

distanciamento e desconhecimento sobre o solo e suas propriedades era produto direto da falta de contato dos estudantes com o solo, em função da condição de habitantes de áreas urbanas.

Muitas vezes, os estudantes das áreas urbanas não percebem que o solo apresenta importância, pois este conteúdo nos livros didáticos é contextualizado para a atividade agrícola, não se aproximando da realidade da maioria destes alunos (LIMA, p.386, 2005)

Seria preciso, pois, “dar significado à importância de preservar o solo”, especialmente para enfrentar o grande “desafio quando se trabalha com alunos do meio urbano” (JESUS et al, p.551, 2013).

Contudo, no decorrer da pesquisa deparamo-nos com algumas contradições que não puderam ser ignoradas. Mesmo que seja possível afirmar que há, nalguma medida, um menor contato destas crianças que vivem no meio urbano com o solo e com estes ambientes ditos “naturais”, não é possível reduzi-las a esta condição. As conversas estabelecidas com os estudantes nos mostraram que tanto as crianças e jovens que afirmavam ter algum contato, quanto os que negavam veementemente, viviam uma ligação forte com o solo, mesmo que contraditória.

Como é possível admitir um positivo quando, os estudantes que têm contato com o solo o tem porque sua rua não é pavimentada, e quando eles saem de casa na chuva sujam os tênis, isso quando não são privados da própria mobilidade? Ou o estudante cujo contato é mediado pelo pai, que trabalha como jardineiro nas mansões do Horto Florestal para garantir a subsistência da família?

Também é insuficiente pensar que os estudantes que negam o contato o fazem por simplesmente desconhecimento sobre o solo. As afirmações expostas acima indicaram uma forma comum de se referir à ele: pejorativa. Ele é associado ao oposto do que é limpo e organizado, oposto do progresso e do desenvolvimento. Ele é o outro da cidade. O negativo dela. O que foi segregado.

E não é como se os estudantes não tivessem contato ou o desconhecêssem completamente. O que as falas deles nos faz pensar, é que ele é visto como o negativo, o que não é desenvolvido, o atrasado.

As conversas com os estudantes que visitaram o projeto ainda nos pede outras considerações, que recaem sobre a questão do lugar social da “natureza” na sociedade que vivemos. Há marcadamente uma cisão entre o lugar da natureza e o lugar da cidade.

Afinal, o lugar da natureza é nos parques, hermeticamente construídos e planejados para isso: “A gente lá em casa tem bastante contato, sim. Porque a gente mora grudado no Horto, às vezes eu e meu irmão vamos dar um role por lá”; ou nos jardins, projetos urbanísticos e paisagísticos: “Meu pai trabalha com terra. Ele planta em casa, e trabalha em umas casas de rico com isso”, “Meu prédio tem um jardimzinho [risos]”. O lugar da natureza não é o lugar da cidade: “Eu moro na cidade, não tem terra lá!”, embora seja o da segregação: “Tá achando que só porque a gente é favelado

mora no meio do mato, tia?”.

[...] A grande cidade só tem um problema: o número. No seu âmbito necessariamente se estabelece uma sociedade de massas, o que implica a coação sobre essas massas, portanto, a violência e a repressão permanentes. O que pensar da oposição “cidade-campo”? Que é insuperável, e que as interações tornam-se catastróficas. O campo reconhece que está a serviço da cidade, e a cidade envenena a natureza; ela a devora re-criando-a no imaginário para que essa ilusão de atividade perdure. A ordem urbana contém e dissimula uma desordem fundamental. A grande cidade não é apenas vícios, poluições, doença (mental, moral, social). A alienação urbana envolve e perpetua todas as alienações. Nela, por ela, a segregação generaliza-se: por classe, bairro, profissão, idade, etnia, sexo. Multidão e solidão. Nela o espaço torna-se raro: bem valioso, luxo e privilégio, mantidos e conservados por uma prática (o “centro”) e estratégias [...] (LEFEBVRE, p.90, 2004)

A ideia de conservacionismo apenas margeia uma concepção que considera as contradições da relação entre a cidade e a natureza. É preciso falar delas, assim como as crianças e jovens o fazem nesta pesquisa. É importante reconhecer a maneira como somos determinados a nos relacionar com a natureza dentro das cidades. É necessário ver que os parques urbanos - como o próprio parque onde o projeto está instalado, por exemplo - repõem uma cisão entre natureza e cidade, acirrando-a a tal ponto que reproduzem esta alienação generalizada, fazendo-nos crer que não conhecemos os componentes da própria relação que participamos de forma ativa. Na cidade segrega-se a tudo e a todos. Na medida em que monopoliza, espaço, riqueza e cultura, a cidade produz espaços formalmente definidos e planejados, onde cada segmento da vida social deve acontecer.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de pesquisa realizado com os estudantes que participaram do projeto Solo na Escola – USP durante o ano de 2014 teve como preocupação fundamental levantar algumas questões sobre os problemas que vem sendo denunciados no âmbito das pesquisas mais recentes sobre essa temática.

Uma vez que encontramos diversos trabalhos dedicados à discussão de métodos e práticas de ensino de solos, gostaríamos de abrir as possibilidades para um novo debate. Embora compartilhem da necessidade de se pesquisar formas e desenvolver estratégias para o ensino sobre os solos, nosso argumento é o de que é preciso também conhecer a realidade concreta para a qual estes novos métodos e práticas de ensino são destinados.

Na medida em que nos debruçamos sobre isso durante esta pesquisa, percebemos a necessidade inicial (antes mesmo de pensar em formas de ensinar) de construir juntamente com nossas crianças e jovens uma crítica acerca da sociedade em que vivemos, especialmente sobre a questão do lugar social que à “natureza” é destinado no meio urbano. Se a leitura dos estudantes sobre o solo nos mostrou que eles o enxergam como o negativo da cidade, é preciso iniciar um processo de entendimento

crítico justamente por aí. Superar a dicotomia homem-natureza pode ser o primeiro passo para compreender que a forma de reprodução da cidade é segregatório, no qual para incluir, exclui-se.

Contudo, se por um lado consideramos que é sobre o espaço da cidade que incide a racionalidade urbana, do planejamento estratégico e da gestão, onde se define qual é o lugar da natureza e qual o lugar do homem, é nele também onde as relações sociais acontecem, onde os sujeitos concretos se relacionam e dão significados à objetos e ao próprio espaço material. É preciso apostar neste espaço como o lugar de tudo isso ao mesmo tempo, e que estas relações não se darão de forma passiva e acertada, e sim nos embates e conflitos, na resistência dos que são o “negativo” das grandes selvas de pedra.

## REFERÊNCIAS

DINIZ, A.; BATISTA, R.; SANTOS, R. **Popularização da taxonomia de solo: Vocabulário mínimo e aspectos sócio-econômicos no contexto do ensino fundamental, em São Miguel, Esperança (PB)**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, vol. 29, núm. 2, 2005, pp. 309-316.

HATUM, I.; ZECCHINI, M.; FUSHIMI, M.; NUNES, R.. **Trilhando pelos Solos – Aprendizagem e conservação do Solo**. UNESP, 2008.

JESUS, O.; MENDONÇA, T.; ARAÚJO, I.; CANTELLI, K.; LIMA, M. **O vídeo didático “Conhecendo o Solo” e a contribuição desse recurso audiovisual no processo de aprendizagem no Ensino Fundamental**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, vol. 37, 2013, pp. 548-553.

LEFEBVRE, H. **A Revolução Urbana**. Editora UFMG: Belo Horizonte, 2004.

LIMA, M.R. **O Solo no Ensino de Ciências no Nível Fundamental**. Revista Ciência & Educação, vol. 11, núm. 3, 2005, pp. 383-394.

MUGGLER, C.; PINTO SOBRINHO, F.; MACHADO, V. **Educação em solos: princípios, teoria e métodos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol.30, num. 4, ago/2006, PP. 733-740.

OLIVEIRA, D. **O conceito de solo sob o olhar de crianças do Ensino Fundamental em escolas de São Paulo-SP**. Ciência e Natureza, Santa Maria, v. 36, Ed. Especial, 2014, p. 210-214.

VILAS BOAS, R.; MOREIRA, F. **Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, vol 36, num. 1, jan-fev, 2012, pp. 295-306.

## EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E ATIVIDADE DIDÁTICA SOBRE A TEMÁTICA DE SOLO CONTAMINADO

### **Ana Claudia Ramos Sacramento**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Formação de Professores -  
Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, RJ.

### **Maria Luiza Félix Marques Kede**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Formação de Professores -  
Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, RJ,

### **Luiz Carlos Bertolino**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Formação de Professores -  
Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, RJ

### **Thaís Domett de Santana**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Formação de Professores -  
Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, RJ.

**RESUMO:** O estudo acerca da contaminação de solo tem ganhado importante relevância devido às discussões sobre os impactos ambientais na natureza não só nas comunidades em geral, como também na escola. Os livros didáticos, os currículos e outros materiais têm trazido questões pertinentes sobre a conservação e a preservação do ambiente, contudo, percebem-se ainda poucas propostas a respeito da temática apresentada. Desta maneira, o objetivo deste texto é trazer uma proposta de atividades que possam ser trabalhadas no Ensino Médio dando maior ênfase à temática, voltando-a para outras formas de contaminação, suas origens,

consequências e possíveis soluções. Busca-se aqui também, aumentar as possibilidades para professores abordarem o tema e disseminar no ensino de Geografia maior conscientização sobre a importância da conservação do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade didática, Contaminação de solo, Ensino de Geografia.

**ABSTRACT:** The study on soil contamination has gained significant importance due to discussions on environmental impacts on nature not only in the communities in general as well as in school. Textbooks, curricula and other materials have brought pertinent questions about the conservation and preservation of the environment, still realize up few proposals regarding the theme presented. Thus, the aim of this text is to bring a proposal of activities that can be worked in high school focusing more on the subject turning to other forms of contamination, its origins, consequences and possible solutions. The purpose here is also increase the possibilities for teachers addressing the issue and disseminating in Geography teaching greater awareness of the importance of soil conservation.

**KEYWORDS:** Didactic Activity, Soil contamination, Geography Teaching.

## 1 | INTRODUÇÃO

O ser humano ao ir construindo sua história com a Natureza, vai modificando o espaço geográfico que está a sua volta, criando uma série de consequências pela apropriação não só da sociedade, mas também das grandes corporações que buscam extrair matéria-prima necessária para produção dos seus produtos, alimentos e outros em massa.

Nesta situação, se encontra o solo, que é um importante componente do ecossistema terrestre, uma vez que além de ser o principal substrato utilizado pelas plantas para crescimento, disseminação e fornecimento de água e nutrientes, também exerce funções como regulação da distribuição, escoamento e infiltração da água da chuva que é encaminhada posteriormente para os rios, lagos e lençóis freáticos (COELHO et al, 2013).

Os currículos Nacionais, Estaduais e Municipais brasileiros apontam que devem ser estudados na disciplina de Geografia: a Natureza e seus elementos: rochas, geologia, relevo, bacias hidrográficas, solos e outros; a questão da degradação, preservação e conservação do meio ambiente nas áreas urbanas, industriais e agrícolas. Contudo, esses estudos são desenvolvidos de forma muito simples, ou em sua grande maioria, sem discutir o tema central do nosso trabalho: o solo contaminado em seus diferentes contextos.

O ensino de Geografia, por meio da Educação Geográfica, tem um papel importante nas discussões sobre o solo, pois, é uma disciplina que trabalha a temática. A partir da Educação Geográfica, os professores precisam conforme Sacramento e Falconi (2010) pensar do ponto de vista pedagógico, desenvolver atividades de aprendizagem que promovam nos estudantes saber refletir sobre os fenômenos sociais, culturais e físicos para superar um ensino memorístico e sem sentido. Desta maneira, construir atividades em sala de aula que saiam do senso comum, assim, discutindo os aspectos físico-naturais de forma a compreensão da construção e organização do espaço geográfico.

Ao pensar o estudo de solo contaminado, sabe-se que essa contaminação pode se dar de aspectos físicos, como e principalmente, devido ao uso que o homem faz para a organização do espaço, principalmente do ponto de vista econômico e da falta de uma política de fato efetiva que monitore as contaminações nas diferentes escalas de análises.

A consequência da contaminação do solo é uma grande quantidade de locais contaminados que não podem ser aproveitados para a construção de residências, áreas de lazer ou prática da agricultura. E ainda, algumas vezes esses locais são utilizados sem que se tenha conhecimento da contaminação do solo oferecendo risco à saúde.

Trabalhar essas questões permite promover entre os alunos maior conscientização sobre a importância da conservação do solo, além do entendimento da relação entre

o desenvolvimento social, político e econômico com a degradação e contaminação do solo e ecossistemas a ele associados. Assim, ao estudar solos é possível realizar uma análise dos elementos sociais e da natureza, e assim, entender de que forma estão relacionados e, posteriormente, tornar os alunos capazes de elaborar soluções para esse grande problema da sociedade atual.

Em estudos desenvolvidos por Vaz (2009), que analisou livros didáticos, foi constatado que o tema solo é retratado apenas como um meio de produção agrícola, servindo como substrato para o desenvolvimento de vegetais, e dessa maneira, para o autor, os alunos não têm acesso a informações corretas tecnicamente, úteis ou adequadas à realidade brasileira em relação ao solo e conseqüentemente, sobre os solos contaminados.

Facilmente percebe-se a necessidade de desenvolvermos de maneira satisfatória o tema solos, expondo a importância desse recurso ao ser humano, além da vulnerabilidade que o mesmo possui, provocadas pelas interferências do homem sobre o meio ambiente (LIMA, 2005). Tais interferências em grande parte são realizadas de forma inadequada, comprometendo esse elemento natural e toda sua dinâmica (SOUSA, 2012).

Esta ação é parte do projeto de pesquisa financiado pela FAPERJ - “Leitura sobre as espacialidades das cidades e suas representações na sala de aula” -, compreendido no período de 2016 a 2018, o qual tem como concepção teórico-metodológica a pesquisa qualitativa no processo de apreensão das interpretações e representações construídas pelos sujeitos (estudantes das escolas e licenciandos) com seus espaços de vivência.

O objetivo deste trabalho é apresentar atividades didáticas com a possibilidade de se trabalhar com o ensino de contaminação de solos em sala de aula, nas turmas do Ensino Médio. Desta maneira, o texto está dividido em três momentos, o primeiro pensar a importância da educação geográfica para ensinar o tema de solos contaminados na sala de aula; no segundo compreender as atividades didáticas como um elemento pedagógico para ensinar solos em sala de aula e as conclusões sobre analisar as implicações desse.

## **2 | EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E O ENSINO DE SOLOS CONTAMINADOS**

Pensar atualmente a Geografia Escolar é buscar construir o conhecimento pedagógico-geográfico, fazendo com que os conteúdos e os conceitos sejam trabalhados de maneira a permitir que as práticas cotidianas e os fenômenos geográficos contribuam para uma produção de interpretação, análise e orientação do saber geográfico.

Para Severo e Werlang (2014) é importante buscar estabelecer conexões entre a percepção e os problemas ambientais percebidos no espaço vivido do aluno. Assim,

desenvolver as atividades didáticas é possibilitar a leitura da sociedade e sua interação com o espaço na construção do conhecimento, visando fazer com que o aluno, saiba aplicar esse conhecimento nas ações e nas práticas do espaço vivido.

Nos últimos anos a discussão sobre a Educação Geográfica tem o papel fundamental de educar para a cidadania, assim, formando cidadãos que compreendam a sua realidade, despertando uma consciência espacial sobre os fenômenos, fatos e as ações vividas cotidianamente, e desse modo, sejam capazes de participar de forma ativa na transformação dos seus espaços de vivência, respeitando as suas diversas dimensões, de forma ética e responsável (MACÊDO, 2015).

Assim, como também, possibilitar o conhecimento geográfico para análises, interpretações e aplicações em situações práticas; trabalhando-se a cartografia como metodologia para a construção do conhecimento geográfico, a partir da linguagem cartográfica; analisando-se os fenômenos em diferentes escalas; buscando-se compreender a dimensão ambiental, política e socioeconômica dos territórios. Tudo isso dá um caráter renovado ao currículo escolar.

A Educação Geográfica pode constituir-se no aspecto crítico de como fazer o ensino de Geografia - conteúdo específico de uma matéria de ensino curricular e de uma ciência que se constitui como tal, para compreender a sociedade a partir da análise espacial (CALLAI, 2013, p. 92).

Para Durán (2004) a concepção de Educação Geográfica tem como objetivo compreender os problemas ambientais, por meio de uma consciência crítica na análise dos fenômenos geográficos cotidianos, na qual o objetivo é fazer conhecimento seja produzido para que o estudante consiga desenvolver o pensamento espacial para saber agir sobre as transformações ocorridas em diferentes escalas, como a territorial. Segundo Durán (2004, p. 44):

[...] la educación geográfica promueve la toma de conciencia ambiental y territorial y permite, entonces, que los alumnos conozcan los problemas y sus alternativas de solución para comprender cómo es posible lograr distintas alternativas para la mejora de la calidad de vida de la población.

Destarte, a Educação Geográfica busca conscientizar os estudantes a saber pensar o espaço social produzido pela sociedade também vivenciado por eles. Assim, o papel do professor de Geografia é construir metodológica e didaticamente estratégias de aprendizagem que permita um conhecimento próprio da disciplina e faça com que o aluno seja capaz de identificar os elementos sociais, físicos e culturais impostas neste espaço.

Para tanto, entender a sociedade pode ser realizada por meio de diversos conteúdos específicos, aqui pode-se destacar um dos fenômenos importante para construir o conhecimento voltados para os aspectos físico-naturais como uma maneira de desenvolver nos estudantes à compreensão dos diferentes fenômenos espacializados, transformados a partir da necessidade humana de organizar e estruturar o espaço geográfico. Assim, segundo Morais (2011, p. 3):

É papel da escola, e em especial do professor, ajudar o aluno a construir os conhecimentos que lhe permitam realizar essa ação. Para que isso se efetive mediado pelo ensino das temáticas físico-naturais, os conteúdos relevo, rochas e solos devem ser abordados de forma que compreendam as dinâmicas internas a cada um deles e entre eles, bem como as que se estabelecem com a sociedade.

Ensinar os fenômenos físico-naturais e as intervenções humanas sobre e nela possibilita refletir sobre quais seriam os conceitos e conteúdos que auxiliam na discussão sobre os temas para os estudantes, como solos, bacias hidrográficas, biomas, litoral entre outros, bem com as análises de seus processos e suas dinâmicas em diferentes escalas, para que eles tenham consciência de que vivem sobre a terra.

A construção do conhecimento sobre o conceito de solos é uma das temáticas que precisa ser compreendida na Educação Geográfica, pois ainda são poucos estudados na escola. Segundo Sacramento e Falconi (2010, 2011) esta pouca discussão na escola está relacionada a alguns fatores como à dificuldade dos professores em trabalhar com essa temática; a quantidade de conteúdos que precisam organizar para ensinar, e que geralmente, a parte física é lecionada como o último conteúdo do bimestre.

Contudo, autores como Lima e Lima (2007), Sacramento e Falconi (2010, 2011), Kede e Sacramento (2016) dentre outros, destacam a importância do estudo dos solos com conteúdos relacionados aos aspectos físico-naturais que permitem a leitura sobre estes fenômenos que sofrem impactos constantes pela ação humana.

De acordo com as autoras Lima e Lima (2007) o solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre, visto que é o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento e disseminação. Desta maneira, o solo fornece às raízes fatores de crescimento como suporte, água, oxigênio e nutrientes. Este solo recebe muitos impactos por conta das ações humanas em diversas esferas que causam mudanças na paisagem e na composição do solo.

Assim, pensar o estudo dos solos contaminados, torna-se uma discussão pertinente e necessária em sala de aula, devido a toda problemática socioambiental que ocorre na natureza, por conta das interferências das ações humanas as quais causam impactos significativos na vida cotidiana. Pode-se discutir por meio de alguns trabalhos como de Ren et al. 2006; Oulhote et al. 2013; Taylor et al. 2014), que estudos apontam por exemplo, as correlações entre solo contaminado, relacionados aos metais tóxicos como o chumbo e o cádmio, e risco à saúde humana e de animais.

Dessa maneira considerando que o mal uso do solo tem promovido grandes impactos do dito “solo natural” que acaba perdendo sua estrutura e seu potencial como casos contaminação de solos em cemitérios, do caso da contaminação na cidade de Mariana em Minas Gerais, nas plantações dentre outros.

Segundo Kede e Sacramento (2016) podem-se trazer as questões sobre solo contaminado estão relacionados aos resíduos industriais, aos produtos químicos, resultado do descarte de lixos domésticos, além do uso de defensivos agrícolas de forma abusiva e inadequada. “A consequência disso é uma grande quantidade de locais contaminados que não podem ser utilizadas para a construção de residências,

áreas de lazer ou prática da agricultura, além de oferecer risco à saúde” (p. 289).

Nesse aspecto, é necessário que os professores de Geografia reflitam sobre o tema solos contaminados para que possa ser apresentado nas aulas, possibilitando aos estudantes desenvolver uma leitura espacial sobre os impactos no e sobre o solo, tais como: saber definir o que é solo contaminado; compreender as suas diferentes características; analisar os diferentes tipos de impactos causados pelo homem; as transformações nas paisagens; as formas de preservação e conservação dos solos contaminados, dentre outros.

### 3 | AS ATIVIDADES DIDÁTICAS SOBRE A TEMÁTICA SOLO CONTAMINADO

A atividade didática é construída a partir do que se quer ensinar e de como se quer ensinar os conceitos, os conteúdos e os fenômenos, pois isso está intrínseco à forma como os professores entendem a respeito dos conteúdos didático-pedagógicos, e também sobre o que ensinar da disciplina específica, para desenvolver com os alunos os seus processos mentais.

Assim, as atividades elaboradas pelos professores precisam formar as capacidades cognitivas gerais como também específicas dos alunos, assim sinalizado por Libâneo (2009), tais como: a análise, síntese, comprovação, comparação, valorização, explicação, resolução de problemas, formulação de hipóteses, classificação, entre outras.

Desta maneira, o desenvolvimento da capacidade de aprender dos estudantes é construído a partir de ações de aprendizagem que os estimulem a se tornarem sujeitos ativos do processo de sua aprendizagem. Segundo Zabala (2007) os estudantes precisam compreender que no aprender está tensionado a forma como eles participam desta dinâmica do que é a aula. Ainda para o autor,

Atividades que exigem dos alunos, além do mais, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar o trabalho realizado e a eles mesmos; promovem a reflexão conjunta dos processos seguidos, ajudando-os a pensar, para que sejam constantemente partícipes das próprias aprendizagens (ZABALA, 2007, p. 100).

Pensar ações didáticas que promovam o conhecimento dos estudantes precisam ser construídas pelas intencionalidades dos professores em preparar as diferentes práticas na sala de aula, a fim de desenvolver as capacidades necessárias para a leitura e interpretação no mundo para intervir sobre ele. Desta forma,

A aprendizagem deve ser construída para pensar os principais aspectos que os alunos devem conhecer sobre os saberes geográficos, que eles tenham domínio e saibam articular esse conhecimento, na compreensão dos espaços socialmente construídos pela sociedade, que se utiliza de recursos da natureza. Para isso, deve haver um processo de interação entre o aluno e o saber, na qual ele deve ser conduzido a transpor seu conhecimento, apropriando-se dos conhecimentos propostos a ele (SACRAMENTO, 2017, s/p).

A construção de atividades didáticas deve permitir que os estudantes

compreendam um determinado tema, conceito, conteúdo e fenômeno para interpretar aquilo que estão em diferentes escalas de análises para que possam sair do senso comum e fazer desenvolver uma leitura crítica sobre o fenômeno a sua volta.

Destarte a atividade sobre solos contaminados é uma maneira de articular diferentes atividades e mostrar ao estudante a importância de compreensão dessa temática para pensar a paisagem e o espaço geográfico, suas transformações e permanências, para analisar a contaminação, a preservação e a conservação do meio ambiente.

Esta atividade pode ser desenvolvida para as turmas do Ensino Médio, pois os estudantes têm mais referenciais teóricos para discutir sobre a contaminação do solo a partir de conceitos que ajudem a compreender os problemas socioambientais, e espaciais que são afetados pelas pessoas diariamente.

Sabe-se que esse tema dentro do currículo é retratado, principalmente, no 6º ano do ensino fundamental e no 1º ano do ensino médio. Contudo, compreende-se que os conteúdos podem ser ensinados em qualquer ano dependendo do objetivo que o professor almeja para seus estudantes com os conceitos e conteúdos relacionados ao solo.

Assim, será proposto a seguir quatro atividades didáticas para compreender no caso, em dimensão regional, os diversos conteúdos que podem ser trabalhados a partir do tema de solo contaminado.

A primeira atividade destaca um problema a partir da reportagem que se encontra numa página da internet sobre os impactos relacionados a terrenos contaminados no Estado do Rio de Janeiro.

A importância dessa atividade é promover no estudante a compreensão das causas recorrentes da contaminação nesses quatro lugares a partir dos seguintes objetivos: compreender quais as características para considerar “o que é” um solo contaminado, identificar do ponto de vista do território quais são os lugares contaminados; desenvolver pesquisas a respeito sobre os sujeitos que produzem a contaminação; como ocorre a mudança na paisagem e refletir como pode ser resolvida a questão da contaminação.

- Atividade 1: Discussão sobre a reportagem dos solos contaminados no Estado do Rio de Janeiro: Rio tem 141 áreas com solos contaminados (2013).
  - a) Identificar as áreas de contaminação do solo.
  - b) Verificar os causadores da contaminação. Pesquisar sobre as empresas, o que produzem e se elas têm filiais em outras áreas.
  - c) Analisar os tipos de contaminação e os problemas que elas acarretam para as pessoas e os lugares.
  - d) Analisar os principais problemas que foram causados na paisagem a partir dessas contaminações.

e) Avaliar as possíveis soluções para os problemas de contaminação de solo nestes locais.

A segunda atividade tem o intuito de cartografar as áreas de contaminação para compreender as espacialidades existentes nela percebendo os impactos causados pelas atividades realizadas ao redor delas. Assim, a atividade é relevante, pois possibilita ao estudante refletir sobre os principais problemas e impactos da contaminação causados por aqueles que a produzem; como identificar os principais municípios com contaminação.

- Atividade 2: Analisar o mapa de Controle de Áreas contaminadas no Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2015).
  - a) Identificar as áreas que estão contaminadas e verificar quais delas têm maior índice de contaminação.
  - b) Verificar e analisar as atividades que estão em volta das áreas contaminadas.
  - c) Pensar os principais problemas que são causados por quem contamina os solos no Estado do Rio de Janeiro.
  - d) Analisar os principais impactos ambientais causados nos municípios com maior número de contaminação.
  - e) Articular a atividade 1 com essa atividade, analisando no mapa os municípios da reportagem e como a contaminação aparece.

A terceira atividade busca compreender no nível local, assim deve-se desenvolver atividades de pesquisas com os estudantes para compreender se onde moram, existem indústrias que impactaram e de que forma impactaram o solo nos bairros e municípios. Desta maneira, fazendo-os analisar as diferentes formas de contaminação e as mudanças recorrentes na paisagem. Ao final, para espacializar os dados encontrados e analisados construir um mapa das áreas industriais, bem como das possíveis áreas de contaminação.

- Atividade 3: Pesquisar se nos últimos 50 anos existiu/existe alguma indústria ou outro tipo de atividade no bairro ou no município de moradia dos alunos:
  - a) Quais eram/são as principais indústrias ou demais atividades do bairro/município e o que era/é produzido.
  - b) Se essas indústrias ou demais atividades encontradas eliminaram/eliminam em sua produção, resíduos sólidos e líquidos ou efluentes que promoveram algum tipo de contaminação do solo.
  - c) Os principais impactos causados na paisagem.
  - d) Montar um mapa sobre os possíveis locais contaminados.

Para finalizar a sequência de atividades, a partir de uma manchete de jornal o qual traz discussão sobre as regras para como realizar enterros, é uma forma de discutir outro problema que impacta o solo, a forma como são colocados os cadáveres. A ideia central da atividade é fazer os estudantes refletirem sobre as causas da contaminação e encaminhar possíveis soluções para esse caso e a partir dessa atividade refletir sobre a sustentabilidade necessária para que o solo consiga realizar sua dinâmica.

- Atividade 4: Uma atividade de solução para o problema de solo contaminado a partir da reportagem do jornal O Fluminense: “Decreto determina regras mais rígidas para enterros” (BULHÕES, 2016).
  - a) A partir da leitura da reportagem, pensar em possíveis soluções para diminuição do impacto causado pelo assunto abordado.
  - b) Identificar outras formas de contaminação do lençol freático e suas consequências ao meio ambiente e o risco a saúde.

A intenção de desenvolver essas atividades didáticas é trabalhar com o conceito de solo contaminado, e promover nos estudantes a compreensão de como essa temática interfere no cotidiano de várias pessoas, uma vez que causa impactos graves no meio ambiente, na paisagem e no espaço geográfico. Igualmente, trabalhar e expor que nenhum tipo de controle das diversas atividades para preservação e conservação da natureza, os produtos químicos, dejetos e outros são jogados no solo sem nenhuma precaução.

A primeira atividade proposta permite ao aluno uma análise mais regional dos impactos no solo a partir do desenvolvimento político-econômico dos municípios citados na reportagem. A segunda atividade capacita os alunos a identificarem as áreas contaminadas e descrever a relação socioambiental nas mesmas. Já a terceira atividade permite aos alunos obter conhecimento sobre a temática mais próxima de sua realidade, o que geralmente facilita o desenvolvimento cognitivo. E, por fim, a quarta atividade impulsiona a reflexão do aluno sobre uma possível alternativa ecológica para enterros de humanos.

Essas atividades podem ser adaptadas ou alteradas de acordo com o meio em que os estudantes estão inseridos, por exemplo no meio rural refletir sobre o uso de agrotóxicos, na prática da mineração pensar quais substâncias compõem o passivo ambiental entre outros. É importante ressaltar que de acordo com Brito (2012),

Não existem fórmulas prontas para educar, sendo a sala de aula o lugar da dúvida, do questionamento, curiosidade, provocação e, o primeiro espaço de enfrentamento do medo de não conseguir e de sua superação, sabendo que o aprender é permanente visto que nenhum conhecimento chegará ao fim (BRITO, 2012, p. 62).

Assim, essas atividades sobre contaminação permitem aos alunos uma análise prática de porque, como e onde ocorrem os focos de contaminação, além de os impulsionarem à reflexão e à elaboração de soluções para o desenvolvimento social,

econômico e político com um viés mais ecológico. Isso tudo pode possibilitar que o futuro dos próximos seres vivos não seja em um ambiente de difícil sobrevivência, pois os jovens de hoje serão os adultos com consciência ecológica de amanhã.

Refletir, analisar e entender a distribuição espacial, estudar o solo e os problemas que o afetam é Geografia, e por isso, a temática deve ter o devido reconhecimento e ênfase nas escolas, visto que a mesma está ligada a praticamente toda a relação Geográfica da atualidade.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo do solo e suas funções são primordiais para a conscientização de sua importância, a fim de influenciar sua proteção e conservação. Para garantir que a natureza seja capaz de se recuperar, é preciso fazer uso de seus recursos respeitando seus limites, e para diminuir a contaminação do solo, é necessário diminuir a produção de tóxicos e quando não for possível deixar de utilizá-lo, tratar antes de despejar no ambiente.

Para tanto, deve-se pensar como ensinar a partir de uma educação geográfica a qual permita que os estudantes possam compreender as diferentes formas de interpretar e analisar o espaço geográfico, a partir de fenômenos, conceitos, conteúdos, no caso deste texto, dos aspectos físico-naturais sobre solos contaminados, os quais têm impactos diretos na vida cotidiana.

Pela Educação Geográfica esta temática possibilita o estudante refletir sobre a paisagem e o espaço geográfico, pois as mudanças e permanências acontecem devido às diferentes ações humanas, neste caso, como as intervenções no solo promovem a degradação deste, sendo necessário pensar no processo de sustentabilidade.

Trabalhar com a temática solo contaminado interfere não só na dinâmica natural, como também econômica, política e social visto que leis são criadas para diminuir os impactos na natureza, para saber usar o solo para as atividades econômicas, e ainda as alterações na vida de muitas pessoas que sofrem com a saúde quando suas residências estão próximo ou em áreas de risco de contaminação.

Por isso, a realização de atividades didáticas sobre contaminação do solo pode conscientizar os estudantes sobre a importância dos impactos ambientais para a população do ponto de vista também social.

Além disso, as atividades podem ser um guia para os professores que não sabem por onde começar a trabalhar acerca da contaminação por meio de lixo doméstico, o que é muito significativo, pois através de observações em estágios, vê-se que muitos estudantes acabam responsabilizando a população a qual descarta lixo em local inadequado, como a principal causadora da degradação do meio ambiente. Isso porque, a poluição por lixo doméstico nem sempre é mais agressiva que a poluição por lixo industrial.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, Emanuel. Rio tem 141 áreas com solos contaminados. **O Globo, Rio de Janeiro, 01 de maio de 2013.**

Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/rio-tem-141-areas-com-solos-contaminados-diz-minc-8257003#ixzz5Ag3BVtaX>

<https://oglobo.globo.com/rio/rio-tem-141-areas-com-solos-contaminados-diz-minc-8257003>

BRITO, J. A. Caminhos e possibilidades para o ensino de Geografia. In: **Entrelaçando – Revista Eletrônica de Culturas e Educação**, 2012, ano 3, nº 5, p. 60-69.

BULHÕES, M. Decreto determina regras mais rígidas para enterros. **O Fluminense**, Rio de Janeiro, 27 de set. 2015. Disponível em: <http://www.ofluminense.com.br/pt-br/cidades/decreto-determina-regras-mais-r%C3%ADgidas-para-enterros>. Acesso em: 24 de mai. 2018.

CALLAI, H. C. **A Formação do Profissional da Geografia – O Professor**. Ijuí: Ed. Unijui, 2013.

COELHO, M. R.; FIDALGO, E. C.; SANTOS, H. G.; SANTOS, M. L. M.; PÉREZ, D.V. Solos: Tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: MOEIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI R.; STURMER, S. (Org.). **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e feitos na produção vegetal**. 1ª ed. Lavras: UFLA, v. 1, 2013, p. 45-62.

DURAN, D. **Educación Geográfica: cambios y continuidades**. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2004, 125 p.

FALCONI, S. e SACRAMENTO, A. C. R. **Educação Geográfica e ensino de solos. Espaços da Escola (UNIJUÍ)**, 2010, v. 2, p. 29-42.

FALCONI, S.; SACRAMENTO, A. C. R. Educação geográfica e ensino de solos: Uma experiência em sala de aula. In: **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica, II Semestre 2011, pp. 1-15

**INEA (Instituto do Estadual do Ambiente)**. Mapa de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado do Rio de Janeiro, 3ª ed, 2015. Disponível em: [http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter\\_dilam/documents/document/zwew/mte0/~edisp/inea0114620.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dilam/documents/document/zwew/mte0/~edisp/inea0114620.pdf). Acesso em: 24 de maio de 2018.

**INEA (Instituto Estadual do Meio Ambiente)**. Avaliação de áreas contaminadas. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Licenciamento/GestaodeRiscoAmbientalTec/AvaliacaodeAreasContaminadas/index.htm&lang=PT-BR> Acesso em: 15 de março de 2018.

KEDE, M. L. F. M. e SACRAMENTO, A. C. R. A percepção dos estudantes dos ensinos fundamental e médio sobre a contaminação de solos nas aulas de geografia. In: **VII Simpósio Brasileiro de Educação em Solos: A educação em solos no meio urbano e a popularização da Ciência do Solo** [recurso eletrônico], São Paulo, 2016, 287-293.

MACÊDO, H. C. de. REFLETINDO SOBRE O ESPAÇO VIVIDO: o lugar na construção dos conhecimentos geográficos. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, 2015, v. 5, n. 10, p. 152-165.

MORAIS, Eliana Marta Barbosa de. As temáticas físico-naturais no ensino de Geografia e a formação para a cidadania. **Revista Annekumene** (eletrônica), 2011, v. 1, p. 182-193.

LIBÂNEO, J. C. Teoria Histórico-Cultural e metodologia de ensino: para aprender a pensar geograficamente. In: **Encontro de Geógrafos da América Latina**, 12, Universidad de la República, Montevideo, Anais... 2009, p. 1-14.

LIMA, M. R de. **O solo no Ensino de Ciência no Nível Fundamental**. UNESP-Bauru: Ciência & Educação, 11, (3), 2005, p. 383-394. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132005000300004&script=sci\\_abstract&lng=PT](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132005000300004&script=sci_abstract&lng=PT)> Acesso em: 10/05/2016.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R.de; MELO, V. de F. (Eds.) **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

OULHOTE, Y., TERTRE, A. Le, ETCHEVERS, A., BOT, B. Le, LUCAS, J. P., MANDIN, C., STRAT, Y. Le, LANPHEAR, B., GLORENNEC, P. Implications of different residential lead standards on children's blood lead levels in France: Predictions based on a national cross-sectional survey. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, 2013, 216 (6), 743-750.

REN, H. M., WANG, J. D., ZHANG, X. L. Assessment of soil lead exposure in children in Shenyang, China. **Environmental Pollution**, 2006, 144(1), 327-335.

SACRAMENTO, A. C. R. (Org). Atividades de aprendizagem: Mediação didática para ensinar São Gonçalo como conteúdo de ensino. In: **Ensino de geografia e a cidade de São Gonçalo** [recurso eletrônico]. - Seropédica, RJ: Ed. Da UFRRJ, 2017, s/p.

SEVERO, M. D. e WERLANG M. K. O espaço vivido e a percepção de problemas ambientais a partir do uso de mapas mentais em escola urbana de Rosário do Sul, RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, 2014, v. 18, n. 1, p. 34- 42.

SOUSA, H. F. T. de e MATOS, F. S. **O ensino dos solos no Ensino Médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes**. Fortaleza: Geosaberes, 2012, v. 3, n. 6, p. 71-78.

TAYLOR, M. P., CAMENZULI, D., KRISTENSEN L. J., FORBES, M., ZAHRAN, S. Environmental lead exposure risks associated with children's outdoor playgrounds. **Environmental Pollution**, 2014, n. 178, 447-454.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

# CAPÍTULO 17

## EXPOSITOR DE ROCHAS E SOLOS DO LITORAL DO PARANÁ: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UM PROJETO DE APRENDIZAGEM

### **Lauriane Guidolin Guedes**

Universidade Federal do Paraná – Setor Agrárias  
- UFPR  
Curitiba – PR

### **Ana Christina Duarte Pires**

Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral -  
UFPR  
Matinhos – PR

**RESUMO:** Projetos de aprendizagem (P.A) é um eixo pedagógico do projeto político pedagógico (PPP) da Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral. Este trabalho tem como finalidade relatar a experiência de um P.A realizado com o objetivo de criar um expositor de rochas e solos do litoral do Paraná, tendo como pressuposto dinamizar as aulas de geologia e pedologia nas quais o docente possa levar consigo este expositor para onde queira administrar a aula. Foram utilizados como procedimentos metodológicos a partir de leituras e estudos teóricos da geologia e pedologia geral do litoral do Paraná, e depois foram obtidas as coletas das rochas e solos para o expositor, o qual tem um formato de pizza com oito fatias e um espaço central para as rochas. Os resultados apontaram que o uso do expositor em sala de aula alcançou uma interação e compreensão melhor e mais prática sobre a geologia e pedologia do litoral do Paraná.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto de aprendizagem, Expositor de solos e rochas, litoral do Paraná, Projeto Pedagógico da UFPR Setor Litoral.

**ABSTRACT:** Learning Projects (L.P), is a pedagogic axis of the Pedagogic Political Project at Federal University of Paraná - Littoral Sector. This article's purpose is to report a L.P experience, realized with the goal of making a sampler of rocks and soils of Paraná's coast, which teachers could take to class to optimize teaching geology and pedology. This article's methodology included reading theoretical studies about general geology and pedology of Paraná's coast, and obtaining samples of rocks and soils for the sampler, which is made in a pizza format with eight slices and a central space to place the rocks. The results shows that the use of the sampler in class achieved a better and more practical interaction and understanding of the geology and pedology of Paraná's coast.

**KEYWORDS:** Learning Projects; Paraná's rocks and soils sampler; Federal University of Paraná - Littoral Sector's Pedagogic Political Project

### 1 | INTRODUÇÃO

O Setor Litoral da Universidade Federal

do Paraná, criado em 2004, situado na cidade de Matinhos – PR possui um projeto político pedagógico (PPP) que têm por objetivo a inter-relação da pesquisa, da extensão e do ensino desde o início de cada ano letivo dos cursos ofertados. Assim, construindo aprendizagens associando com a realidade local em que o setor está situado, visando preparar os estudantes para a vida profissional com caráter político, filosófico e humano e buscando o desenvolvimento sustentável do litoral do Paraná (UFPR, 2009).

Os acadêmicos adquirem saberes na Universidade e levam para comunidade como proposta, fazendo com que haja interação entre o saber científico e o saber cultural. Além dessas questões de compartilhamento cultural, também há por objetivo incentivar os alunos a abordarem as questões sociais, ambientais, políticas e econômicas que há nas cidades do Litoral do Paraná.

Com essa maior aproximação entre a comunidade acadêmica e a população local, há construção de saberes e de ideias que fortalecem o aprendizado em três etapas da formação. Construída no primeiro ano do curso, na etapa do **Conhecer e compreender**, o aprendizado em sala de aula se dá com aulas teóricas e práticas, mas com o conteúdo base para despertar no estudante a necessidade do aprofundamento teórico - prático.

A segunda etapa, **compreender e propor** é a fase em que o estudante aprimora o conhecimento adquirido na primeira etapa, a partir do teórico-prático e metodológico de cada trabalho. Este trabalho acontece a partir do interesse profissional de cada aluno e, esse saber, pode ser articulado com a Interação cultural humanística (ICH) e com o Projeto de aprendizagem (P.A).

A terceira e última etapa do processo de formação do acadêmico é a do **Propor e agir**, que é quando o aluno já está apto para colocar seu trabalho em caráter profissional, como atuação em campo, aplicação do conhecimento adquirido nas outras fases e com isso, dá a possibilidade de saber atuar como profissionalmente e dar continuidade ao trabalho que veio construindo durante o curso escolhido.

Essas três grandes fases são desenvolvidas dentro dos espaços curriculares de aprendizagem onde é constituído por fundamentos teórico-práticos (FTP), projetos de aprendizagem (P.A), e interações culturais e humanísticas (ICH) (UFPR, 2009).

Fundamentos teórico-prático (FTP) são os eixos desenvolvidos nos espaços de estruturação curricular de cada curso ofertado pela UFPR (UFPR, 2009). Esses eixos são os módulos onde cada curso os constrói conforme a atuação profissional, isso quer dizer que as aulas são direcionadas aos conhecimentos científicos e profissionais daquela área de conhecimento de cada curso, possibilitando o dialogo com a realidade desde o primeiro modulo do curso (UFPR, 2009). No PPP do curso superior de Tecnologia em Agroecologia, cita que, os fundamentos teórico-práticos para o exercício profissional são inseridos na organização curricular a partir de módulos temáticos que contam com a participação de diferentes profissionais, em alguns casos simultaneamente, ressaltando o caráter interdisciplinar no tratamento

dos temas (UFPR, 2009, p.07).

As Interações culturais humanísticas (ICH) é outro pilar do PPP da UFPR Setor Litoral, Como a sigla diz interação cultural humanística, é uma atividade em que os alunos interagem com outros alunos de outros cursos e com a comunidade acadêmica ou não. Também, podem participar das aulas, tanto como aluno como palestrante. Isso possibilita construir um espaço de aprendizado interdisciplinar que obtém articulações em muitos saberes como cultural científico, pessoal entre outros. Busca um olhar mais amplo para a problemática cultural e humanística contemporânea (UFPR, 2009, p21).

O Projeto de aprendizagem (PA) é construído por cada aluno de todos os cursos ofertado pela UFPR Setor Litoral. O PA é desenvolvido desde o primeiro ano que ingressou na universidade, com o objetivo de fazer com que cada estudante construa um conhecimento onde perceba a realidade local, aprofundando as metodologias e a parte científica do trabalho, que servirá para sua vida cotidiana e a vida profissional (UFPR, 2009).

A experiência a ser relatada neste trabalho iniciou-se durante as aulas do curso Agroecologia, tendo um módulo de Princípios de Sistemas de Produção I, quando houve a necessidade de mais estudos sobre Geologia, Mineralogia, Química de solos e Classificação dos solos. Como havia poucos encontros em sala, para maior aprofundamento nesses assuntos, e aproveitando a possibilidade do aprendizado por projetos, se deu início ao projeto de aprendizagem (P.A.) **Estudo de Geologia e Solo do Litoral do Paraná**, sob mediação da professora Ana Cristina Duarte Pires, que auxiliava estudar e desenvolver este projeto.

O projeto de aprendizagem tinha por objetivo geral facilitar o entendimento e aprendizados dos alunos, tanto de escolas quanto da Universidade, sobre a formação das rochas e dos solos do Litoral do Paraná.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho que foi desenvolvido a partir de leituras e coletas a campo em cinco dos sete municípios do Litoral do estado, com todos os detalhamentos como história, mapeamentos, identificação e classificação. Inicialmente, coletamos informações secundárias sobre a classificação e os pontos de localização de onde seriam retiradas as amostras. Após o estudo da geologia e pedologia em geral, focamos o estudo no litoral do Paraná, percebendo que seria viável fazer um expositor de solos e rochas, que consiste em um tabuleiro circular de 60 cm de diâmetro com oito fatias em formato de pizza e espaço central para colocar as principais rochas que dão origem aos solos coletados. As idas a campo para conhecer o local e fazer estudos serviram ao mesmo tempo para coletas, identificações e organização do expositor.

Este trabalho teve início em observações realizadas em coletas de campo. Destas observações notamos a viabilidade de um projeto de ensino-aprendizagem

através do uso de um expositor de rochas. A relevância do projeto fica explicitada na possibilidade de se levar o estudo de campo de solos e rochas para a sala de aula de forma visível, dando ao ensino de geologia do litoral paranaense um caráter prático. Para referenciar o projeto utilizamos as pesquisas de Bigarela (Matinho: Homem e Terra – Reminiscências, 2009), Bigarela et al (Rochas do Brasil, 1985) Farchil et al (Decifrando a Terra, 2009), os dados obtido a partir do serviços geológico do Paraná – Mineropar e das informações contidas no acervo do Departamento de solos da UFPR de Curitiba.

### 3 | RESULTADOS PARCIAIS/FINAIS

Após o desenvolvimento dos processos de coleta, identificação, classificação e exposição de solos e rochas, foi possível construir um meio de favorecer a visualização, a partir de um expositor, com os elementos componentes do sistema geológico do litoral do Estado do Paraná, facilitando assim o trabalho do docente que, além da abordagem teórica, pode tratar o assunto de forma prática.

A visualização e interação dos alunos com o expositor se mostrou profícua. Isto se manifesta através do fato de que as dúvidas que existiam sobre textura, granulométrica, aparência e outras características de solos e rochas, ficaram minimizados após o uso na sequência didática do expositor de solos e rochas



Figura 1 – Expositor de solo e rochas do Litoral do PR

Fonte: Imagem do autor.

## 4 | CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo este estudo foi desenvolvido para ajudar os alunos das escolas e a comunidade litorânea, entenderem melhor e com maior facilidade as faces da geologia e da pedologia de onde moram, com uma forma mais didática e interativa. Passando pelas etapas do PPP, conhecendo os tipos de solo e rocha, compreendendo a importância, propondo maior forma de divulgação e, como resultado, a ação foi a produção do tabuleiro expositor, onde os alunos possam visualizar e tocar nos solos e rocha que, para muitos pode ser o primeiro, mas não o último contato com partes ainda desconhecidos do litoral, tornando a aula ainda interativa e fascinante.

Nós alunos não sabíamos o quão importante era o nosso projeto de aprendizagem. Enquanto desenvolvíamos e apresentávamos as etapas no transcorrer do curso, observamos que as pessoas se mostravam curiosas com relação ao entendimento de como é composto o solo e rochas do local onde moram. Também, os alunos da turma de graduação passaram a entender mais a fundo as relações existentes entre teoria e prática dos conteúdos de geologia e pedologia do litoral do Paraná. Com isso, percebemos que seria interessante pesquisar uma forma de ensinar que se mostrasse facilitadora do ensino-aprendizagem. Nasce assim, após acertos e erros durante a pesquisa, o nosso produto.

Houve duas etapas do trabalho que ainda não foram concluídas: A confecção de um banner com todo o conteúdo teórico do projeto para ser usado com o expositor e a última coleta de solo, que seria realizada na cidade de Guaratuba.

Entendemos que somente a aplicabilidade de um conhecimento científico não se mostra condição suficiente para o êxito de uma sequência didática. É necessário também que ela seja atraente para aqueles que participam de sua implementação. Assim, ao elaborarmos o expositor de solos e rochas, tínhamos como objetivo estabelecer uma ponte interativa entre o mundo prático e a sala de aula. Pelos resultados obtidos neste projeto, entendemos que o expositor de solos e rochas, contextualizado e aplicado aos conteúdos de geologia e pedologia, pode levar à melhoria na aprendizagem de solos e rochas. Apesar do projeto ter sido aplicado ao Litoral Paranaense, ele pode se estender a toda extensão do Estado, desde que haja readequação para os tipos de solo característicos de cada região. As experiências vivenciadas durante a aplicação deste projeto de mostraram instigadoras e, desejamos que tenham valor prático a Professores que porventura venham a fazer uso delas.

## REFERÊNCIAS

BIGARELLA, J.J. **Matinho: Homem e Terra – Reminiscências**, 3 ed. Curitiba: Fundação Cultural de Curitiba, 2009.

BIGARELLA, J. J.; LEPREVOST, A.; BOLSANELLO, A. **Rochas do Brasil**, 1 Ed. Rio de Janeiro: S.A, 1985.

MINEROPAR (Serviço Geológico do Paraná) **Geologia do Paraná**. Disponível em: <https://goo.gl/CyZs4R...> Acesso em 29/05/2016.

MINEROPAR (Serviço Geológico do Paraná). **Embasamento**. Disponível em: <https://goo.gl/zQLCBH...> Acesso em 29/05/2016.

MINEROPAR, serviço geológico do Paraná; 2013; **Cobertura sedimentar cenozóica**; Disponível em: <goo.gl/kV2tKb...> Acesso em 29/05/2016.

MINEROPAR, serviço geológico do Paraná; 2013; **Idades Geológicas**; Disponível em: <https://goo.gl/hzEvgc...> Acesso em 29/05/2016.

UFPR, Universidade Federal do Paraná; **Projeto Político Pedagógico do Setor Litoral; 2008** Disponível em: <https://goo.gl/Lbfsth...> Acesso em 23/03/2016.

UFPR, Universidade Federal do Paraná; **Projeto Político Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia; 2014** Disponível em <https://goo.gl/eaMTfK...> Acesso em 29/03/2016.

UFPR (Universidade Federal do Paraná) **Cartilha conhecendo os principais solos do Litoral do Paraná**; 2013; disponível em: [http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/cartilha\\_solos\\_pr.pdf...](http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/cartilha_solos_pr.pdf...) Acesso em 29/05/2016

UFPR. **Conhecendo o solo**; 2002; disponível em: <https://goo.gl/HXdmgv> ...Acesso em 29/05/2016  
TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**, 2 Ed. São Paulo, IBEP, 2009

**Paraná's coast's rocks and soils sampler: REPORT OF AN EXPERIENCE LEARNING PROJECTS**

## GRUPOS DE PESQUISA CADASTRADOS EM CIÊNCIA DO SOLO: UMA ANÁLISE

### **Amanda Dias dos Reis**

Universidade Estadual de Santa Cruz  
Itabuna-Bahia

### **Ana Maria Souza Santos Moreau**

Universidade Estadual de Santa Cruz/DCAA/PET-  
Solos  
Ilhéus-Bahia

### **Aline Roma Tomaz**

Universidade Estadual de Santa Cruz  
Ilhéus-Bahia

### **Maíra do Carmo Neves**

Universidade Estadual de Santa Cruz  
Ilhéus-Bahia

**RESUMO:**Objetivou-se traçar um perfil dos Grupos de Pesquisa em Ciência do Solo, cadastrado na Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Para tal, foi criado um banco de dados com informações coletadas em março de 2018. Dados estes referentes ao total de grupos por área, por região, por linhas de pesquisa, bem como número de estudantes e pesquisadores participantes. Os resultados indicaram que a 73% dos grupos estão inseridos na área predominante de Ciências Agrárias, distribuídos principalmente nas regiões brasileiras do Nordeste, Sudeste e Sul, principalmente sobre as unidades federativas

de Minas Gerais, Bahia e Paraná. Possuem, linhas de pesquisa específicas e apresentam uma reduzida relação pesquisador/estudante.

**PALAVRAS CHAVES:** Ciência do solo, CNPq, grupos de pesquisa.

**ABSTRACT:**There aimed to draw a profile of the Research Groups in Soil Science, set up in the Lattes Platform of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq). For such, a database was created with information collected in March 2018. These data referring to the total of groups for area, for region, lines of research, as well as number of students and investigators participants. The results indicated that 73 % of the groups are inserted in the predominant area of Agrarian Sciences, distributed mainly in the Brazilian regions of the Northeast, South-east and South , mainly on the federal unities of Minas Gerais, Bahia and Paraná . They have specific lines of research and present a reduced relation investigator/ student.

**KEYWORDS:** Soil Science, CNPq, research groups.

## 1 | INTRODUÇÃO

A ideia e o desejo de criar no Brasil uma entidade governamental específica para

fomentar o desenvolvimento científico, remonta desde os anos 20, por iniciativa dos membros da Academia Brasileira de Ciências-ABC. Entretanto, foi somente no contexto pós Segunda Guerra Mundial que essa ideia foi concretizada através, da Criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq.

Existia naquele momento histórico, a nível mundial, a necessidade e a preocupação por parte de muitos países em acelerar suas pesquisas e montar suas estruturas de incentivo à pesquisa, visando a produção de conhecimentos científicos, principalmente para os estudos voltados para a “energia atômica, que naquele momento, parecia prometer uma perspectiva energética mais barata e mais abundante, capaz de estabelecer uma nova ordem econômica internacional” (MOTOYAMA,2002, p.22)

O fato do Brasil possuir ricos depósitos de monazita, importante combustível nuclear, contribuiu para que alguns segmentos importantes da sociedade brasileira, sobretudo militar, começassem a movimentar-se em defesa da matéria-prima nuclear, a monazita, como exercício da política científica e tecnológica. Nesse contexto, que foi criado o CNPq, através da Lei nº 1.310 de 15 de janeiro de 1951. O órgão estaria ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT e, a missão era implantar a política de energia nuclear e promover a investigação científica e tecnológica.

Ao longo de mais de cinco décadas, o CNPq, tem estimulado a pesquisa e a formação de recursos humanos em todas as áreas do conhecimento, que nas palavras de Rapini e Raphi (2006, p. 133) “apesar de ainda deficitário em termos de formação de mão-de-obra qualificada, o País conta com expressiva comunidade acadêmica e científica. Contudo, com a finalidade de agrupar as informações cadastradas referentes a currículos, instituições e grupos de pesquisa, foi criado no ano de 1999, a Plataforma Lattes.

O desempenho desta plataforma está voltado para tornar-se facilitadora dos processos de intercâmbio de informações cadastradas de cunho científico e tecnológico, bem como atuando em ações de planejamento, gestão, operacionalização do fomento do CNPq, agências federais e estaduais, às fundações estaduais de sustento à ciência e tecnologia, além das instituições de ensino superior e institutos de pesquisa (CNPq, 2017). A Plataforma Lattes, agrupa em seu Sistema de Informações, três componentes: O Currículo Lattes, o Diretório de Instituições e o Diretório de Grupos de Pesquisa.

O Currículo Lattes, consiste em um registro padronizado que possui o objetivo de cadastrar informações acadêmicas e profissionais referentes a alunos, pesquisadores e professores no país. Segundo o CNPq (2017), este importante veículo de informações é hoje adotado pela maioria das instituições de fomento, universidades e institutos de pesquisa do País. Sendo assim, sua constante procura esta associada à riqueza de informações, crescente confiabilidade e abrangência. O currículo Lattes, é considerado atualmente um método indispensável e compulsório para analisar o mérito aos pleitos de financiamentos na área de ciência e tecnologia.

O Diretório de Instituições, objetiva estabelecer uma base de dados cadastrais obrigatória, composta por toda e qualquer instituição e/ou entidade de ensino superior,

institutos de pesquisa, etc., desde que as mesmas estejam vinculadas ao CNPq.

Por fim, o Diretório de Grupos de Pesquisa constitui-se como um inventário de grupos de pesquisa que estão exercendo atividade científica em todo o país, seu objetivo é agrupar os recursos humanos envolvidos, pesquisadores, estudantes e técnicos. Para serem cadastradas, as informações individuais referentes aos participantes dos grupos são obtidas através de seus Currículos Lattes. O Diretório de Grupos de Pesquisa foi criado em 1992 e desde que sua primeira versão entrou em funcionamento, no ano de 1993, já possuíam 99 instituições, 4.402 grupos de pesquisa cadastrados e 21.541 pesquisadores cadastrados (Rapini e Raphi, 2006).

Diante da carência de publicações científicas sobre o perfil dos Grupos de pesquisa em Ciência do Solo, o presente trabalho foi proposto objetivando identificar os grupos de pesquisa que trabalham com a temática solos, bem como, traçar um perfil dos mesmos quanto à distribuição geográfica, número de pesquisa, número de estudantes e pesquisadores.

## 2 | METODOLOGIA

A consulta ao diretório de pesquisas ocorreu em março de 2018 e as etapas seguidas foram: coleta de dados na base corrente do Diretório de Grupos de Pesquisa, análise da página individual dos grupos identificados, tabulação das informações e análise dos resultados encontrados. Na primeira etapa, foram feitas consultas ao diretório no link disponível (<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>) e na base corrente ([http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta\\_parametrizada.jsf](http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf)), foram utilizados os termos de busca: Solos, Pedologia e Educação em Solos (EDS).

Nessa etapa, foram identificados 225 registros de grupos de pesquisas, que estariam especificamente relacionados com os termos escolhidos, sendo que 110 deles estão a mais de doze meses sem realizar nenhum tipo de atualização, esses grupos são classificados como grupos não-atualizados. Esses grupos só retornam à condição de atualizados, no momento em que suas informações são enviadas para o CNPq, neste trabalho esses grupos não foram considerados na tabulação dos dados.

Na segunda etapa, realizou-se a tabulação dos dados alcançados, a análise da página de cada grupo de pesquisa certificado, total de 225 grupos, para a obtenção das informações necessárias para traçar o perfil dos mesmos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. Áreas Predominantes dos Grupos de Pesquisa em Ciência do Solo Cadastrados no CNPQ

De acordo com a Tabela 1, 68,89% dos grupos pesquisados estão cadastrados na área de Ciências Agrárias. Segundo Nascimento (2013), esta área está entre as

que mais cresceram no país no período de 2004/2009, com um aumento de 37% nos cursos de Mestrado e Doutorado. Além disso, suas sub-áreas como Agronegócio, Zootecnia, Medicina Veterinária, Agronomia, Engenharias (Agropecuária, Florestal, de Alimentos, de Recursos Hídricos e de Pesca) contribuem para ampliar a atuação desta grande área de conhecimento.

Dos 225 grupos pesquisados, apenas 06 estão registrados em Educação em Solos e todos eles na área de Ciências Agrárias. Esses grupos poderiam estar também contemplados na Ciências Humanas já que, na mesma, sub-áreas como Geografia, História e Paleontologia, com seus cursos de licenciatura, auxiliariam no processo ensino/ aprendizagem sobre solos, aprimorando ainda mais o significado do uso desse recurso natural pelo homem.

Áreas predominante	Solos	Pedologia*	(EDS)*	Total:	%
Ciências Agrárias	129	20	6	155	68,89
Ciências Biológicas	7	4	-	11	4,89
Ciências Exatas e da Terra	14	15	-	29	12,89
Ciências Humanas	5	8	-	13	5,78
Engenharias	15	1	-	16	7,11
Ciências Sociais Aplicadas	-	1	-	1	0,44
<b>Total:</b>	<b>170</b>	<b>49</b>	<b>6</b>	<b>225</b>	<b>100</b>

Tabela 1: Distribuição dos grupos pesquisa cadastrados no CNPq com temáticas em Solos, Pedologia e Educação em Solos (EDS) por área predominante.

Fonte: Base de Dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa-CNPq.

\*Dados obtidos em março de 2018

### 3.2. Distribuição dos Grupos de Pesquisa em Ciência do Solo por Regiões Brasileiras

Considerando a localização geográfica dos grupos de pesquisa por região brasileira (Tabela 2) observa-se que 79,1% dos mesmos pertencem às regiões Nordeste (29,7%), Sudeste (24,5%) e Sul (24,9%), com total de 178 grupos. Esse fato pode ser explicado tanto pelo significativo número de programas de Pós-Graduação em Ciência do Solo, quanto à distribuição das Instituições de Ensino Superior (IES) em Agronomia e dos Institutos Federais inseridos no país.

Segundo dados fornecidos pela Plataforma Sucupira da Capes, dos Programas Recomendados e Reconhecidos em Ciência do Solo, existem 15 cursos de Pós Graduação em Ciência do Solo. Os mesmos têm conceitos 3 a 7 e apenas apresentam conceito 3. Esses números demonstram que não só a quantidade, mas principalmente, as qualidades dos Programas de Pós-Graduação em Ciência do Solo refletem no crescimento dos grupos de pesquisa no país. Além disso, segundo dados fornecidos pelo E-mec e Globo Rural (2015), essas regiões concentram 74% das universidades federais, 85% das estaduais e 80% dos institutos federais em Agronomia distribuídos nos países.

As regiões Norte (11,5%) e Centro-Oeste (9,4%), detentoras dos biomas Amazônico e Cerrado, apresentaram respectivamente 11,5% e 9,4% dos grupos de pesquisa cadastrados, apesar das demandas crescentes de investigações científicas sobre solos, suas fragilidades e mecanismos de sustentabilidade.

Segundo Trajano et.al (2013), ainda que existam poucos Programas de Pós-Graduação nessas regiões, como os de Fitotecnia e Produção Vegetal que produzem grandes contribuições para a Ciência do Solo, “reforça-se que programas de Pós-Graduação específicos em Ciência do Solo seriam mais adequados porque a pesquisa nesta área seria mais direcionada ao estudo dos problemas peculiares dos solos nestas regiões, a fim de nortear a implantação de tecnologias adaptadas à produção de alimentos em harmonia com o meio ambiente bem como com a conservação da biodiversidade regional” (Trajano et al., 2013, p. 27). Quanto aos dados referentes às instituições de ensino superior em Agronomia, estas regiões somam apenas 25% das unidades federativas, 14% das estaduais e 20% dos institutos federais.

Regiões brasileiras	Solos	Pedologia*	(EDS)*	Total:	%
Região Norte	19	7	-	26	11,5
Região Nordeste	52	13	2	67	29,7
Região Centro-Oeste	15	5	1	21	9,4
Região Sudeste	39	15	1	55	24,5
Região Sul	45	9	2	56	24,9
Total:	170	49	6	225	100

Tabela 2: Distribuição dos grupos cadastrados pela CNPq com temáticas as Solos, Pedologia e Educação em Solos (EDS) por região brasileira.

Fonte: Base de Dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa-CNPq.

\*Dados obtidos em março de 2018

De acordo com o Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2018), os estados que concentram os maiores números de Grupos de Pesquisa em Ciência do Solo são: Minas Gerais, Bahia e Paraná. Sendo que em Minas Gerais, no ano de 1928, foi criado o primeiro Departamento de Solos na Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, a atual Universidade Federal de Viçosa (UFV). Segundo Steiner (2005), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a UFV representam duas das universidades do Sudeste que são fortemente vocacionadas para a pesquisa e o doutorado no Brasil, em Ciências Agrárias.

Na Bahia, em 1875 foi criada a Imperial Escola Agrícola da Bahia e, em 15 de fevereiro de 1877, inaugurou-se o curso de Agronomia. Desde então esse estado vem ampliando os estudos nas Ciências Agrárias e notadamente em Ciência do Solo. Áreas estas que contemplam a Ciência do Solo como linha de pesquisa em seus programas ou mesmo como tema central.

O estado do Paraná, destaca-se pela contribuição da Universidade Federal do Paraná (UFPR), na capacitação de profissionais nas áreas de Ciências Agrárias. Além

disso, esta IES vem desenvolvendo um excelente trabalho de ensino sobre Solos, através do Projeto de Extensão Solo na Escola. A aptidão para o ensino em solos no estado do Paraná, pode ser justificado pela presença de dois dos três grupos ligados a Educação em Solos (EDS), sendo em um deles na Universidade Tecnológica Federal do Paraná e o outro na própria Universidade Federal do Paraná.

### 3.3. Número de Linhas de Pesquisa Cadastrados nos Grupos de Ciência do Solo no CNPQ

Nos 225 (duzentos e vinte e cinco) Grupos de Pesquisa estudados constatou-se um registro total de 48 (quarenta e oito) linhas de pesquisa, (Tabela 3), sendo que aproximadamente 61% dos grupos apresentam um máximo de 06 linhas cadastradas o que revela, um certo grau de especificidade quanto aos temas estudados pelos mesmos, sejam naqueles selecionados pelas palavra-chave: Solos, Pedologia ou Educação em Solos.

O grupo com maior número de linhas de pesquisa cadastrado (43 – 48) foi o identificado pelo termo de busca Pedologia. Possivelmente deve-se a utilização deste tema nas mais diversas áreas do conhecimento e pela heterogeneidade de interesses que a mesma desperta.

Entretanto, (André, 2007) acrescenta que ao incentivar a formação de pesquisadores, os grupos de pesquisa também podem contribuir para consolidar linhas de pesquisa que apresentem uma fundamentação teórica aprofundada e a reduzir as deficiências pertinentes em várias áreas de estudo.

Número de linhas de pesquisa	Solos	Pedologia*	EDS*	Total:	%
1 – 6	105	27	5	137	61
7 – 12	46	15	1	62	27,5
13 – 18	16	2	-	18	8
19 – 24	2	2	-	4	1,7
25 – 30	-	1	-	1	0,5
31 – 36	1	-	-	1	0,5
37 - 42	-	-	-	-	-
43 – 48	-	2	-	2	0,8
Total:	170	49	6	225	100

Tabela 3: Número de linhas de pesquisa cadastrado por Grupos que trabalham com Ciência do Solo do CNPq.

Fonte: Base de Dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa-CNPq.

\*Dados obtidos em março de 2018

### 3.4. Número de Estudantes Cadastrados nos Grupos de Pesquisa em Ciência do Solo no CNPQ

Na análise do número de estudantes que participam dos grupos de pesquisa (Tabela 4), foram identificados grupos com até 114 estudantes cadastrados. Para

Marafon (2008), a participação em grupos de pesquisa torna-se um diferencial na formação acadêmica dos interessados em investigação científica, como uma forma de acréscimo e melhoria no processo educativo.

Apesar disso, conforme a Tabela 4, os dados revelam que 44,4% dos Grupos de Pesquisas em Ciência do Solo têm participação de 01 a 12 estudantes, o que é um quantitativo muito reduzido considerando a alta relação aluno/professor nas Instituições de Ensino Superior. Destaca-se ainda que dentro dos termos de busca, os de maior abrangência referem-se a Solo e Pedologia, pois estes totalizam 96 grupos de pesquisa.

Número de estudantes:	Solos	Pedologia*	EDS*	Total:	%
1 – 6	29	19	2	50	22,2
7 – 12	39	9	2	50	22,2
13 – 18	31	7	-	38	17
19 – 24	18	4	-	22	9,8
25 – 30	8	1	-	9	4,0
31 – 36	7	2	1	10	4,4
37 – 42	4	2	-	6	2,7
43 – 48	8	1	-	9	4,0
49 – 54	4	2	-	6	2,7
55 – 60	1	-	-	1	0,4
61 – 66	1	1	-	2	0,8
67 – 72	2	-	-	2	0,8
73 – 78	3	-	-	3	1,3
79 – 84	-	-	-	-	-
85 – 90	1	1	-	2	0,8
91 – 96	-	-	-	-	-
97 – 102	-	-	-	-	-
103-108	-	-	-	-	-
109-114	2	-	-	2	0,8
Ausência de estudantes	12	-	1	12	5,33
Total:	170	49	6	225	100

Tabela 4: Distribuição dos grupos cadastrados pela CNPq com temáticas em: Solos, Pedologia e Educação em Solos (EDS) por número de estudantes.

Fonte: Base de Dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa-CNPq.

\*Dados obtidos em março de 2018

Esses resultados apontam para o fato de existir aproximadamente menos de dois grupos de pesquisa por estudante. Porém, o Diretório (CNPq, 2017) estabelece que um estudante pode participar de mais de dois grupos de pesquisa, mesmo considerando essa prática atípica. De modo geral, esse resultado influencia sobre a baixa participação dos estudantes e conseqüentemente o cumprimento das atividades desenvolvidas pelos grupos.

### 3.5. Número de Pesquisadores Cadastrados nos Grupos de Pesquisa em Ciência do Solo do CNPQ

Para (ERDMANN & LANZONI,2008, p. 321), "os pesquisadores desempenham papel fundamental no direcionamento do grupo de pesquisa, adequando os estudos à linha de pesquisa de forma estratégica e na orientação dos trabalhos junto aos membros. O papel desempenhado pelo pesquisador vai além da construção da informação, passando a ser construída, também, a formação, pois ele dá sustento à base educacional e compartilha habilidades adquirindo ao longo da carreira".

Quanto aos números referentes a pesquisadores nos grupos de pesquisa (Tabela 5), foram identificados 84 registros. Desse resultado obtido, 24,88% dos pesquisadores participam de 7 a 12 grupos de pesquisas. Assim, conforme o art. 2º da Portaria nº 1 (BRASIL,2012) nos cursos de Pós-Graduação, é estabelecido o número máximo de oito orientandos por orientadores, ou seja, ainda que o número de estudantes (114) seja maior que o de pesquisadores (84), a participação dos mesmos nos grupos de pesquisa demonstra-se reduzida. Assim, fica expressa a necessidade da integração de novos pesquisadores e estudantes, afim de ampliar o número de grupos e expandir os conhecimentos científicos sobre a Ciência do Solo.

Em relação a isso, Erdmann et al., (2009) atribuem que o avanço da qualidade nos cursos de graduação, está associado com a criação dos Programas de Pós-graduação, que se re-estruturaram a partir da consolidação dos grupos de pesquisas. Desta forma, para Erdmann et al (2009, p. 680) "os grupos procuram envolver os alunos de graduação nos projetos de pesquisa, promovendo o trabalho conjunto com mestrandos e doutorandos", que possibilitam obter ganhos para ambas as partes.

Número de pesquisadores	Solos:	Pedologia*	EDS*	Total:	%
1 – 6	15	13	2	30	13,33
7 – 12	33	22	1	56	24,88
13 – 18	35	7	3	45	20
19 – 24	28	4	-	32	14,22
25 – 30	16	-	-	16	7,11
31 – 36	16	1	-	17	7,55
37 – 42	10	2	-	12	5,33
43 – 48	7	-	-	7	3,11
49 – 54	4	-	-	4	1,77
55 – 60	1	-	-	1	0,44
61 – 66	1	-	-	1	0,44
67 – 72	1	-	-	1	0,44
73 – 78	1	-	-	1	0,44
79 – 84	2	-	-	2	0,88
<b>Total:</b>	<b>170</b>	<b>49</b>	<b>6</b>	<b>225</b>	<b>100</b>

Tabela 5: Distribuição dos grupos cadastrados pela CNPq com a temáticas Solos, Pedologia e Educação em Solos (EDS) por número de pesquisadores.

Fonte: Base de Dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa-CNPq.

\*Dados obtidos em março de 2018

## 4 | CONCLUSÃO

Constatou-se que 73% dos grupos de pesquisa estão inseridos na área de Ciências Agrárias, e até os grupos de Educação em Solos que poderiam estar inseridos em Ciências Humanas.

Nesta pesquisa foi constatado que 79,1 % de grupos de pesquisa estão inseridos nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste. Uma das explicações para esse elevado valor deve-se ao número de cursos de Pós-Graduação nestas regiões. Além disso, 61% dos grupos apresentaram no máximo de 6 linhas de pesquisa, revelando especificidade, sendo que o termo de busca Pedologia apresentou maior número de linhas, 43 a 48.

Em relação ao número de estudantes inseridos nos grupos de pesquisa, notou-se que há uma concentração de poucos estudantes inseridos nos grupos de pesquisa (variando de 01 a 12 estudantes), em contraste aos 0,8% (dois grupos) do termo de busca Solos que apresentaram variação entre 109 e 114 estudantes.

## REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. **Desafios da pós-graduação e da pesquisa sobre formação de professores.** Educação & Linguagem, n. 15, p. 43-59, jan./jul. 2007.

BRASIL. **Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.** Portaria n.01 de 04 de janeiro de 2012. Brasília: CAPES, 2012.

Brasil. **Ministério da Educação. Sistema e-MEC. Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados [Internet].** Brasília; 2016 [citado 2016 julho. 28]. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>

CAPES, **Plataforma Sucupira. Consultas públicas.** Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/producaoIntelectual/listaProducaoIntelectual.jsf>>. Acesso em: 22 julho 2016.

**Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).** Grupos de pesquisa: saiba mais. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/diretorioc/html/faq.html>>. Acesso em: 28 maio 2016.

Erdmann, A. L. et al. **Sistema de cuidados em enfermagem e saúde: as interações vivenciadas nos grupos de pesquisa.** Ciênc Cuid Saúde. 2009; 8(4):675-82.

Erdmann AL, Lanzoni GMM. **Características dos grupos de pesquisa da enfermagem brasileira certificados pelo CNPq de 2005 a 2007.** Esc Anna Nery Rev Enferm. 2008; 12(2):316-22.

Globo Rural. **Cursos de engenharia agrônoma no Brasil.** Notícias. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/noticia/2014/09/lista-faculdades-de-engenharia-agronomica.html>>. Acesso em: 25 julho 2016.

MARAFON, G. J. **Grupos de pesquisa e a formação de profissionais em geografia agrária.** In: ENCONTRO DE GRUPOS DE PESQUISA: agricultura, desenvolvimento regional e transformações socioespaciais, II,2006. Uberlândia. Anais... Uberlândia: UFU, 2006. CD-ROM.

MOTOYAMA, S. (org.). **50 anos do CNPq contados pelos seus presidentes.** São Paulo:

FAPESP,2002.

NASCIMENTO, C.W, A, do. **A ciência do solo e o desafio da sustentabilidade agrícola.** Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.38, n.2, p.24-27, maio/agosto 2013.

Rapini, M. S.; Righ, M,H. **O Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e a interação: Universidade-Empresa no Brasil em 2004.** Revista Brasileira de Inovação, v. 5, n.1, março, 2006.

TRAJANO, M. A.et al. **Pós-graduação em Ciência do Solo no Brasil- Avanços e Perspectivas.** Revista Educação Agrícola Superior - v.28, n.1, p.21-29, nov.,2013.

## O SOLO E SEU AMBIENTE BIOLÓGICO: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA

**Nicole Geraldine de Paula Marques Witt**

Professora de Biologia no Colégio Medianeira.

Curitiba, Paraná.

**RESUMO:** A dicotomia existente entre homem e natureza está presente também no sistema educacional o que favorece um ensino fragmentado e sem significado para o aluno. Com o objetivo de facilitar o aprendizado sobre solos e a formação integral dos alunos, foi desenvolvida uma atividade prática pelos professores e alunos do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Medianeira, no Centro de Educação Ambiental, localizado em Piraquara, Paraná. Para isso, duas metodologias de coletas da fauna do solo foram utilizadas, o **Método do TSBF** e *Pitfall trapping*. A partir da coleta, identificação e contagem das espécies, os alunos desenvolveram um artigo científico, no qual discutiram a qualidade ambiental do sistema a partir dos animais encontrados. De acordo com os alunos, os resultados da coleta não foram suficientes para avaliar a qualidade ambiental, uma vez que o período amostral foi pequeno. No entanto, a atividade favoreceu a educação integral dos alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação integral; Solos no Ensino Médio; TSBF; Pitfall.

**ABSTRACT:** The dichotomy between man and nature is also present in the educational system

which favors a fragmented and meaningless education to the student. In order to facilitate learning about soil and the integral formation of the students, a practical activity by teachers and students of 2nd year of high school Mediatrrix College was developed in the Environmental Education Center in Piraquara, Paraná. For this, two methods of soil fauna samples were used, TSBF Approach and Pitfall trapping. From the collection, identification and counting of species, the students developed a scientific article, which discussed the environmental quality system from animals found. According to students, the results of the collection were not sufficient to assess the environmental quality, since the sample period was small. However, the activity favored the integral education of the students.

**KEYWORDS:** Comprehensive Education; Soils in high school; TSBF; Pitfall.

### INTRODUÇÃO

A relação dicotômica entre o ser humano e a natureza, ao enraizar-se na maior parte dos sistemas humanos, dentre eles o da educação, constitui um dos pilares da crise mundial contemporânea. Consequentemente, a relação que o homem apresenta enquanto ser social e natural repercute também no seu sistema de

ensino e este no homem enquanto sociedade, de forma recursiva (Floriani & Knechtel, 2003).

Por esse viés, a educação formal contemporânea parece retratar e legitimar modelos mecanizados de aprender e ensinar que não contemplam a formação integral do sujeito, fazendo-se necessária uma reflexão profunda sobre as práticas educacionais. Neste sentido, a proposta pedagógica do Colégio Medianeira de Curitiba tem investido, no ensino médio, na pesquisa dos núcleos de conhecimento. E, dentro dessa proposta, o objetivo do Núcleo de Ciências Naturais e Exatas é o de fomentar a compreensão e o interesse dos alunos por temas de pesquisa pluridisciplinares com relevância social e ambiental, a partir de problemas locais e globais ligados a questão da sustentabilidade. Neste caminho, o biocentrismo traz no centro dos estudos a preocupação com o cuidado e preservação de todas as formas de vida.

Dessa forma, existe uma busca educativa, por facilitar a formação integral do indivíduo em todas as suas dimensões: éticas, sociais, econômicas, políticas e ambientais. A partir disso, acreditando que homens e mulheres são seres sociais e influenciados pelo contexto, o uso de práticas pedagógicas de uma educação para e pelo ambiente podem contribuir para a formação de um sujeito que ao mesmo tempo terá condições de ser ecologicamente e socialmente justo.

Foi por tudo isso, que o núcleo de Ciências Naturais e Exatas do Ensino Médio do Colégio Medianeira, desenvolveu uma atividade de imersão em ambiente natural, no CEA (Centro de Educação Ambiental), na qual, uma de suas práticas foi avaliar a qualidade ambiental do solo a partir de estudos da meso e megafauna. Como a intenção da atividade desenvolvida era de despertar nos alunos a consciência ecológica e um olhar sobre a sustentabilidade, a escolha pelo tema solos se deu tanto pela escassez de trabalhos com esse conteúdo no ensino médio, como pela relevância, social, econômica e ambiental do solo para a sociedade e natureza.

Comumente abordado apenas com um meio de obter alimentos ou de um substrato para as nossas atividades cotidianas, pouco se fala das reais importâncias do solo como um dos mantenedores da sustentabilidade ambiental, isso porque as principais relações e interações bióticas, e, conseqüentemente, a regulação dos ecossistemas ocorrem no solo. Ou seja, além da importância do solo para a produção de alimentos, o conceito de qualidade do solo também destaca a importância desse recurso para o funcionamento global dos ecossistemas. No ambiente, o solo funciona como um meio para o crescimento das plantas; regula e compartimentaliza o fluxo de água; estoca e promove a ciclagem de elementos químicos (nutrientes minerais); e serve como um tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente (Larson & Pierce, 1994; Karlen et al., 1997). Além de sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade da água e do ar e promover a saúde humana, das plantas e dos animais (Doran & Parkin, 1994).

Portanto, o objetivo da presente pesquisa foi de desenvolver uma proposta prática para a abordagem do conteúdo solos como um sistema vivo e complexo e,

que, atuasse como agente facilitador da formação integral dos alunos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A atividade prática foi desenvolvida nos dias 16 e 17 de julho de 2015, na Chácara do Colégio Medianeira, recentemente qualificado como Centro de Educação Ambiental localizado no município de Piraquara, no Estado do Paraná. A partir de uma atividade curricular do Núcleo de Naturais e Exatas, as 5 turmas de alunos do 2º ano do ensino médio do colégio foram até a chácara, na qual desenvolveram atividades de biologia, física, matemática e química. Para a análise da qualidade ambiental do sistema solo via disciplina de biologia, utilizou-se de duas metodologias diferentes:

1. Utilizando o **Método do TSBF** (*“Tropical Soil Biology and Fertility”*) descrito por Anderson & Ingram (1993) foram abertas trincheiras para expor os perfis do solo (uma abertura de 0-10 cm de profundidade), no intuito de favorecer a retirada das camadas mais superficiais do solo para coleta e identificação dos animais. 2. Para a coleta de animais invertebrados que vivem no solo foram instaladas armadilhas de queda (Pitfall trapping), com 200 ml de álcool e 1% de detergente em 10 pontos de cada transecto. As armadilhas foram montadas com 6 – 8 dias de antecedência

Os grupos de alunos foram separados em dois, para que cada conjunto de alunos participasse de uma metodologia e depois compartilhassem com o restante do grupo. O registro foi por meio de fotos, desenhos e observações escritas. Havia também disponíveis alguns catálogos para que fizessem a identificação prévia dos animais encontrados pelo menos até a categoria de Filo e se possível, de Classe. Além da identificação, era importante também a contagem dos exemplares de cada grupo encontrado. Informações como coloração do solo, textura, presença de serapilheira, temperatura do solo e caracterização do ambiente também foram coletadas.

Como forma de apresentação dos dados coletados os alunos elaboraram um artigo científico.

## RESULTADOS FINAIS

Como cada grupo de aluno fez as suas próprias coletas e elaborou o artigo a partir dos seus resultados, foi possível perceber uma variedade de resultados e discussões, no entanto, um dos resultados comuns foi de que o solo é um sistema vivo e complexo e que nele vivem diferentes formas de vidas, sendo a maior diversidade e riqueza de animais encontrados do Filo Arthropoda, justamente por ser o grupo com maior diversidade de espécies e a grande adaptação do grupo ao ambiente terrestre. A maioria dos grupos conclui que o ambiente tem pouca influência antrópica, mas mesmo que tenham sido utilizadas duas metodologias, o período amostral da coleta (1 dia - coleta manual; 7 dias - armadilha) não foi suficiente para avaliar a qualidade

ambiental do sistema.

Agora, para apresentar se a proposta atingiu ao objetivo de facilitar o aprendizado sobre o conteúdo solos e se foi efetiva na formação integral dos alunos, segue abaixo o artigo escrito por alunos do colégio intitulado: "E não é que ambiente é também sujeito do processo formativo?!".

O solo é indispensável para a manutenção da vida na Terra e para o equilíbrio biológico de todos os ecossistemas. Devido à sua complexidade, os estudos de biodiversidade se restringem basicamente aos vertebrados que habitam a superfície. No entanto, os microrganismos e invertebrados constituem cerca de 90% das espécies existentes, possuindo um papel determinante para a realização dos processos edáficos, tais como a fertilização do solo, filtração de água, decomposição de matéria orgânica, fixação de nitrogênio, ciclagem de nutrientes, dentre outros.

Entretanto, antes de tudo, é preciso compreender o conceito de biodiversidade, que pode ser entendida como a totalidade de variedade de formas de vida na Terra, ou seja, é o conjunto de todos os seres vivos que habitam o planeta. Por sua vez, o solo é um recurso natural básico, que constitui um importante papel nos ecossistemas, tais como nos ciclos naturais e reservatórios de água. Os solos são formados ao longo do tempo a partir das rochas que sofrem influência das chuvas, do gelo, de ventos, da temperatura e de organismos vivos. Sendo um processo demorado, é essencial à vida humana já que muitas vezes retiramos dele, entre outras coisas, a nossa alimentação.

A biodiversidade de solos tem um papel fundamental na regulação dos processos biogeoquímicos formadores e mantenedores dos ecossistemas. De baixo da terra, existe um vasto e desconhecido mundo, ou seja, a vida no solo é mais diversa e abundante do que na superfície. Isso devido às várias espécies que habitam este local, como insetos, vermes, bactérias e seres microscópicos e sem estes o solo não "vive".

## QUALIDADE DO SOLO

A qualidade do solo pode ser definida como o equilíbrio entre fatores químicos, físicos e biológicos e também a partir da capacidade de funcionar corretamente dentro do ecossistema, com a finalidade de manter a qualidade ambiental, saúde dos animais e das plantas e sustentar a produtividade biológica. E quando se encontra no solo um ambiente saudável com diversos animais e plantas saudáveis, pode-se indicar que a qualidade do mesmo é boa.

O solo possui funções ecológicas muito importantes, já que produz biomassa (energia, alimentos e fibras), é o habitat biológico e reserva energética de diversos seres vivos (plantas, organismos e animais) e filtra, tampona e transforma a matéria para proteger o ambiente.

Há também animais que necessitam do solo para sua sobrevivência, como

minhocas, vermes e insetos, estes compõem a fauna edáfica - são extremamente importantes para os ecossistemas terrestres já que tem papel fundamental na decomposição da matéria orgânica no solo (que é basicamente a fonte de nutrientes inorgânicos das plantas). Nesse sentido, as minhocas destacam-se, já que ajudam na formação do perfil do solo, redução da relação carbono/nitrogênio e aceleração e assimilação de nitrogênio pelas plantas.

A Análise da Qualidade Ambiental do Sistema Solos foi realizada em junho de 2015 no Centro de Educação Ambiental do Colégio Medianeira (CEA), em Piraquara, e a partir daí desenvolveram-se outras análises. A coleta aconteceu em dois pontos distintos. O primeiro, o Córrego do Bruninho, apresentou temperatura de solo de 1,3°C e temperatura ambiente de 6,4°C, às 10h. O segundo ponto, a Floresta do Bruninho, apresentava temperatura de solo de 7°C e temperatura ambiente de 6,4°C, às 10h10. No dia da medição os índices de temperatura se encontravam baixos, menores de 10°C, entretanto, mediu-se também a temperatura da água: 11,4°C, que se encontrava maior do que a do ambiente – uma vez que a água demora mais em perder calor. Ou seja, conforme a física, o calor específico – quantidade de calor que uma determinada substância deve receber ou perder para variar sua temperatura- da água é alto, desta forma a água necessita de uma alta quantidade de calor para sofrer variação térmica.

A baixa temperatura influencia diretamente no habitat, interferindo no metabolismo dos invertebrados que lá estão presentes, uma vez que quanto menor é a temperatura menor será o metabolismo. Logo que são animais ectotérmicos, isto é, dependem da temperatura (°C) do ambiente para ativar o metabolismo.

## RESULTADOS

Após a análise dos dados e a conclusão das características ambientais do local desenvolvemos uma prática com os seres vivos que lá se podem encontrar. Notou-se a presença de uma grande quantidade de invertebrados, a quantidade destes animais se elevou pelo índice de chuva alto nos dias anteriores, o que ocorre devido ao aumento da umidade do ar.

Algo notável na coleta foi a abundância de organismos pertencentes ao Filo Arthropoda, (insetos, crustáceos, aracnídeos e miriápodes) isso pode ser explicado, pois ao longo da história evolutiva dos animais, foram sendo selecionadas características fisiológicas que possibilitaram a eles melhores meios de sobrevivência no ambiente terrestre terra. O Filo Arthropoda é o filo mais numeroso devido às novidades evolutivas que apresenta. Dentre estas, podemos citar a presença do exoesqueleto de quitina, que serve de proteção contra choques mecânicos, além de atuar como isolante, não permitindo a perda de água para o meio. Esta característica possibilitou ao filo a independência do meio aquoso e/ou úmido, uma vez que as trocas gasosas não dependiam mais da umidade da superfície corporal. Por esse motivo, 95% dos

animais encontrados no CEA foram artrópodes, sendo cerca de 38,4% insetos com estes representando 60% do número de espécies.

(Revista Mediação, v. 29, p.37-40, disponível em: <http://bit.ly/2puVDQu>).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos do 2º ano do ensino médio a partir dessa proposta além de terem se apropriado de conceitos relacionados ao solo como sistema, da importância da sua preservação, da importância dos agentes bioindicadores para a análise da qualidade ambiental e do que realmente significa sustentabilidade, puderam vivenciar e sentir na prática uma atividade concreta da educação pelo e para o ambiente. Por fim, pela qualidade dos artigos apresentados, pode-se concluir que sim, o ambiente e o conteúdo de solos podem ser agentes do processo de formação integral do sujeito, visando uma formação humana, ambiental e também acadêmica.

## REFERÊNCIAS

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, SSSA, 1994. p.1-20. (Special, 35)

FLORIANI, D. & KNECHTEL, M. do R. **Educação Ambiental, Epistemologia e Metodologias**. Curitiba: Vicentina, 2003.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F. & SCHUMAN, G.E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 61:4-10, 1997.

LARSON, W.E. & PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Madison, SSSA**, 1994. p.37-51. (Special, 35).

## PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE DISCENTES DO ENSINO FUNDAMENTAL (7º AO 9º ANO) E DO PARFOR-UESC (PLANO NACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES) SOBRE OS CONCEITOS DE SOLO

**Aline Roma Tomaz**

Universidade Estadual de Santa Cruz  
Ilhéus-Bahia

**Ana Maria Souza dos Santos Moreau**

Universidade Estadual de Santa Cruz/DCAA/PET-  
Solos  
Ilhéus-Bahia

**Amanda Dias dos Reis**

Universidade Estadual de Santa Cruz  
Itabuna-Bahia

**Maíra do Carmo Neves**

Universidade Estadual de Santa Cruz  
Ilhéus-Bahia

**RESUMO:** Este trabalho relata a percepção de discentes do ensino fundamental e discentes de Geografia do Plano Nacional de Formação de Professores-PARFOR da Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, com relação ao conteúdo de solos abordados na oficina de Ciências da Terra desenvolvida pelo Grupo PET Solos da UESC. O mesmo foi desenvolvido nos meses de novembro e dezembro de 2015, com 24 alunos do 7º e 9º ano e 26 discentes do PARFOR. Para a coleta de dados fez-se o uso de mapas mentais antes da oficina e após a oficina. Para análise destes utilizou-se a metodologia Kozel. A partir dos resultados concluiu-se que, a oficina contribuiu para o entendimento dos participantes sobre a temática abordada, e que

a metodologia adotada, mapas mentais, foi mais eficiente com o público juvenil.

**PALAVRAS CHAVES:** Solo, Educação Ambiental, Percepção, Mapas mentais.

**ABSTRACT:** This paper reports the perception of elementary school students and Geography students of the National Teacher Training Plan-PARFOR of the State University of Santa Cruz-UESC, in relation to the soil content covered in the Earth Sciences workshop developed by the PET Solos Group of UESC. The same one was developed in the months of November and December of 2015, with 24 students of 7º and 9º year and 26 students of PARFOR. For data collection, mental maps were used before the workshop and after the workshop. Kozel methodology was used for analysis. Based on the results, it was concluded that the workshop contributed to the participants' understanding of the topic, and that the methodology adopted, mental maps, was more efficient with the youth audience.

**KEYWORDS:** Soil, Environmental Education, perception, mental maps.

### 1 | INTRODUÇÃO

As transformações no ambiente natural são decorrentes principalmente do uso

excessivo dos recursos naturais e do intenso crescimento populacional. Diante disso, é necessário o uso de metodologias que possam sensibilizar o ser humano sobre a utilização sustentável deste patrimônio.

Neste sentido, a Educação Ambiental (EA) torna-se uma poderosa ferramenta, pois promove a sensibilização no indivíduo e através dos seus conceitos, quando bem introduzidos, permite a compreensão de como deve ocorrer à interação entre o homem e o ambiente, uma vez que a mesma permite o aprendizado holístico, interdisciplinar, permitindo ao aluno uma visão conjunta do ambiente e não como elementos compartimentalizados. Assim, consta-se a necessidade da inserção da EA no contexto tanto da Educação básica, quanto como mecanismo de capacitação em níveis mais avançados, pois a mesma permite-se interpor em vários espaços.

Segundo Guimarães e Vasconcelos (2006), a interação entre espaços educacionais formais e não formais podem potencializar a adoção de uma abordagem associativa no processo educativo. Esta é capaz de proporcionar uma contextualização primordial do pensamento científico, que contemple a perspectiva ambiental.

Partindo dessa premissa e considerando o solo como um integrante do sistema natural, e não apenas como uma unidade sem interação com os demais componentes, é fundamental o conhecimento sobre o seu funcionamento, utilidades e importância, podendo assim compreender como manejá-lo. Assim, a Educação Ambiental torna-se aliada por oportunizar a inserção dos conceitos de solos na sociedade, trazendo o despertar e valorização do mesmo, para a manutenção da vida.

Segundo Muggler et al. (2006), é essencial o desenvolvimento e indução do processo de sensibilização do ser humano, para que se construa uma consciência coletiva e individual, no que diz respeito ao uso sustentável do solo, podendo assim reconstruir novos valores que permitam o desenvolvimento de uma consciência pedológica.

Durante o processo de sensibilização é essencial o entendimento de como indivíduo ver o ambiente ao seu redor. Para Melazo (2005), averiguar a percepção ambiental é fundamental para compreensão das inter-relações do ser humano com o ambiente em seu entorno, buscando não apenas a concepção das constatações do indivíduo, mas a promoção da sensibilização e o discernimento sobre a vasta composição do ambiente em que vive. Entender sobre a percepção facilitará o entendimento de como o ser humano se relaciona com o ambiente que vive, e também, os sensibilizarão sobre os problemas ambientais (SANTOS e FOFONKA, 2015).

Os mapas mentais constituem uma ótima ferramenta de estudos da percepção, pois leva em consideração a imaginação e a forma como o indivíduo vê o ambiente. O mesmo tem liberdade para expressar o que possui de conhecimento, e a partir disso, é possível inferir sobre soluções para uma problemática, ou, os fundamentos da mesma já que os mapas mentais são representações da realidade.

Cada indivíduo apresenta uma forma diferente de caracterizar o espaço em que vive e por meio de imagens é possível que outro indivíduo analise e interprete o que

se passa na sua mente, as construções sociais, estabelecidas ao longo do tempo. (BASEGGIO, et al. p.2, 2015)

De acordo com Oliveira (2010), os mapas mentais constituem-se de um excelente recurso no que tange a interpretação das construções simbólicas construídas individualmente ou coletivas. Além disso, são uma forma de linguagem que retrata o espaço em que vive o indivíduo, representado todas as suas sutilezas e particularidades, cujos signos são construções sociais (NITSCHKE, 2007). Os mapas permitem também, compreender a relação do indivíduo com o ambiente em que ele vive, e qual o seu nível de conhecimento correspondente a temática em questão.

Seguindo nesta linha, este trabalho teve como objetivo avaliar a percepção ambiental de alunos do ensino fundamental 7º ao 9º ano e de professores da educação formal, em relação aos conceitos de solos, bem como o uso de mapas mentais como análise da percepção, a sua eficiência com um público diferenciado além de averiguar se a atividades de EA promove a sensibilização referente à importância do solo.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido durante os meses de novembro e dezembro de 2015, inicialmente com uma turma de ensino fundamental com 24 alunos do 7º ao 9º ano e posteriormente com 26 discentes de geografia do PARFOR. As atividades foram realizadas em duas etapas; observou-se o conhecimento intrínseco dos participantes e, após a participação na Oficina da Ciência da Terra, sua capacidade de assimilação utilizando os mapas mentais como principal ferramenta de análise comparativa do antes e depois.

A princípio foi entregue aos alunos uma folha em branco para que eles desenhassem, com a seguinte proposta: “Represente na forma de desenho o que é solo para você”. Para execução da atividade foi fornecido como material: lápis, borracha e lápis de cor. Após execução dos desenhos, os alunos participaram da Oficina da Ciência da Terra realizada pelo Grupo PET Solos da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Durante esta atividade foram discutidos temas relativos à Formação da Terra e suas camadas, Tectônica de Placas e renovo da Crosta Terrestre, Processos exógenos e formação dos solos; Gênese e Classificação dos Solos, Uso e Conservação dos Solos. O material didático utilizado consistiu de experimentos, maquetes, amostras de rochas e minerais, mini monólitos, frações do solo (areia, silte, argila). Após a Oficina, os alunos foram conduzidos novamente até uma sala para efetuar a segunda etapa da atividade, ou seja, mapa mental do conceito de solos. Para decodificação dos mapas, o critério de seleção foi baseado na repetição das informações contidas nos mesmos.

Para análise dos desenhos usou-se a “metodologia Kozel” De acordo com a mesma o conteúdo dos mapas mentais é analisado pelos seguintes quesitos:

Interpretação quanto à forma de representação dos elementos na imagem; (como ícones diversos, letras, mapas, linhas, figuras geométricas etc.). Interpretação quanto à distribuição dos elementos na imagem; (as formas podem aparecer dispostas horizontalmente, de forma isolada, dispersa, em quadros em perspectiva etc.). Interpretação quanto à especificidade dos ícones: representação dos elementos da paisagem natural, representação dos elementos da paisagem construída, representação dos elementos móveis e representação dos elementos humanos. Apresentação de outros aspectos ou particularidades (2001 apud KOZEL e NITSCHKE p. 31, 2007).

Com a interpretação a partir desta metodologia é possível compreender a relação entre o indivíduo e o espaço em que ele vive, além de possibilitar o entendimento de dados quantitativos. De acordo com Santos e Fofonka (2015), o espaço será interpretado de forma diferente por cada pessoa, com influência direta da realidade vivenciada pela mesma. Desta forma as diversas interpretações serão refletidas na percepção de cada um.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas apresentados na Figura 01 descrevem o entendimento dos participantes sobre a definição de solo antes da oficina. Pode-se observar a concepção de camadas sucessivas nos solos, o que remete ao conceito de horizontes do solo nos desenhos **A**, **B** e **D**. No mapa **C** o conceito de solo foi apresentado pela representação do homem e o meio ambiente, sem menção às camadas do solo. O desenho **D** foi o único que relacionou o solo à sua matéria prima, rocha, e a função do solo como base para a vida.

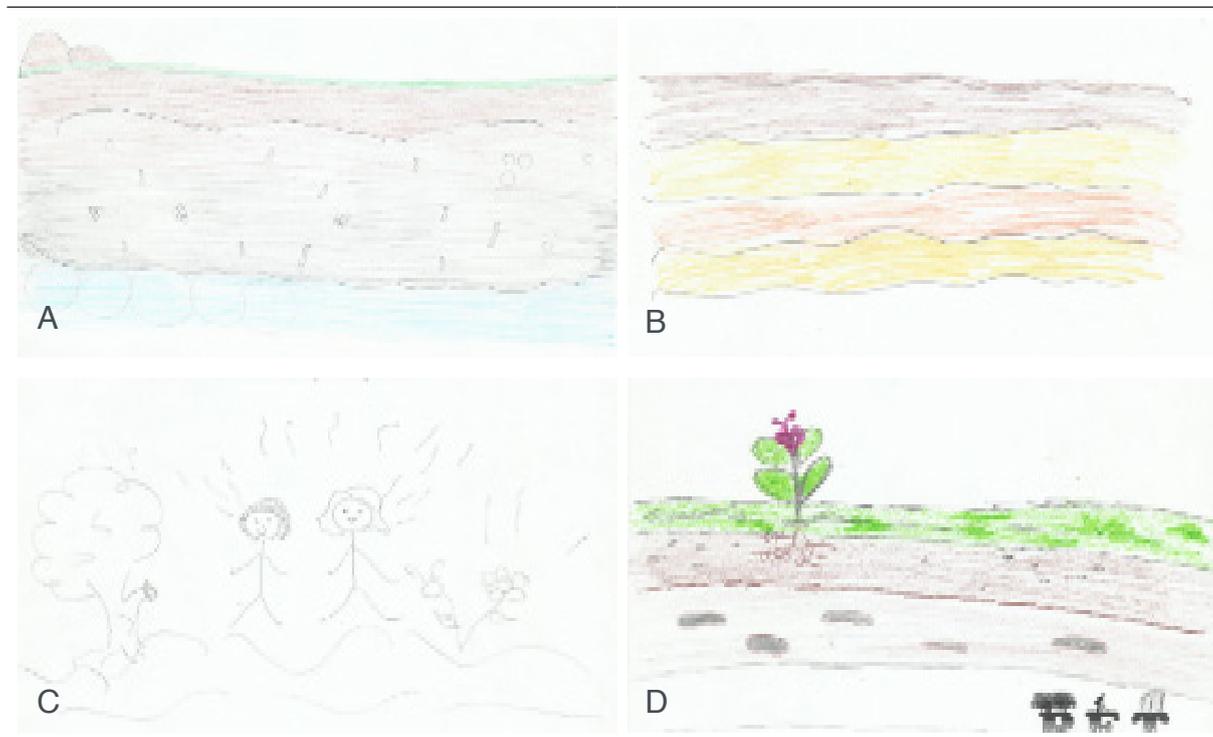


Figura 01: Mapas mentais realizados pelos discentes de Geografia (PARFOR- UESC), antes da oficina de Ciência da Terra.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Os mapas da Figura 02 representam o conceito do solo após a prática na oficina. Pode-se perceber um acréscimo no conceito sendo visualizado pela presença de outros elementos da paisagem, como o sol e a chuva (mapas **A** e **D**), com introdução assim do conceito de intemperismo como processo participante da formação dos solos. No mapa **C**, pode-se constatar uma singularidade, a representação das camadas da Terra, mostrando sua relação com a formação dos vulcões e o renovo da crosta terrestre em rochas e, conseqüentemente, da matéria prima para formação dos solos. O mapa **B** possui características similares aos executados antes da oficina, ou seja, solo com camadas de cores distintas e base para vida.

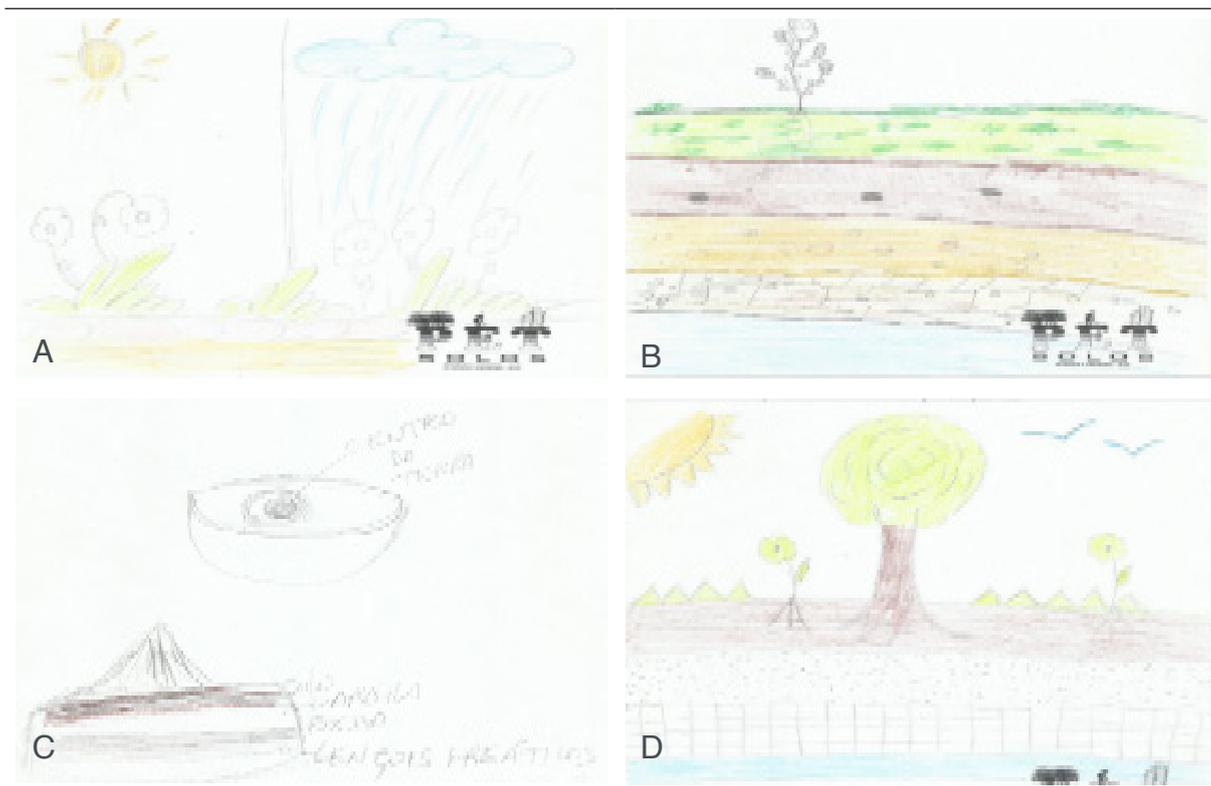


Figura 02: Mapas mentais realizados pelos discentes de geografia (PARFOR-UDESC), após a oficina de Ciência da Terra.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Na Figura 03, o solo é representado por vulcão e vegetação no mapa **A**, sem que houvesse uma referência a horizontes que constituem os solos em subsuperfície, o mesmo observado no mapa B. No mapa **C** o solo é conceituado como um perfil formado por diferentes camadas e base para a vegetação. No mapa **D** o solo foi definido como uma rodovia, isto pode ser explicado pelo fato de o aluno ser de zona urbana. Neste caso, figura 03 - **D**, a aproximação em nível de escala local faz com que a percepção se aproprie da utilização de todos os sentidos, e não apenas do ato de ver no processo de elaboração dos mapas mentais (UNESCO, 1973, p.12).

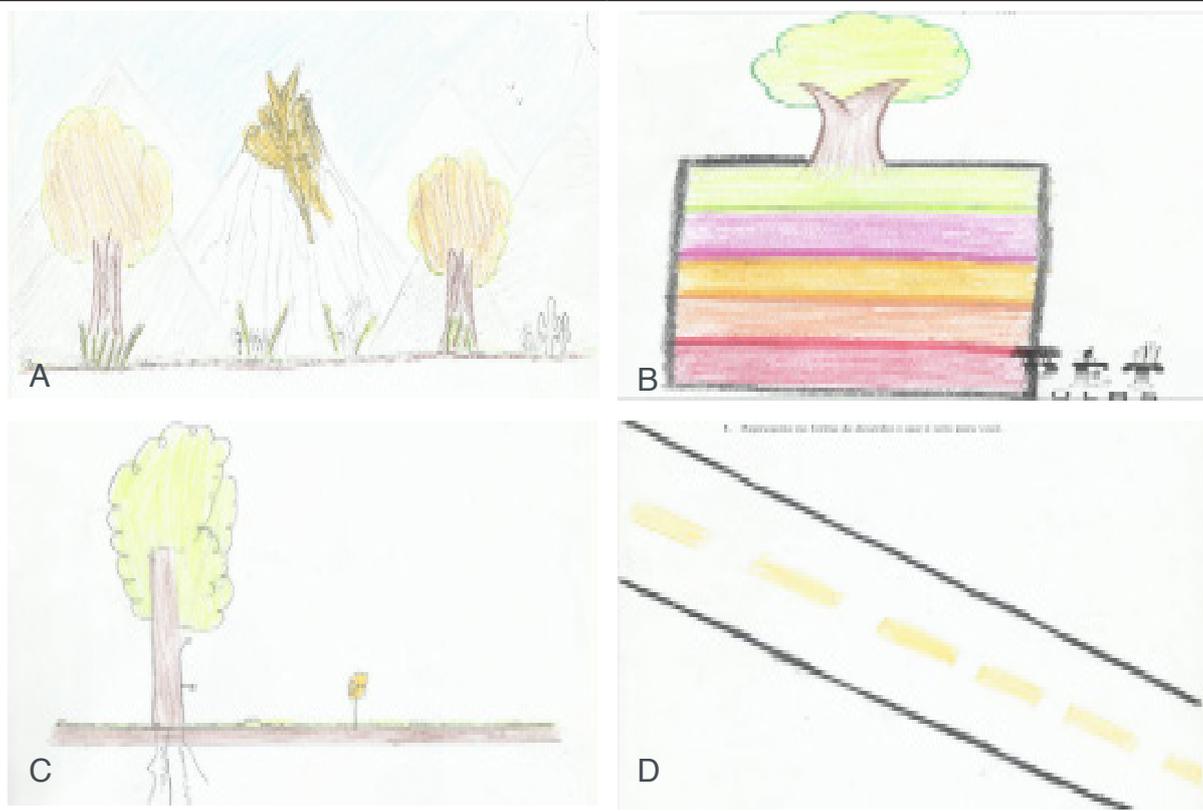


Figura 03: Mapas mentais realizados pelos alunos de ensino fundamental 7º ao 9º ano, antes da oficina de Ciência da Terra.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Nos mapas mentais da Figura 04 há uma presença marcante do vulcão (**B**, **C** e **D**), mostrando que os participantes entenderam a importância do mesmo para a formação do solo. Os alunos demonstraram que há uma correlação entres os processos internos da Terra e a formação de vulcões e que os mesmos são responsáveis pelo renovo da crosta terrestre, formando novas rochas que serão desgastadas pelo intemperismo pela ação do clima (Figura 04 - **D**). Em todos os mapas observa-se a presença de fatores de formação do solo (clima, relevo, material de origem, organismos, tempo) aqui representados por vulcões, rochas, chuva, sol e vegetação, ressaltando que a interação entre estes fatores permite a formação dos solos (EMBRAPA, 2013).



Figura 04: Mapas mentais realizados pelos alunos de ensino fundamental 7º ao 9º ano, após a oficina de Ciência da Terra.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

### 3.1. Análise Geral dos Mapas de Acordo com a Metodologia Kozel

#### 3.1.1 Interpretação Quanto à Forma de Representação dos Elementos na Imagem

Partindo de uma abordagem geral, todas as figuras analisadas possuem ícones que representam o tema solo. A presença de horizontes foi o mais marcante e significativo. No entanto, associações com outros elementos da paisagem como, vegetação, rochas, chuva e vulcão, também foram feitas. É notório nas imagens que as cores utilizadas pretendem representar a realidade, como a presença do verde na vegetação e marrom nas camadas do solo.

#### 3.1.2. Interpretação Quanto à Distribuição dos Elementos na Imagem

**Em perspectiva:** Figura 03 - **A**; **Forma horizontal:** Figura 01 - **A**, **B** e **D**; Figura 02 - **A**, **B** e **D**; Figura 03 - **B**, **C** e **D**; Figura 04 - **A**, **B**, **C** e **D**; **Maneira dispersa:** Figura 01 - **C**; Figura 02 - **C**.

#### 3.1.3. Interpretação Quanto à Especificidade dos Ícones

No geral, verifica-se nos os mapas a presença de elementos naturais, (árvores, plantas de pequeno porte, rochas, sol, chuva, vulcão e horizontes do solo). Com relação aos elementos da paisagem construída constatou-se em um mapa a presença de rodovia. Os elementos humanos aparecem em alguns mapas evidenciando a relação

do homem com o ambiente. De acordo com Kozel (2013), o conhecimento espacial adquirido pelo ser humano baseia-se em imagens “mentais construídas na trajetória de sua vivência a partir da percepção”. Estas representações permitem a construção de um “espaço mental que é percebido, concebido e representado pelos indivíduos”.

### *3.1.4 Acentuação de Outras Particularidades*

Em alguns mapas é possível notar como as informações desenhadas seguem uma sequência, mostrando detalhes minuciosos de como ocorre a formação dos solos, expressando de forma nítida fatores de formação do solo (material de origem, clima, organismos), Figura 04 - **A, C e D**.

## **4 | CONCLUSÃO**

A partir da análise dos mapas mentais pode-se perceber que houve um acréscimo de conteúdo relacionado aos conteúdos sobre a temática solo. Isto foi perceptível ao encontrar uma quantidade maior de elementos que influenciam e estão ligados à formação do solo. Podendo assim inferir que a Oficina de Ciência da Terra utilizada como atividade de EA, contribui para o processo de sensibilização, pois, dinamiza o conhecimento. Neste contexto, os mapas mentais constituem uma ótima ferramenta de análise da percepção, apresentando uma diversidade de informações que podem ser compreendidas de forma diversificada. Além disso, pode ser utilizado no processo de ensino-aprendizagem como método de avaliação. De acordo com Micrute e Kashiwagi (2014), o uso de mapas mentais constitui-se uma excelente ferramenta para auxiliar na elaboração de novas práticas pedagógicas no ensino da Geografia e no fortalecimento do processo de ensino-aprendizagem.

Mesmo a atividade tendo como forma de expressão o uso de desenhos, observou-se que com o público adulto, houve um desinteresse por parte dos participantes, não havendo uma dedicação no momento da confecção com até desistência de alguns, isto pode ser explicado por estes encontrarem-se já na fase adulta, não sendo este tipo de atividade envolvente para os mesmos. Portanto, os mapas mentais foram mais eficientes com os alunos do 7º ao 9º ano. Além disso, percebeu-se que estes absorveram mais conteúdo, evidenciando a facilidade de construir uma conscientização quando o ser humano se encontra em formação. Isto não significa que os discentes do PARFOR não possuíam consciência sobre o tema abordado, mas, infere-se que o método utilizado não permitiu que construísse com diligência a proposta apresentada.

## **REFERÊNCIAS**

BASEGGIO, et al. **Uso de mapas mentais em sala de aula: uma análise de representações sobre o meio ambiente**. VIII EPEA - Encontro Pesquisa em Educação Ambiental. R J, jul. de 2015.

SOLOS, Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

GUIMARÃES, Mauro; VASCONCELLOS, Maria das Mercês N. **Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação**. *Educar em Revista*, n. 27, 2006.

KOZEL, Salete. **Comunicando e representando: mapas como construções socioculturais**. *Geograficidade*, v.3, Número Especial, Primavera, 2013.

MELAZO, Guilherme Coelho. **Percepção ambiental e educação ambiental: Uma reflexão sobre as relações interpessoais E ambientais no espaço urbano. Olhares & Trilhas**. Uberlândia, Ano VI, n. 6, p. 45-51, 2005.

MICRUTE, Regina Lucia Rocha; KASHIWAGI, Helena Midori. **O uso dos mapas mentais na construção da percepção espacial os desafios da escola pública paranaense**. In: Na perspectiva do professor PDE. Vol. 1, Paraná, 2014.

MUGGLER, Cristine Carole; ARAÚJO PINTO SOBRINHO, Fábio de Araújo; AZEVEDO MACHADO, Vinícius. **Educação em solos: princípios, teoria e métodos**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 4, 2006.

NITSCHKE, Leticia Bartoszeck. **O significado do turismo no roteiro “caminhos de Guajuvira”, Araucária/pr**. IN: KOZEL TEIXEIRA, S. *Imagens e linguagens do geográfico: Curitiba capital ecológica*. (Dissertação de mestrado PPG-Geografia). Curitiba, 2007.

OLIVEIRA, Raphael Figueira Chiote Alves de. **Os Mapas Mentais Como Linguagem Do Cotidiano: Uma Contribuição Ao Ensino De Geografia**. *Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos*. RS, jul. de 2010.

SANTOS, Darlene de Paula dos; FOFONKA, Luciana. **Percepção ambiental e educação ambiental: o uso de mapas mentais**. *Maiêutica-Ciências Biológicas*, v. 3, n. 1, 2015.

UNESCO. **Man and the Biosphere Programme (MAB)**. Expert Panel of Project 13: “Perception of Environmental Quality”. Paris/França, 26-29 de março de 1973. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000032/003216eb.pdf>>. Acesso em 20 de março de 2018.

## SANDBOX: UMA FERRAMENTA POSSÍVEL PARA O ENSINO NAS GEOCIÊNCIAS

### **Carolina Daltoé da Cunha**

Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ.

### **Hugo Machado Rodrigues**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Seropédica - RJ.

### **Marcelo Wermelinger Aguiar Lemes**

Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ.

### **Reiner Olíbano Rosas**

Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ.

**RESUMO:** A representação bidimensional de formas tridimensionais está além da compreensão básica da maioria dos discentes de geomorfologia, criando uma barreira no aprendizado de temas como topografia, bacias hidrográficas, processos geomorfológicos, erosão dos solos, inundações e estrutura geológica. A utilização de uma caixa de areia com realidade aumentada permite a visualização, em tempo real, das informações topográficas combinadas com projeções de curvas de nível, simulações de fluxos de água que possibilita a avaliação das rotas de fluxos e a interação com as formas de relevo. Estas formas podem ser alteradas e moldadas de acordo com o objetivo proposto produzindo diferentes arranjos que serão imediatamente representados e projetados sob a forma de curvas de nível, mapas hipsométricos ou correntes de água que fluem segundo a topografia do terreno. O presente trabalho teve como objetivo adaptar

um sistema integrado de realidade aumentada capaz de processar e projetar, em tempo real, informações topográficas criadas em uma caixa de areia, desenvolvido pelo Instituto Oliver Kreylos da Universidade da Califórnia (UCLA).

**Palavras-chave:** geociências; ensino; sandbox

**ABSTRACT:** The two-dimensional representation of three-dimensional forms is beyond the basic understanding of most geomorphology students, creating a barrier in the learning of topics such as topography, river basins, geomorphological processes, soil erosion, floods and geological structure. The use of a sandbox with augmented reality allows real-time visualization of topographic information combined with contour projections, simulations of water flows that allow the evaluation of flow paths and interaction with relief forms. These forms can be altered and shaped according to the proposed objective producing different arrangements that will be immediately represented and projected in the form of contour lines, hypsometric maps or water currents that flow according to the topography of the terrain. The present work had as objective to adapt an integrated system of augmented reality able to process and design, in real time, topographic information created in a sandbox, developed by Oliver Kreylos Institute of the University of California (UCLA).

**KEYWORDS:** geosciences; teaching; sandbox

## 1 | INTRODUÇÃO

A cartografia do relevo e dos processos geológicos e geomorfológicos sempre foi encarada como uma tarefa de difícil compreensão. A representação bidimensional de formas tridimensionais está além da compreensão básica da maioria dos estudantes, criando uma barreira no aprendizado de temas como topografia, bacias hidrográficas, processos geomorfológicos, erosão dos solos, inundações e estrutura geológica.

A utilização de uma caixa de areia com realidade aumentada permite a visualização, em tempo real, das informações topográficas combinadas com projeções de curvas de nível, simulações de fluxos de água que possibilita a avaliação das rotas de fluxos e a interação com as formas de relevo. Estas formas podem ser alteradas e moldadas de acordo com o objetivo proposto, ou simplesmente deixando a criatividade dos estudantes produzir diferentes arranjos que serão imediatamente representados e projetados sob a forma de curvas de nível, mapas hipsométricos ou correntes de água que fluem segundo a topografia do terreno.

A caixa de areia com realidade aumentada pode ser utilizada no ensino para mostrar de forma fácil, a representação das formas do relevo em mapas topográficos ou hipsométricos além de facilitar o entendimento dos processos erosivos. A erosão hídrica é o principal processo de esculturação do relevo assim como da degradação dos solos em ambiente tropical úmido. O conceito de bacia hidrográfica que é de difícil compreensão até mesmo para adultos, pode ser melhor entendido a partir da visualização dos fluxos de água que vertem dos divisores para as áreas mais baixas e os canais de drenagem de forma simples e interativa.

Esta ferramenta oferece grande potencial para a pesquisa e ensino da Geomorfologia, particularmente pela observação 3D de paisagens e sua dinâmica ao longo do tempo, possibilitando novas perspectivas de análise além de complementar e melhorar o desempenho dos métodos tradicionais e já consagrados pela academia.

O presente trabalho teve como objetivo adaptar um sistema integrado de realidade aumentada capaz de processar e projetar, em tempo real, informações topográficas criadas em uma caixa de areia, desenvolvido pelo Instituto Oliver Kreylos da Universidade da Califórnia (UCLA). Sua finalidade refere-se à aplicação no contexto educacional frente a necessidade de popularização das ciências.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A caixa de areia funciona com o auxílio de uma combinação de hardware e software que possibilitam a identificação de formas do relevo criadas na caixa de areia e a projeção, em tempo real, da representação cartográfica tridimensional destas formas.

O hardware é composto por uma câmera Microsoft Kinect, um computador com capacidade gráfica e um projetor multimídia (datashow) de alta resolução.

Para a implementação do projeto foi utilizado um computador dedicado com elevada capacidade de processamento (processador AMD Phenom Dual Core) dotado de placa gráfica GTX Nvidia GeForce 970, rodando o sistema operacional Linux Mint versão 17.2 “Rafaela”. De acordo com as instruções do Instituto Oliver Kreylos, este computador estaria conectado a uma câmera 3D Kinect da Microsoft e um projetor multimídia (datashow) de alta resolução Benq MX620ST.

Todavia, foram feitas inúmeras adaptações no sistema de projeção com utilização de projetor convencional, elevando-o para a altura de 1,85m ao invés da altura recomendada de 1 metro, bem como na estrutura física e no layout.

A caixa de areia foi confeccionada em chapa de alumínio (100x75x15cm), montada sobre um suporte também em alumínio. A opção pelo alumínio, ao contrário de outras instalações que utilizam madeira, teve como objetivo a redução do peso da instalação, facilitando o seu deslocamento. A caixa foi preenchida com cerca de 10 cm de areia (75 dm<sup>3</sup>).

A proporção de 4:3 é limitada pela área mínima da câmera Kinect e distâncias máximas de sensoriamento e a resolução desejada, o que combina os campos de visão do Kinect e do projetor (datashow). O Kinect posicionado a 100cm acima da caixa proporciona uma resolução horizontal nominal de 1,56 mm.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caixa de areia com realidade aumentada representa uma evolução no ensino da representação das formas do relevo e de como os processos geomorfológicos agem para esculpir estas formas. Cardoso e Schmidt (2012) afirmam que a adoção de formas inovadoras que despertam a curiosidade dos estudantes tem crescido muito nos últimos anos e que diversos pesquisadores e educadores têm desenvolvido novas formas de abordar os estudos sobre a cartografia do relevo e os processos geomorfológicos de forma a melhorar a sua compreensão.

Um avanço neste sentido é a adoção de maquetes, que avançam para além da representação bidimensional das curvas de nível. Gomes (2005) afirma que o uso de maquete permite a representação dos elementos da paisagem tridimensionalmente, proporcionando um modelo sintético da complexa realidade. Desta forma podemos considerar a maquete como um instrumento ideal para fazer esta representação

tridimensional do relevo (Francischett, 2004).

O presente projeto adota um conceito conhecido como ‘computação tangível’ em que os objetos no mundo físico podem ser manipulados para alterar ou operar um programa de computador, neste caso, uma visualização de uma paisagem (figura 1). A câmera utilizada é um ‘Microsoft Kinect Câmera’, a mesma câmera usada em jogos de vídeo. Ele usa um projetor infravermelho, câmera e um microchip especial para acompanhar o movimento de objetos em 3D (Cardoso e Schmidt, 2012).



Figura 1- Computação Tangível

Um aplicativo de realidade aumentada reconhece a presença de objetos ou eventos no mundo através da aplicação de aprendizado de máquina utilizando algum tipo de sensor. Em seguida, a aplicação gera um conjunto de ‘objetos virtuais’, anexados aos objetos do mundo real, em tempo real (D’Antoni et al., 2013).

Para desenvolver aplicações voltadas para o estudo do relevo, das formas de representação e o comportamento dos fluxos de água sobre o terreno optou-se por utilizar uma solução de baixo custo desenvolvida a partir de um sensor kinect e um projetor multimídia (datashow).

Para a representação da topografia o modelo digital adquirido pelo Kinect montado acima da caixa de areia é interpretado pelo software que projeta as informações de acordo com a aplicação desejada. O próprio software de análise converte os dados brutos digitalizados em um modelo 3D, o qual é então usado para exibir as várias análises para que possam ser projetadas

A representação da topografia constitui-se em um modelo digital que foi interpretado satisfatoriamente, mesmo diante das adaptações realizadas (figura 2), pois projetou as informações de acordo com a aplicação desejada (p.ex: formas de relevo em diferentes elevações). O espaçamento entre as linhas de contorno e a cor padrão das faixas de altitude foi escolhido para melhorar a compreensão das mudanças de altitude e comportamento do processo hidrológico.



Figura 2- Adaptações realizadas na Sandbox UFF

O resultado visual permitiu exibir as diferenças de altimetrias do modelado (3D) através da visualização das curvas de nível associadas às diferentes cores (que podem ser ajustadas para transmitirem princípios diferentes e/ou para serem otimizadas para diferentes configurações físicas (figura 3).

Para gerar chuva virtual o programa interpreta que um objeto detectado a uma altura específica (cerca de 60 cm) acima do nível da areia gera uma coloração azul, brilhando sobre a visualização superfície abaixo deste objeto. A água parece fluir para superfícies inferiores seguindo as rotas determinadas pela topografia do terreno. O fluxo da água simulada é baseado em modelos reais de dinâmica de fluidos (figura 4).

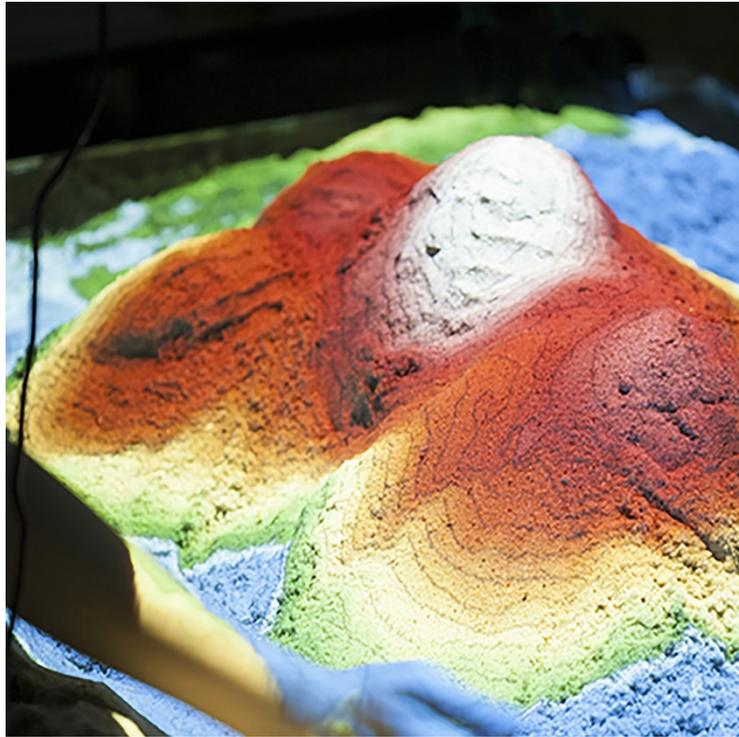


Figura 3- Diferenças de altimetrias do modelado (3D) através da visualização das curvas de nível

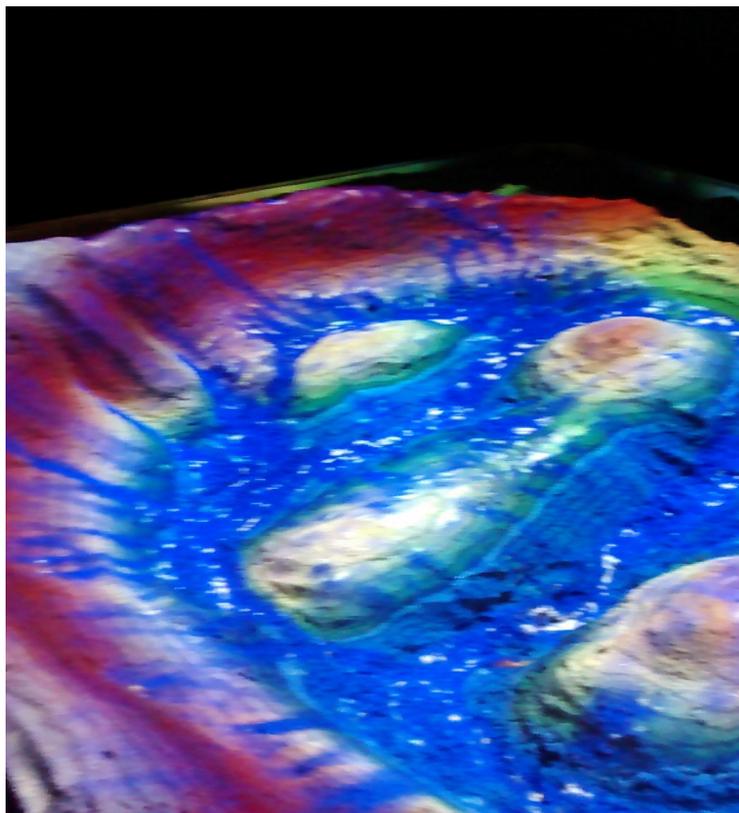


Figura 4- Fluxo da água simulada é baseado em modelos reais de dinâmica de fluidos.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma questão central no sistema de ensino das geociências é a carência de

recursos de modelagem em três dimensões em ambiente de software livre, reduzindo o potencial de interesse e compreensão sobre os conteúdos apresentados aos discentes.

A caixa de areia é uma ferramenta de ensino muito poderosa, pois através do contato direto, moldando a superfície do terreno, os estudantes podem observar como são representadas as formas geradas e acompanhar a dinâmica geomorfológica (National Science Foundation, 2014). Ela permite aos visitantes a moldar a paisagem na areia, enquanto o Kinect rastreia mudanças na elevação da areia enviando os dados para o computador e um projetor exibe uma topografia virtual com correspondente elevação em um gradiente de cores à medida em que o visitante altera a topografia. Ao gerar uma chuva artificial a água flui de forma realista sobre a paisagem e formas em direção aos lagos e mares (Reed et al., 2014).

Os resultados exibidos para os primeiros observadores (estudantes, professores e funcionários da UFF), aleatoriamente, como um teste inicial, sinalizaram claramente o potencial de utilização deste recurso despertando curiosidades e o interesse dos mesmos. E contribui seguramente para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, com base tecnologias modernas aliadas ao ensino das geociências.

A aquisição e a manutenção da caixa de areia de realidade aumentada é um referencial frente aos entraves de investimento das unidades de ensino e pesquisa. Através das adaptações realizadas, o uso e aplicação da sandbox mostrou-se uma ferramenta importante (de baixo custo) para popularização das ciências, sendo possível a ampliação e expansão em larga escala desse importante recurso computacional.

## REFERÊNCIAS

Cardoso, G.S. e Schmidt, A.E.F. - **Biblioteca de Funções para Utilização do Kinect em Jogos Eletrônicos e Aplicações NUI**. XI SBGames – Brasília – DF – Brazil, November 2nd - 4th, 2012.

D'Antoni, L.; Dunn, A.; Jana, S.; Kohno, T.; Livshits, B.; Molnar, B.; Moshchuk, A.; Ofek, E.; Roesner, F.; Saponas, F.; Veanes, M. e Wang, E. **Operating System Support for Augmented Reality Applications**. HotOS'13 Proceedings of the 14th USENIX conference on Hot Topics in Operating Systems. USENIX Association Berkeley, CA, USA, 2013. P. 21.

Gomes, M.F.V.B. **Paraná em relevo: proposta pedagógica para construção de maquetes**. GEOGRAFIA Revista do Departamento de Geociências v. 14, n. 1, jan./jun. 2005. P. 207-216.

National Science Foundation. **Shaping Watersheds Exhibit Facilitation Guide** July 28, 2014 v.1 This material is based upon work supported by the National Science Foundation under Grant No. DRL-1114663- 21p.

Reed, S., Kreylos, O., Hsi, S., Kellogg, L., Schladow, G., Yikilmaz, M.B., Segale, H., Silverman, J., Yalowitz, S., and Sato, E., **Shaping Watersheds Exhibit: An Interactive, Augmented Reality Sandbox for Advancing Earth Science Education**, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2014, Abstract no. ED34A-01

## SOLO DO BOSQUE RODRIGUES ALVES – CONHECER PARA CONSERVAR

### **Washington Olegário Vieira**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Faculdade de Engenharia Florestal.

Belém – PA

### **Larissa Gonçalves Moraes**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Faculdade de Engenharia Florestal.

Belém – PA

### **Regilene Angélica da Silva Souza**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto  
de Ciências Agrárias.

Belém – PA

### **Gracialda Costa Ferreira**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto  
de Ciências Agrárias.

Belém – PA

### **Vânia Silva de Melo**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto  
de Ciências Agrárias.

Belém – PA

**RESUMO:** O Bosque Rodrigues Alves, localizado na cidade de Belém – PA, compreende uma área remanescente de floresta ombrófila densa da Amazônia. Dada à preocupação com a conservação da área foi criado o evento “Dia Mundial do Meio Ambiente no Bosque”, com o objetivo de mostrar à sociedade da capital paraense a importância da área verde na qualidade de vida, bem como a necessidade

de cuidados com seus recursos naturais: flora, fauna e solo. Sobre a temática de solos, foram abordados os conceitos, a sua formação, suas funções e suas potencialidades e limitações. Foram elaborados materiais didáticos e a abertura de uma trincheira demonstrativa do perfil do solo que o Bosque possui. A ação possibilitou identificar que embora o público visitante do Bosque apresente preocupações com as questões ambientais, a percepção do ambiente e seus componentes ainda são relativamente insuficientes, especialmente no que se refere aos cuidados dos solos. Diante dessa carência de sensibilidade, as ações de educação ambiental são de suma importância visando à mudança de valores e atitudes das pessoas inseridas no contexto amazônico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em Solos. Educação Ambiental. Solos da Amazônia.

**ABSTRACT:** The Bosque Rodrigues Alves, localized in Belém – PA, consist in a remaining area of the Amazon rain forest. With the worry about conservation of the area, it was created the World Environment Day event in Bosque, in order to show to the society of Belém the importance of the Bosque in quality of life and the needing to care for their natural resources: flora, fauna and soil. It was discussed about the soil: concepts, genesis, functions and its potential and limitations. The group prepared

teaching materials and opened a demonstrative trench of the soil profile. The action made it possible to identify that although the visitors of the Bosque present concerns with environmental issues, the perception of the environment and its components are still insufficient, especially in relation to the soil. Against the lack of sensitivity, environmental education actions are needed to change values and attitudes.

**KEYWORDS:** Soil education. Environmental education. Soils of Amazônia.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Bosque Rodrigues Alves é uma das áreas verdes de grande relevância da Cidade de Belém – PA e recebeu, em 2002, o título de Jardim Botânico da Amazônia. A área do jardim botânico é um remanescente de floresta ombrófila densa da Amazônia e representa para os habitantes da capital um patrimônio de valor ambiental e histórico. O Bosque abriga inúmeras espécies de plantas de vários tamanhos e até espécies ameaçadas de extinção, bem como diversos animais distribuídos entre aves, mamíferos, reptéis e peixes importantes da flora e fauna da região amazônica. O ambiente tornou-se uma importante área de lazer e recreação da população belenense e do seu entorno, sendo também um dos principais pontos turísticos da cidade.

Em relação à qualidade de vida urbana, as áreas verdes, além de atribuir melhorias ao meio ambiente e ao equilíbrio ambiental, possuem papel no desenvolvimento social e também traz benefícios ao bem-estar, a saúde física e psíquica da população, ao proporcionarem condições de aproximação do homem com o meio ambiente (LONDE e MENDES, 2014; COLLERE, 2005). A qualidade do ambiente urbano depende muito da qualidade dos espaços verdes, seja em relação à infraestrutura, à segurança e à acessibilidade, como também por boas práticas de uso e manejo da flora, fauna e solo.

Atualmente há uma maior preocupação acerca dos solos urbanos, conceito atualmente sendo popularizado pela comunidade científica, que segundo Pedron *et al.* (2004) o termo tem como função destacar a forma de utilização dos solos, bem como apresentar as possíveis modificações em suas propriedades químicas e físicas.

Como um fragmento de floresta nativa no centro da cidade de Belém, o Bosque Rodrigues Alves é aberto à visitação diariamente, com exceção das segundas-feiras, reservada às atividades internas da área. O público, em geral, faz caminhadas, trilhas, práticas de yoga e diversas outras atividades. O local recebe ainda a visita de escolas de nível fundamental e outras entidades para diversas atividades acadêmicas. No entanto, o uso do espaço tem despertado preocupação quanto à falta de cuidado que os visitantes têm com área.

O Projeto Flora do Bosque – Jardim Botânico da Amazônia vem desenvolvendo diversas atividades de pesquisa na área, como o censo florestal das espécies vegetais, avaliação da dinâmica da vegetação regenerante e estudo do solo do Bosque. Dada a preocupação com a conservação da área, atividades de Educação Ambiental foram

incluídas ao projeto. Como primeira ação, foi criado o evento Dia Mundial do Meio Ambiente no Bosque Rodrigues Alves, com o tema “A Universidade vai ao Bosque: Conhecer para conservar”, com o objetivo de mostrar à sociedade Belenense a importância do Bosque Rodrigues Alves na qualidade de vida, e a necessidade de cuidados dos recursos naturais: flora, fauna e solo.

Todas as atividades que vem sendo desenvolvido no projeto foram apresentadas à sociedade belenense, bem como a importância de boas práticas de uso do meio ambiente visando a sua conservação. Conforme Muggler *et al.* (2006), a população das grandes cidades usualmente possuem atitudes que envolvem pouca consciência e percepção acerca dos solos, desse modo, sendo um importante fator para a degradação a partir de mau uso ou ocupação desordenada. Além disso, houve uma enorme negligência das pessoas em relação a sua conservação, causando problemas ambientais como erosão, poluição, deslizamentos etc.

Diante desse contexto, ações de popularização do conhecimento do solo têm objetivo de sensibilizar a população em relação aos solos, bem como conscientizar quanto ao uso racional desse recurso. Como atividade do Dia do Meio Ambiente no Bosque Rodrigues Alves buscou-se apresentar aos visitantes o conhecimento sobre os solos, quanto a sua formação, importância, funções no ambiente, potencialidade e limitações, bem como boas práticas de uso.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As ações voltadas à educação ambiental vêm sendo desenvolvidas no Jardim Botânico da Amazônia – Bosque Rodrigues Alves, localizado no centro da cidade de Belém, no estado do Pará (Figura 1). O Bosque possui uma área de 1500.000 m<sup>2</sup> e vem resistindo ao desenvolvimento da cidade durante muitos anos, embora sua área original tenha sido reduzida drasticamente nas últimas décadas.

Para o desenvolvimento das atividades relacionadas à educação ambiental foi criada a primeira edição do evento que ocorreu no dia Mundial do Meio Ambiente no dia 05 de junho de 2016. Esse evento foi realizado com a participação da Universidade Federal Rural da Amazônia junto com a equipe do Bosque. Foi estabelecido um circuito, em foram alocados em pontos estratégicos, nas trilhas de maior circulação dos visitantes, *Estações de Conhecimento*. Essas estações apresentaram informações relacionadas à flora, fauna e também do solo do bosque, uma vez que possui a importante função de sustentar a biodiversidade da área, bem como conhecimento sobre a história e importância social. Foram abordadas questões relacionadas ao uso e os cuidados para a sua preservação.

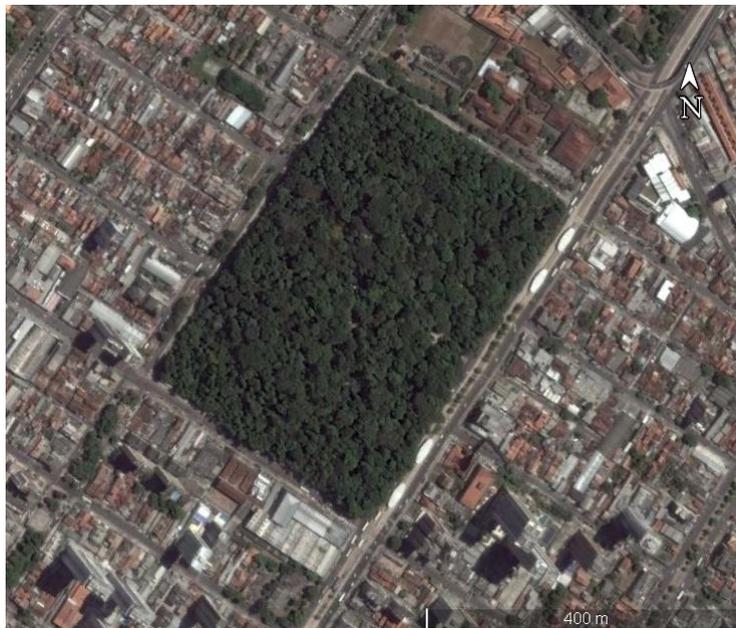


Figura 1: Localização da área do Bosque Rodrigues Alves em meio ao crescimento urbano, Belém – PA. Fonte: Google Earth, 2018.

As informações e dados divulgados nas estações foram obtidos por meio das atividades propostas no projeto Flora do Bosque, e outros projetos e atividades desenvolvidas pelas instituições parceiras e pela própria equipe do bosque ao longo da sua existência. Essas informações foram apresentadas e divulgadas em linguagem acessível aos frequentadores, grupos constituídos principalmente por pais que levam os seus filhos. Foram estabelecidas seis estações do conhecimento:

- 1 – Histórico e social;
- 2 – Vegetação do bosque;
- 3 – Fauna do bosque;
- 4 – Solos do bosque;
- 5 – Educação Ambiental;
- 6 – Curiosidade sobre o bosque.

Para a Estação de Conhecimento – Solo do Bosque foi elaborado materiais didáticos e a abertura de uma trincheira demonstrativa do perfil do solo do bosque medindo 1,5 m de profundidade com 2 m de largura com o intuito de apresentar o solo como um corpo tridimensional que possui uma estrutura diversificada em suas profundidades.

Os materiais didáticos elaborados foram: vulcão, coleção de rochas, coleção de minerais comuns à formação de rochas, mini perfis de solos, colorteca – coleção de cor do solo, tintas preparadas a partir solo e maquetes.

Foram preparadas mini-oficinas de pintura utilizando as tintas do solo e uso de gravuras relacionados a preservação do meio ambiente e uma oficina de modelar, com o uso de argila. E uma prática de infiltração de água no solo, visando mostrar a importância da manutenção da cobertura vegetal e os processos erosivos. Os processos erosivos também foram abordados por meio do uso de maquetes mostrando

situações corretas e incorretas do uso do solo no meio urbano e rural.

A visita à estação ocorreu de acordo com a circulação das pessoas no bosque. Nessa primeira ação foram observados o conhecimento e o interesse dos visitantes pelo tema solos e o entendimento que eles apresentaram sobre a importância de conservação desse recurso natural.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados, foi observado que o público frequentador do Bosque possuía um grande interesse por temas relacionados aos solos. Durante o desenvolvimento da ação, a Estação Solos recebeu muitas visitas durante a manhã inteira da ação do dia do meio ambiente. Foi observado o interesse das crianças, e principalmente dos adultos. Os materiais didáticos elaborados (Figura 2) facilitaram a compreensão sobre os solos e a importância da utilização de forma correta desse recurso.

É importante citar que a educação em solos tem como principal objetivo atingir a sensibilização e promover o interesse para que as pessoas tenham a capacidade de conservar e utilizar os solos de maneira sustentável. Segundo Muggler *et al.* (2006), a educação em solos também procura construir uma “consciência pedológica”, resultante da percepção do meio ambiente, tendo como objetivo: Ampliar a percepção do solo, uma vez que ele é componente da paisagem; Sensibilizar a sociedade perante as diversas degradações existentes; Propiciar o conhecimento necessário acerca da conservação; e Popularizar principalmente o conhecimento científico da pedologia, uma vez que é comumente restrito ao ensino das áreas afins em nível de graduação e pouco divulgado nas escolas de base, conforme debatido por Sato (2001).

Os visitantes observaram e manipularam os diferentes materiais de origem dos solos e os minerais que constitui as rochas, foi confeccionado um vulcão de argila e realizado uma mistura com vinagre e bicarbonato de sódio para simular a erupção e a origem das rochas e seus ciclos, sendo extremamente bem aceita pelas crianças (Figura 3).

Os mini-perfis de solos auxiliaram na compreensão da sequência de formação dos solos a partir da alteração das rochas (Figura 4A e 4B). A exposição do perfil do solo do bosque causou grande curiosidade aos visitantes, que tiveram a possibilidade de conhecer os horizontes, observar as cores, os agregados do solo e também puderam avaliar as diferenças entre as texturas argilosas e arenosas do perfil do solo (Figura 5A, 5B e 6). Essas atividades tiveram como objetivo a descontração, a integração e o envolvimento do público, que era majoritariamente composto por crianças, buscando sempre a sensibilização acerca da temática.

Foi realizada também uma prática de infiltração de água no solo, a partir de três exemplos que consistiram em: 1. Solo descoberto; 2. Solo com serapilheira; 3. Solo vegetado. Esse aprendizado auxiliou o entendimento sobre a importância da

manutenção da cobertura vegetal e os efeitos da sua retirada nas perdas de solo, assoreamento dos rios, desmoronamento de encostas, entre outros (Figura 7).

Foi realizada também uma oficina que envolvia pintura, a partir de cores do solo (misturas de cola, água e solos com diversas cores) e a confecção de peças em argila. A participação de adultos e crianças nas mini-oficinas de pintura e argila ocorreu de forma satisfatória (Figura 8 e 9).

A ação permitiu notar a importância do desenvolvimento de atividades que promovam o conhecimento sobre o solo e sua importância para a manutenção e qualidade de vida, principalmente no meio urbano, onde o contato não se faz tão presente como no meio rural. Embora tenha sido observada a preocupação com as questões ambientais, ainda há uma carência de sensibilidade. Esse fato força a necessidade do desenvolvimento de mais ações ligadas à educação ambiental e ao conhecimento dos solos, no sentido de promover uma mudança de valores e atitudes.



Figura 2. Integrantes da Estação de Conhecimento – Solo antes da abertura oficial do parque e os materiais didáticos. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).



Figura 3. Exposição acerca da gênese dos solos a partir de rochas e minerais. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).

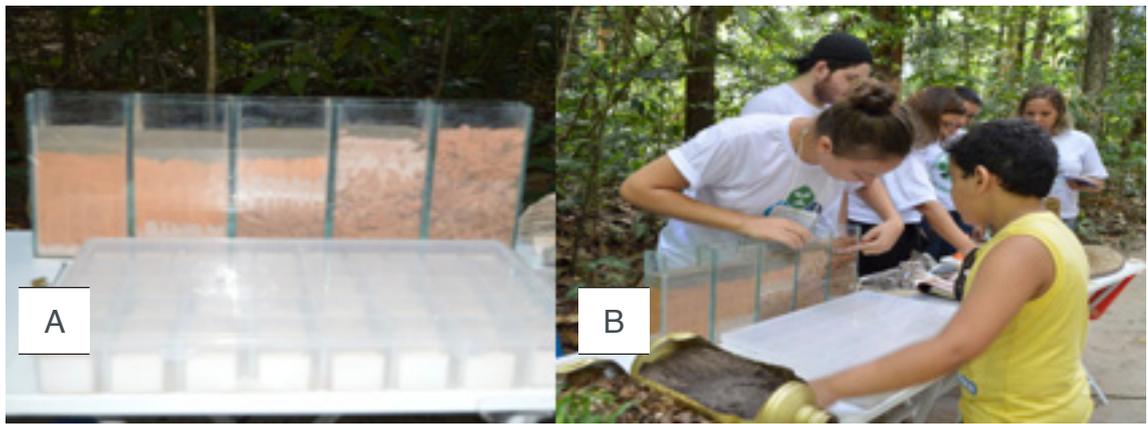


Figura 4. A) Mini perfis de solo; B) Exposição e explanação acerca do desenvolvimento dos solos. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).



Figura 5. A) Visão geral da trincheira; B) Voluntários realizando a explanação acerca do solo do bosque. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).



Figura 6. Visitantes realizando a percepção entre as texturas e cores do solo. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).



Figura 7. Material usado para ensino da infiltração no solo. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).



Figura 8. Oficina de pintura com tintas de solo e confecções de peças de argila. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).



Figura 9. Desenhos realizados pelo público expostos no bosque. Fonte: Souza, R.A.S. (2016).

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação possibilitou identificar que embora o público visitante do Bosque Rodrigues Alves apresente preocupações com as questões ambientais, a percepção do ambiente e seus componentes ainda são insuficientes, especialmente no que se refere ao solo. Diante da carência de sensibilidade, as ações de educação ambiental em solo devem continuar em parceria com o Núcleo de Educação Ambiental do Bosque.

Com o avanço nos resultados do estudo do solo do bosque pretende-se elaborar materiais informativos sobre as características do solo do bosque e sua relação com a manutenção da vegetação, bem como incluir informações básicas sobre os conceitos, formação e importância para os ecossistemas naturais e sociais, levando em consideração o ambiente amazônico.

## REFERÊNCIAS

COLLIERE, M. A. de O. Educação ambiental: A contribuição dos projetos escolares nas discussões ambientais nas escolas públicas municipais de Colombo/PR. **Revista Raega**, Curitiba: Editora UFPR, n. 10, p. 73-82, 2005.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia: Hygeia. v. 10, n.18, p. 264-272, 2014

MUGGLER, C. C.; SOBRINHO, F. de A. P.; MACHADO, V. A. Educação em solos: Princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, p. 733-740, 2006.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. de; KAMINSKI, J. Solos urbanos. **Ciência Rural**, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2004.

Sato, M. Debatendo os desafios da educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande, v. 1, p. 14-33, 2001.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Alan Mario Zuffo** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é pesquisador pelo Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS/Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavourapecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)

**Fábio Steiner** Engenheiro Agrônomo (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/2007), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (UNIOESTE/2010), Doutor em Agronomia - Agricultura (Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, Universidade Estadual Paulista – UNESP/2014, Botucatu). Atualmente, é professor e pesquisador da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, atuando nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Universitária de Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia - Agricultura, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, manejo de culturas, sistemas de produção agrícola, fertilidade do solo, nutrição mineral de plantas, adubação, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente com as culturas de soja, algodão, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: [steiner@uems.br](mailto:steiner@uems.br)

## **SOBRE OS AUTORES**

**Alessandra Conceição De Oliveira**-Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas, Nova Xavantina – Mato Grosso- Dr. Docente de Irrigação e Drenagem-E-mail: [acoliviera@hotmail.com](mailto:acoliviera@hotmail.com)

**Aline da Silva Vieira** Graduanda em Agronomia pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (2015-2019).

**Aline Roma Tomaz** Graduanda em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); Bolsista do Grupo PET-SOLOS; E-mail: [alline.roma91@hotmail.com](mailto:alline.roma91@hotmail.com)

**Amanda Dias dos Reis** Graduada em Geografia (Bacharel) pela UESC; Ex-bolsista do Grupo PET-SOLOS; E-mail: [amandadias13@hotmail.com](mailto:amandadias13@hotmail.com).

**Américo Wagner Júnior** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, ambos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas; Doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa e Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza - Espanha; Pós Doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa; Grupo de pesquisa: em melhoramento genético de fruteiras e fisiologia de fruteiras exóticas e nativas. Bolsista Produtividade em Pesquisa pela Fundação CNPq; E-mail para contato: [americowagner@utfpr.edu.br](mailto:americowagner@utfpr.edu.br).

**Ana Christina Duarte Pires** Professor da Universidade Federal do Paraná; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Paraná; Graduação em pela Universidade Federal de Pelotas; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná; Doutoranda em Sociologia pela Universidade Federal do Paraná; Grupo de pesquisa e extensão em Sociologia e Políticas Públicas da Universidade Federal do Paraná; E-mail para contato: [anachrisdp@gmail.com](mailto:anachrisdp@gmail.com)

**Ana Claudia Ramos Sacramento** Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da FFP/UERJ; Graduação em Licenciatura em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Mestrado em Educação pela Universidade de São Paulo – (FE) USP; Doutorado em Geografia pela Universidade de São Paulo – DGEO- FFLCH-USP; Grupo de pesquisa: Pesquisadora do Grupo Educação e Didática da Geografia: práticas interdisciplinares e as transformações; As transformações no mundo contemporâneo e o ensino de Geografia na educação básica; E-mail para contato: [anaclaudia.sacramento@hotmail.com](mailto:anaclaudia.sacramento@hotmail.com)

**Ana Maria Souza dos Santos Moreau** Professora Plena do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da UESC; Tutora do PET Solos desde janeiro de 2011; Membro

do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da UESC; Graduada em Engenharia Agrônômica pela Escola de Agronomia da UFBA. Mestre em Geoquímica e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Bahia/Instituto de Geociências; Doutora em Solos e Nutrição de Plantas Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Solos; Pós Doutorado em Solos pela Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Solos; Bolsista do FNDE como Tutora do Grupo PET SOLOS; E-mail para contato: amoreau@uesc.br.

**Ana Patricia Evangelista Barbosa** Graduação em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; E-mail: anapatricia.2600@hotmail.com

**Anderson Gaias do Nascimento** Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola Estadual Adroaldo Augusto Colombo. Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri; E-mail para contato: anderson.gaias@hotmail.com

**André Luiz Lopes De Faria** Professor Adjunto do curso de Geografia na Universidade Federal de Viçosa - UFV, Departamento de Geografia, Viçosa-MG. Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1993), graduação em Estudos Sociais pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (1992), mestrado em Ciências Ambientais e Florestais pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2001) e doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (2010). E-mail: andrellfaria@gmail.com

**Andressa Gaebrim Ferreira** Acadêmica do curso de Agronomia pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), campus de Rolim de Moura - RO. Tem experiência nas áreas de entomologia, culturas anuais com ênfase em Nutrição Mineral de Plantas.

**Anne Silva Martins** Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri; Mestranda em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Goiás-UEG, Câmpus Ipameri-GO; Grupo de pesquisa: Grupo de Pesquisa em Fitotecnia da Ueg- Câmpus Ipameri-GO; E-mail para contato: annemartins.agro@gmail.com

**Antonio Lucio Mello Martins** Pesquisador científico VI, Diretor Técnico de Divisão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) no Polo Regional Centro Norte, Pindorama-SP; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”- ESALQ - USP, Câmpus de Piracicaba-SP; Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; E-mail para contato: lmartins@apta.sp.gov.br

**Bruna Saraiva Dos Santos**- Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas Nova Xavantina – Mato Grosso, Graduanda em Engenharia Agrônômica.

**Bruno Oliveira Lima** Discente em Engenharia Agrônômica das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR). Conduz experimento na área experimental das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia. Estagiou na empresa Agroquima Produtos Agropecuários na região do Vale do Araguaia – MT e Prefeitura Municipal de Barra do Garças - MT; Técnico em Manutenção e Regulagem de Pulverizadores de Pastagem. E-mail para contato: bruno\_agro2014@outlook.com

**Caio Bastos Machado Dias** tem experiência na área agrária, com ênfase em Técnico em Agropecuária

**Caíque Helder Nascentes Pinheiro** Discente em Engenharia Agrônômica das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR). Ministrou aulas de monitoria de Estatística e Experimentação Agrícola, Introdução à Ciência do Solo, Física e Classificação de Solos e Fertilidade de Solos, Nutrição de Plantas e Adubação. Estagiou na área agrícola com foco em produção de soja na região do Vale do Araguaia – MT; Técnico em Manutenção e Regulagem de Pulverizadores de Pastagem; foi estagiário técnico da empresa Agrobrasil Produtos Agropecuários, atuando na área de implantação e reforma de pastagens, e assistência técnica em aplicações de herbicidas. E-mail para contato: caiquepinheiro12@hotmail.com

**Camile da Costa de Melo** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail: camilecm@hotmail.com

**Carlos César Silva Jardim-** Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias-Dourados – Mato Grosso do Sul- Mestrando em Engenharia Agrícola

**Carlos Moacir Colodete** Doutor em Ecologia de Ecossistemas (bolsa: FAPES) (2018), Mestrado (2013) pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu (PPEE), ambos na Universidade Vila Velha - (UVV) - (Conceito: CAPES 4). Realizou Doutorado Sanduíche no Exterior como bolsista (CAPES-PDSE-2016), no (Ce3C) Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Laboratory of Ecology and Microbiology da Universidade de Lisboa - Portugal, sob supervisão da Dr<sup>a</sup> Cristina Maria Nobre Sobral de Vilhena da Cruz Houghton no período de (04/2017-09/2017). Realizou atividades laboratoriais no Centro de Biociências e Biotecnologia (CBB) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no período (2016-2018), na modalidade estágio técnico-científico, sob supervisão do Prof. Dr. Alessandro Coutinho Ramos. Possui ampla experiência como COORDENADOR DE CURSO e DOCENTE . Produção acadêmica: 1 Livro publicado pelo Instituto Federal Cachoeiro de Itapemirim (IFES) (2012); 3 Capítulos de Livro: Substâncias Húmicas e Matéria Orgânica Natural - (ISBN: 978-85-7656-049-4 - Editora RiMa, São Carlos SP -2017) pela Sociedade Brasileira de Substâncias Húmicas-SBSH/Universidade de São Paulo-(USP) e 1 Internacional: Linking Plant Nutritional Status to Plant-AMF Interactions. Microorganisms for Sustainability. 1ed.: Springer Singapore, 2018, v. 5, p. 351-384 (ISBN: 978-981-10-5513-3); 4 Participações de bancas conclusão de curso (TCC) - Nível: Graduação (Ciências Biológicas) - Universidade Vila Velha; 7 Artigos científicos completos publicados em periódicos (2013-2015); 10 Trabalhos científicos publicados em anais de congressos/eventos (2011-2015); 8 Artigos em jornais de notícias (2009-2014); 1

Apresentação em congresso (Nível: Pós-Graduação) - Universidade de São Paulo - (USP) (2015); 1 Produção na forma de Mini-curso - Universidade Vila Velha (2014); 5 Organizações de Congressos/eventos/exposições (2016-2017) (BRASIL-2016: UENF/IFF/UFF) e (EXTERIOR-2017-PORTUGAL: Universidade de Lisboa/Unesco/Sociedade Portuguesa de Microbiologia/Ordem dos Biólogos/Ciência Viva/Institutos de Investigação Portugueses); 2 Participações de projetos de pesquisa científica (2010-2014); 1 Revisor periódico científico (2015-atual) (Biota Amazônia-Qualis CAPES-B1-ISSN:2179-5746); 3 Prêmios acadêmicos (2010-2015). Atua nas seguintes linhas de pesquisas: 1.Ecofisiologia da interação entre plantas e microrganismos simbiotes; 2.Ecologia microbiana em ecossistemas naturais e antrópicos; 3. Efeito do material sólido particulado de ferro (MSPFe) sobre a biota do solo; 4.Caracterização de bombas de prótons na simbiose micorrízica; 5.Bioquímica; 6. Educação Científica e Ambiental.; 7.Substâncias húmicas (SH); 8.Recuperação ambiental; 09. Análises isotópicas C/N; 10.Micologia (Fungo Micorrízico Arbuscular - FMA

**Carolina Daltoé da Cunha** Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Bacharel em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. [daltoecarolina@gmail.com](mailto:daltoecarolina@gmail.com)

**Cid Tacaoca Muraishi** Professor da Faculdade Católica do Tocantins; Graduado em agronomia pela Universidade Estadual Paulista – Unesp; Mestrado em Sistemas de produção pela Universidade Estadual Paulista – Unesp; Doutorado em Sistema de produção pela Universidade Estadual Paulista – Unesp; E-mail: [cid@catolica-to.edu.br](mailto:cid@catolica-to.edu.br)

**Daisy Parente Dourado** Professora da Faculdade Católica do Tocantins; Graduada em agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins; E-mail: [daisy.dourado@catolica-to.edu.br](mailto:daisy.dourado@catolica-to.edu.br)

**Daniel Luiz Leal Mangas Filho** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail para contato: [mangasdaniel@gmail.com](mailto:mangasdaniel@gmail.com)

**Deny Alves Macedo** Graduação em farmácia pelo Centro Universitário Luterano de Palmas; Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: [nenydam@gmail.com](mailto:nenydam@gmail.com)

**Diego de Macedo Rodrigues** Professor da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; Doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia; E-mail: [diegomacedo@unifesspa.edu.br](mailto:diegomacedo@unifesspa.edu.br)

**Edleusa Pereira Seidel** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (1991), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001) e doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Estadual de Maringá (2005). Atualmente é professora adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, e coordenadora do curso de Agronomia. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Física do Solo, e Agroecologia atuando principalmente nos seguintes temas: adubação orgânica, compactação de solo, Integração Lavoura Pecuária e produção de soja e milho agroecológico. Coordenadora do Núcleo de

Ensino, Pesquisa, Extensão em Agroecologia do Oeste do Paraná - NUPEAMAR, desde 2013.

**Edson Marcio Mattiello** Atualmente é professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa-UFV e atua na área de fertilizantes e fertilidade do Solo; É membro da SBCS e coordena o Grupo de Estudos em Fertilizantes-GeFert e o Workshop de Fertilizantes; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, (2002); Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (2004); Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (2007); Pós Doutorado em Ciência do Solo pela University of Adelaide, Austrália (2015); Atua com pesquisas na área de Fertilizantes e Fertilidade do Solo; E-mail para contato: [mattielloem@gmail.com](mailto:mattielloem@gmail.com).

**Elder Quiuqui:** Graduando em Tecnologia em Agroecologia na Universidade Federal do Recôncavo Baiano; e-mail: [elder111@hotmail.com](mailto:elder111@hotmail.com)

**Elvis Pieta Burget** Graduando em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; E-mail: [elvispieta@hotmail.com](mailto:elvispieta@hotmail.com)

**Evandro Chaves De Oliveira** Professor no Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Itapina; Coordenação de Pesquisa no Instituto Federal do Espírito Santo; Graduação em Meteorologia na Universidade Federal de Pelotas; Mestrado e Doutorado em Agronomia na Universidade Federal de Viçosa; e-mail: [evandro.oliveira@ifes.edu.br](mailto:evandro.oliveira@ifes.edu.br)

**Evandro Reina** Possui graduação em Eng. Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2003) e mestrado em Agroenergia pela Fund. Universidade Federal do Tocantins. Atualmente é Eng. Agrônomo da Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas e professor nos cursos de Agronomia, Zootecnia e Engenharia da Produção na Faculdade Católica do Tocantins. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em agricultura orgânica, fruticultura, agricultura familiar, consórcio, grãos, agricultura urbana, extensão rural, agroenergia e experimentação agrícola.

**Fernando Costa Nunes-** Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas Nova Xavantina – Mato Grosso, Graduanda em Engenharia Agrônômica.

**Gabriel Ferreira Franco** Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa-UFV (2016). Atualmente é estudante de Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) na Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [gabrielfrancoprados@gmail.com](mailto:gabrielfrancoprados@gmail.com)

**Gabriel Pereira Silva** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail para contato: [gabrielwoou@outlook.com](mailto:gabrielwoou@outlook.com)

**Gracialda Costa Ferreira** Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Graduação em Engenharia Florestal pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP); Mestrado em Ciências Florestais pela Faculdade de Ciências Agrárias

do Pará (FCAP); Doutorado em Botânica Tropical pelo Instituto Jardim Botânico do Rio de Janeiro;

**Hellysa Gabryella Rubin Felberg** Graduanda em Agronomia no Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Itapina; Bolsista em produtividade no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES); e-mail: [hellysafelberg@gmail.com](mailto:hellysafelberg@gmail.com)

**Hugo Alberto Ruiz** Atualmente é Professor Voluntário da Universidade Federal de Viçosa; Graduação em Licenciatura em Bioquímica pela Universidad Nacional del Sur, UNS, Argentina (1966); Mestrado em Ciência do Solo pela Purdue University, PURDUE, Estados Unidos (1973); Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (1985); Pesquisa, fundamentalmente, nos seguintes temas: adsorção na fase sólida e transporte de solutos na solução do solo, relações hídricas solo-planta, solos afetados por sais e métodos laboratoriais de análises físicas do solo; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo CNPq; E-mail para contato: [hruiz@ufv.br](mailto:hruiz@ufv.br).

**Hugo Machado Rodrigues** Bacharel em Geografia pela Universidade Federal Fluminense; Mestrando em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; [hugomr@id.uff.br](mailto:hugomr@id.uff.br)

**Ilária da Silva Santos** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail para contato: [ilariasilva27@gmail.com](mailto:ilariasilva27@gmail.com)

**Ingrid Conceição dos Santos** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail para contato: [ingridsantos.js9@gmail.com](mailto:ingridsantos.js9@gmail.com)

**Isabela Carolina Silva** Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri. Mestranda em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Goiás-UEG, Câmpus Ipameri-GO. E-mail para contato: [isabelac.silva@hotmail.com](mailto:isabelac.silva@hotmail.com)

**Janne Louize Sousa Santos** Docente e coordenadora do curso de Agronomia das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR). Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2016). Especialista em Docência do Ensino Superior pelas Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR - 2017). Mestrado em Agronomia (área de concentração em Solo e Água), pela Universidade Federal de Goiás (PPGA/UFG - 2009). Doutorado em Agronomia (área de concentração em Solo e Água) pela Universidade Federal de Goiás (PPGA/UFG – 2013). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fertilidade e microbiota do solo condicionado com biocarvão (Biochar), qualidade do solo e manejo e conservação do solo. E-mail para contato: [agroize@gmail.com](mailto:agroize@gmail.com)

**Jefferson Luiz de Aguiar Paes** É Auditor Fiscal Federal Agropecuário no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Foi Professor Efetivo de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Roraima – IFRR; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, (2010); Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa, UFV, (2012); Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas)

pela Universidade Federal de Viçosa (2016); E-mail para contato: jeffersonbalboa@hotmail.com.

**Jennifer Oberger Ferreira** Possui graduação em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2011) e mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2014). Foi docente nas Faculdades Unidas do Vale do Araguaia, atuando principalmente nos seguintes temas: diversidade vegetal, apicultura e paisagem. Atualmente é doutoranda pela Universidade Federal Rural de Pernambuco com tema “Ecologia Química de Coccinelídeos”. E-mail para contato: oberger23@hotmail.com

**João Paulo Costa** Graduação em Ciências Biológicas pela Fundação Carmelitana Mário Palmério; Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri; E-mail para contato: joaopaulo\_mc@hotmail.com

**Joenes Mucci Peluzio** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa. Doutorado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa.

**José João Leis Leal De Souza** Professor de Geografia Física na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa (2008), mestrado (2010), doutorado (2013) em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa. Realizou estágio pós-doutoral na mesma instituição (2015). É pesquisador vinculado ao Banco de Solos do Estado de Minas Gerais e Instituto Criosfera, Núcleo Terrantar. E-mail: [jjlelis@gmail.com](mailto:jjlelis@gmail.com)

**Juliano De Oliveira Barbirato** Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Vila Velha (UVV), com Mestrado (2012) e Doutorado (2016) em Ecologia de Ecossistemas (Recuperação, interação e processos). Realizou estágio de doutorado na Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF). Atualmente é Gerente de Educação Ambiental pela Prefeitura Municipal de Viana - ES. Tem experiência na área Vegetal e Meio Ambiente, caracterização da Matéria Orgânica, biorremediação, recuperação ambiental, caracterização ambiental. Atua nos seguintes temas: Substâncias Húmicas, manguezais, fitossociologia, ecologia de ecossistemas.

**Katiely Aline Anschau** Engenheira agrônoma formada pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Marechal Cândido Rondon, com ênfase em atividades de pesquisa, e também de extensão na área agroecológica. Atuação e experiência na área de agronomia, com projetos voltados principalmente para Física do Solo e Manejo e Conservação dos Solos. cursando mestrado na mesma instituição de ensino, seguindo as mesmas linhas de pesquisa da graduação.

**Larissa Gonçalves Moraes** Graduação em andamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

**Lauriane Guidolin Guedes** Graduação em Agroecologia pela Universidade Federal do Paraná - UFPR; Mestranda em Ciências do Solo pela Universidade Federal do

Paraná; E-mail para contato: [laurianeguidolin@gmail.com](mailto:laurianeguidolin@gmail.com)

**Layanni Ferreira Sodré** Graduação em Farmácia pela Centro Universitário Luterano de Palmas. Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: [farm.layannisd@gmail.com](mailto:farm.layannisd@gmail.com)

**Leonardo Barros Dobbss** Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) com iniciação científica (2004) e mestrado (2006) e doutorado (2011) em Produção Vegetal (solos e nutrição de plantas) pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Realizou estágio de doutorado no exterior na Università degli Studi di Napoli Federico II (UNINA-Itália). Foi professor da Universidade Vila Velha (UVV) e credenciado no Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas da UVV. Atualmente, é professor Adjunto do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e credenciado como docente permanente no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UFVJM. Tem experiência na área de Agronomia e Meio Ambiente, com ênfase na caracterização e atividade biológica da matéria orgânica, biorremediação e fitorremediação. Atua principalmente nos seguintes temas: substâncias húmicas; recuperação ambiental; bioatividade de materiais húmicos; ecologia da matéria orgânica; bioenergética e espectroscopia.

**Liovando Marciano Da Costa** Professor Titular na Universidade Federal de Viçosa-UFV, Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Viçosa-MG. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1971), mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (1973) e doutorado em Soil Science - University of Missouri System (1979). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPQ- Nível 1C. E-mail: [liovando.costa@ufv.br](mailto:liovando.costa@ufv.br)

**Lucas Alves De Faria** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins. Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins. Doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins.

**Lucas Daniel Perin** Graduação em Engenharia florestal pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Mestrado em Agroecossistemas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Grupo de pesquisa: silvicultura de nativas; E-mail para contato: [lucasgadeia@gmail.com](mailto:lucasgadeia@gmail.com).

**Luciana Saraiva De Oliveira**- Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas Nova Xavantina – Mato Grosso, Graduanda em Engenharia Agrônômica.

**Luiz Carlos Bertolino** Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da FFP/ UERJ; Graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Mestrado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Doutorado em Engenharia Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos pela Universidade Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio; Pós Doutorado em Geologia pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa; Bolsista Produtividade em Pesquisa

pelo CNPq – PQ 2; E-mail para contato: [lcbertolino@uol.com.br](mailto:lcbertolino@uol.com.br)

**Maiara Haskel** Graduação em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Mestranda em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Grupo de pesquisa: sistemas de manejo do solo com uso de plantas de cobertura. E-mail para contato: [maira.haskel@hotmail.com](mailto:maira.haskel@hotmail.com)

**Maíra do Carmo Neves** Graduanda em Engenharia Agrônômica pela UESC; Bolsista do Grupo PET-SOLOS; [mayagronomia@gmail.com](mailto:mayagronomia@gmail.com)

**Marcela Amaral de Melo** Engenheira Florestal pela Universidade Estadual de Goiás; Mestranda em Conservação dos Recursos Naturais do Cerrado pelo Instituto Federal de Goiás, Campus Uruaí. E-mail para contato: [marcela.ueg.eng.florestal@outlook.com](mailto:marcela.ueg.eng.florestal@outlook.com)

**Marcelo Wermelinger Aguiar Lemes** Licenciatura em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Bacharel em Geografia pela Universidade Federal Fluminense; Mestre em Geografia pela Universidade Federal Fluminense; Doutorando em Geografia pela Universidade Federal Fluminense; [Marcelowlemes@hotmail.com](mailto:Marcelowlemes@hotmail.com)

**Marcos Cesar Mottin** Engenheiro Agrônomo formado pela Pontifícia Universidade Católica (PUCPR), Campus de Toledo-PR (2013). Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido Rondon-PR (2016), na área de concentração da Produção Vegetal, atuando na linha de pesquisa Manejo de Culturas, estando cursando o Doutorado nessa mesma instituição com a mesma linha de pesquisa, possui experiência em Física e Química do solo.

**Marcos Gomes de Siqueira** Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Estado de Rondônia (UNIR). Grupo de pesquisa: Indicadores de qualidade do solo em áreas sob diferentes manejos na região da zona da mata de Rondônia. É bolsista de iniciação científica onde vamos avaliar os atributos químicos do solo, nas amostras de solo cultivado em diferentes sistemas de preparo e plantio (E-mail para contato: [mgomessiqueira@hotmail.com](mailto:mgomessiqueira@hotmail.com))

**Maria Conceição Lopes** Oficial ApCt IV no Polo Regional Centro Norte - APTA, Pindorama-SP; Graduação em Ciências Biológicas pelo Instituto Municipal de Ensino de Catanduva (IMES), Catanduva-SP; Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Grupo de pesquisa: Membro do grupo de pesquisa Política de Uso do Solo – UNESP; E-mail para contato: [mah\\_con@hotmail.com](mailto:mah_con@hotmail.com)

**Maria Luiza Félix Marques Kede** Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da FFP/UERJ; Graduação em Licenciatura em Geografia pela Universidade do Estado

do Rio de Janeiro; Mestrado em Ciências pela Fundação Oswaldo Cruz/Escola Nacional de Saúde Pública; Doutorado em Ciências pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Grupo de pesquisa: Transformações da paisagem associadas às áreas contaminadas por metais no município de São Gonçalo; E-mail para contato: [mluizakede@gmail.com](mailto:m Luizakede@gmail.com)

**Mariana Bárbara Lopes Simedo** Graduação em Tecnologia em Agronegócio pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo - FATEC, Câmpus de São José do Rio Preto; Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Grupo de pesquisa: Membro do grupo de pesquisa Política de Uso do Solo – UNESP; E-mail para contato: [mariana\\_blopes@hotmail.com](mailto:mariana_blopes@hotmail.com)

**Mariana Mathiesen Stival** cursou pós-graduação Lato Sensu Proteção de Plantas na Universidade Federal de Viçosa (2016), e também Docência em Nível Superior pelas Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR). Formada em Engenharia Agrônômica pela Faculdade Integral Cantareira (2013). Foi estagiária no Laboratório de Fitossanidade (CEATEC) da Faculdade Integral Cantareira por quase três anos, sendo bolsista do CNPq de Iniciação Científica, desenvolvendo experimentos, pesquisas e projetos. Estagiou também no Laboratório de Análise de Solos (CEATEC) da Faculdade Integral Cantareira. Atualmente trabalha como responsável técnica no Laboratório de Física e Fertilidade do Solo da UNIVAR (Faculdades Unidas do Vale do Araguaia). E-mail para contato: [ma\\_stival@hotmail.com](mailto:ma_stival@hotmail.com)

**Marina Braguini Manganotte** Graduação em Geografia pela Universidade de São Paulo; Mestranda em Educação pela Universidade de São Paulo; E-mail para contato: [marina.manganotte@usp.br](mailto:marina.manganotte@usp.br).

**Mario Lovo** Graduando em Agronomia no Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Itapina; Bolsista em produtividade da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES); e-mail: [mario.lovo@hotmail.com](mailto:mario.lovo@hotmail.com)

**Mattheus Costa Silva** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail: [mattheuscs2013@outllok.com](mailto:mattheuscs2013@outllok.com)

**Maura Colombo** Graduação em Engenharia florestal pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Mestrado em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Grupo de pesquisa: produção vegetal; E-mail para contato: [maura\\_colombo25@hotmail.com](mailto:maura_colombo25@hotmail.com)

**Mike Kovacs de Sousa** Graduação em Agronomia pela Faculdade Católica do Tocantins; E-mail: [mikeksousa@gmail.com](mailto:mikeksousa@gmail.com)

**Milton César Costa Campos** Professor Associado I na Universidade Federal do Amazonas- UFAM, Departamento de Agronomia, Humaitá – AM. Possui Graduação

em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2004), Mestrado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Estadual Paulista (2006), Doutorado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2009) e Pós-Doutorado em Engenharia de Água e do Solo pela Universidade Estadual de Campinas (2013). E-mail: [mcesarsolos@gmail.com](mailto:mcesarsolos@gmail.com)

**Monaliza Ana Gonzatto** Discente em Engenharia Agrônômica das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR). E-mail para contato: [monalizagonzatto@hotmail.com](mailto:monalizagonzatto@hotmail.com)

**Nailson da Silva Alves** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail para contato: [nailsonalvess@hotmail.com](mailto:nailsonalvess@hotmail.com)

**Natália Coelho Ferreira** Superior completo (Ciências biológicas bacharelado) Pós-graduando em Ecologia de Ecossistemas (MS)

**Nicole Geraldine de Paula Marques Witt** Graduação em Ciências Biológicas pela UFPR; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade UFPR; E-mail para contato: [nicolemw@colegiomedianeira.g12.br](mailto:nicolemw@colegiomedianeira.g12.br)

**Pamela Suame Bezerra Moura** Formação: Graduada em Licenciatura em Ciências Naturais-Biologia (Universidade do Estado do Pará). Especialização em Gestão Hídrica e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. E-mail para contato: [suamelemos@yahoo.com.br](mailto:suamelemos@yahoo.com.br)

**Paulo Cesar Conceição** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria; Doutorado em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Pós-Doutorado em Manejo do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Grupo de pesquisa: Ciência do solo. Bolsista Produtividade em Pesquisa pela Fundação CNPq; E-mail para contato: [paulocesar@utfpr.edu.br](mailto:paulocesar@utfpr.edu.br)

**Pedro Paulo Soares Mendes** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; E-mail para contato: [p3drosoares@gmail.com](mailto:p3drosoares@gmail.com)

**Rafael Marcelino Da Silva** Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: [r.marcelino.97@gmail.com](mailto:r.marcelino.97@gmail.com)

**Regilene Angélica da Silva Souza** Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); Mestrado em Ciências do Solo e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Doutorado em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Pós-Doutorado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);

**Reiner Olíbano Rosas** Professor associado da Universidade Federal Fluminense; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da

Universidade Federal Fluminense; Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Doutorado em geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; [Reiner\\_rosas@id.uff.br](mailto:Reiner_rosas@id.uff.br)

**Ricardo Braga Vilela**- Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas. Nova Xavantina – Mato Grosso, Graduada em Engenharia Agrônoma.

**Sandro Roberto Brancalião** Pesquisador científico VI no Polo Regional Centro Norte - APTA, Pindorama-SP; Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Mestrado em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Câmpus de Botucatu; Doutorado em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Câmpus de Botucatu; Pós Doutorado em Matéria Orgânica do Solo pela Embrapa Instrumentação/CNPq, São Carlos-SP; Grupo de pesquisa: CNPq.- Pedologia (IAC) e Nanotecnologia (Embrapa); E-mail para contato: [brancaliao@iac.sp.gov.br](mailto:brancaliao@iac.sp.gov.br)

**Sirlene Pereira de Souza** Possui ensino médio Segundo grau pela Escola Estadual de ensino fundamental e médio Migrantes(2008). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Floricultura, Parques e Jardins.

**Stefanya De Sousa Novais** Discente em Engenharia Agrônoma das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR). E-mail para contato: [stefanya.kisses94@hotmail.com](mailto:stefanya.kisses94@hotmail.com)

**Susane Maciel De Souza** Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins.

**Tatiana Vieira Ramos** Professora da Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Ipameri; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás; Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás; Grupo de pesquisa – NEAP (Núcleo de Estudos Avançados em Plantas Agrícolas e Florestais); E-mail para contato: [tatiana.ramos@ueg.br](mailto:tatiana.ramos@ueg.br)

**Tatiane Carmo Sousa** Discente em Engenharia Agrônoma das Faculdades Unidas do Vale do Araguaia (UNIVAR). E-mail para contato: [tatigatabelo@gmail.com](mailto:tatigatabelo@gmail.com)

**Teresa Cristina Tarlé Pissarra** Professor Adjunto - MS5-1 na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) - UNESP, Câmpus de Jaboticabal; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo e Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) - UNESP, Câmpus de Jaboticabal; Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus Ilha Solteira; Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade

Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; Pós Doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade da Flórida, UFL, Estados Unidos; Grupo de pesquisa: Membro do grupo de pesquisa Política de Uso do Solo – UNESP; E-mail para contato: [teresap@fcav.com.br](mailto:teresap@fcav.com.br)

**Thaís Domett de Santana** Graduanda da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Graduação em Licenciatura em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; E-mail para contato: [thaisdomett@hotmail.com](mailto:thaisdomett@hotmail.com)

**Thiago Pereira Dourado** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins.

**Valéria Lima Da Silva**-Universidade Estadual de Goiás – UEG-São Luís de Montes Belo – Goiás. Mestranda em Desenvolvimento Rural e Sustentável- E-mail: [valeria.silva21@hotmail.com](mailto:valeria.silva21@hotmail.com)

**Valéria Pancieri Sallin** Graduanda em Agronomia no Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Itapina; Bolsista em produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e-mail: [valeriasellin@hotmail.com](mailto:valeriasellin@hotmail.com)

**Vânia Silva de Melo** Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

**Washington Olegário Vieira** Graduação em andamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

**Waylson Zancanella Quartezeni**: Professor no Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Montanha; Diretor de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão (DPPGE) do Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Montanha; Graduação em Agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo; Mestrado em Produção Vegetal na Universidade Federal do Espírito Santo; Doutorado Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; e-mail: [waylson.quartezeni@ifes.edu.br](mailto:waylson.quartezeni@ifes.edu.br)

**Weder Ferreira Dos Santos** Professor da Universidade Federal do Tocantins. Graduação em Engenharia Agrícola pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Graduação em Administração pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins. Email: [eng.agricola.weder@gmail.com](mailto:eng.agricola.weder@gmail.com)

**Wedisson Oliveira Santos** Atualmente é pós doutorando vinculado ao Departamento de Solos e ao Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da

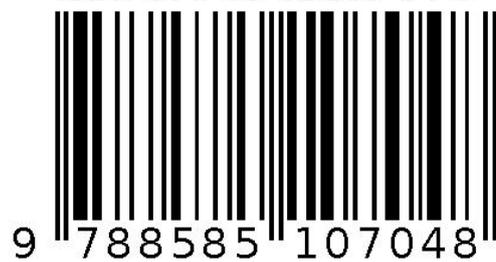
Universidade Federal de Viçosa; Membro do Grupo de Estudos de Fertilizantes (GeFert) da Universidade Federal de Viçosa; Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, (2010); Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (2012); Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (2015); Pós Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (2017); Atua em pesquisas voltadas para fertilidade do solo, desenvolvimento e avaliação agrônoma de fertilizantes, fontes alternativas de nutrientes e métodos de análise de fertilizantes; E-mail para contato: wedosantos@gmail.com.

**Weliton Peroni Santos** Possui graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Rondônia (2015) e ensino médio segundo grau pela CARLOS GOMES (2013).

**Weverton Peroni Santos** Possui ensino médio Segundo grau pela CARLOS GOMES (2013). Atualmente é da Universidade Federal de Rondônia.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-04-8



9 788585 107048