

INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais

ISSN 1984-428X

eISSN 2316-1817

Indexada em

AGRIS - Information System for the Agricultural Sciences and Technology

SUMÁRIOS.ORG

LATINDEX

REDIB

DOAJ

GOOGLE ACADÊMICO

Afiliada à Associação Brasileira de Editores Científicos (ABEC)

Revista

AGROGEOAMBIENTAL

Publicação Trimestral Científica e Tecnológica - IFSULDEMINAS

v.10 – n.1 – Março / 2018

Pouso Alegre – Minas Gerais – Brasil



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais

Presidente da República
Michel Temer

Ministro da Educação
José de Mendonça Bezerra Filho

Secretária de Educação Profissional e Tecnológica
Eline Neves Braga Nascimento

Reitor do IFSULDEMINAS
Marcelo Bregagnoli

Pró-Reitor de Administração e Planejamento
Honório José de Moraes Neto

Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
José Luiz de Andrade Rezende Pereira

Pró-Reitora de Ensino
Márcia Rodrigues Machado

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional
Flávio Henrique Calheiros Casimiro

Pró-Reitor de Extensão
Cléber Ávila Barbosa

Ficha Catalográfica

R454	Revista Agrogeoambiental / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS). Vol. 10, n.1 (mar. 2018) -. - Pouso Alegre (MG) : IFSULDEMINAS, 2018 - . Trimestral. Endereço eletrônico < https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/ > ISSN 1984-428X e-ISSN 2316-1817 versão eletrônica. 1. Meio ambiente. 2. Agrárias. 3. Agronomia. 4. Engenharia agrícola. 5. Geomática. 6. Geologia. 7. Silvicultura. 8. Zootecnia. 9. Ecologia. I. Instituto Federal do Sul de Minas.
------	--

Revista

AGROGEOAMBIENTAL

ISSN 1984-428X – e-ISSN 2316-1817 – Indexação: DOAJ - Sumários.org - REDIB – Latindex – Google Acadêmico

Expediente

Editor-chefe

José Luiz de Andrade Rezende Pereira

Bibliotecária

Rosimeire Ribeiro

Assistentes editoriais

Kélica Andréa Campos de Souza
Alan Silva Fialho

Estagiários

Gabriela Rodrigues de Souza
Rayana Motta Osório Esper

Comissão editorial

Cristiane Fortes Gris
Jane Piton Serra Sanches
Wellington Marota Barbosa

Arte da capa

Pamela Hélia de Oliveira

Revisão

Monalisa Aparecida Pereira

Comissão editorial

Abdon Santos Nogueira - IFBaiano

Ademir Fontana - EMBRAPA

Aderlan Gomes da Silva - IFMG

Alan Silva Fialho - IFSULDEMINAS

Alessandro Salles Carvalho - UFJF

Ana Cristina Ferreira Moreira da Silva - IFSULDEMINAS

Ana Paula Dias Turetta - EMBRAPA

Anderson Ricardo Trevizam - UFLA

André Delly Veiga - IFSULDEMINAS

André Luis da Silva Castro - IFG

Antônio Sérgio da Costa - IFSULDEMINAS

Arcângelo Loss - UFSC

Ariana Vieira Silva - IFSULDEMINAS

Arionaldo Sá Júnior - IFSULDEMINAS

Aureliano de Albuquerque Ribeiro - UFC

Aurélio Ferreira Borges - IFRO

Brígida Monteiro Vilas Boas - IFSULDEMINAS

Bruno Corrêa Barbosa - UFJF

Caio de Teves Inácio - EMBRAPA

Carlos Andres Leguizamón Rojas - UNA - Paraguai

Carlos Cezar da Silva - IFSULDEMINAS

Carlos Edwar de Carvalho Freitas - UFAM

Carolina Mariane Moreira - IFSULDEMINAS

Claudino Ortigara - IFSULDEMINAS

Cleber Kouri de Souza - IFSULDEMINAS

Cleber Lázaro Rodas - UFLA

Cleiton Lourenço de Oliveira - IFSULDEMINAS

Cristiane Fortes Gris Baldan - IFSULDEMINAS

Daniel Fernandes da Silva - UFLA

Danielle Martins Duarte Costa - IFSULDEMINAS / UNIFEI

Diego César Terra de Andrade - IFSULDEMINAS

Diego Maia Zacardi - UFOPA

Dulcimara Carvalho Nannetti - IFSULDEMINAS

Éder Clementino dos Santos - IFSULDEMINAS

Edu Max da Silva - IFSULDEMINAS

Eduardo Ferreira Molina - UNIFRAN

Eliana Fortes Gris - UnB
Elisa de Souza Junqueira Rezende - UNICAMP
Eugênio José Gonçalves - IFSULDEMINAS
Everton Vinicius Zambiazzi - UFLA
Fábio Oseias dos Reis Silva - UFLA
Fabricio Gomes Gonçalves - UFES
Felipe Santana Machado - UFLA
Flávia Monteiro Coelho Ferreira - IFSUDESTE - MG
Franciane Diniz Cogo - UFLA
Francisco César Gonçalves - IFSUDESTE - MG
Guilherme Oberlender - IFSULDEMINAS
Hugo Renan Bolzani - IFSULDEMINAS
Igor Souza Pereira - IFTM
Inêz Pereira da Silva - EPAMIG
Isabel Ribeiro do Valle Teixeira - IFSULDEMINAS
Jader Ribeiro Pinto - IFSul
Jamil de Morais Pereira - IFSULDEMINAS
Jane Piton Serra Sanches - IFSULDEMINAS
João Célio de Araújo - IFC
João Mateus de Amorim - IFTM
João Olympio de Araújo Neto - IFSULDEMINAS
José Antonio Dias Garcia - IFSULDEMINAS
José Luiz de Andrade Rezende Pereira - IFSULDEMINAS
José Mauro Costa Monteiro - IFSULDEMINAS
Juan Jose Bonnin - UNA - Paraguai
Käthery Brennecke - UNICASTELO / USP
Kátia Regina de Carvalho Balieiro - IFSULDEMINAS
Leandro Campos Pinto - UFLA
Leonardo Rubim Reis - IFSULDEMINAS
Lilian Vilela Andrade Pinto - IFSULDEMINAS
Luciana Faria - IFSULDEMIINAS
Luiz Eugenio Veneziani Pasin - UNIFEI
Marcos Caldeira Ribeiro - IFSUDESTE - MG
Marcos Magalhães de Souza - IFSULDEMINAS
Marcos Valério Gebra da Silva - FAJ
Miguel Angel Isaac Toledo del Pino - IFSULDEMINAS
Nara Cristina de Lima Silva - IFTM
Narayana de Deus Nogueira Bregagnoli - IFSULDEMINAS
Patrícia de Oliveira Alvim Veiga - IFSULDEMINAS
Paulo Oswaldo Garcia - IFSULDEMINAS
Pedro Luiz Terra Lima - LANCASTER UNIVERSITY - UK
Rafael Nogueira Scoriza - UFRRJ
Raphael Maia Aveiro Cessa - IFMT
Raphael Nogueira Rezende - IFSULDEMINAS
Raul Henrique Sartori - IFSULDEMINAS
Renata Mara de Souza - IFSULDEMINAS
Roger Nabeyama Michels - UTFPR
Rosa Toyoko Shiraishi Frighetto - EMBRAPA
Rosângela F. de Paula Vitor Marques - UFLA
Rosival Barros de Andrade Lima - UFRPE
Saul Jorge Pinto de Carvalho - IFSULDEMINAS
Silvio Henrique Delleposte Andolfato - UTFPR
Sindynara Ferreira - IFSULDEMINAS
Tatiana de Oliveira Ramos - UNESP
Vanessa Leite Rezende - UFMG
Tatiane Tagliatti Maciel - UFJF
Vanessa Martins - UFPI
Verônica Soares de Paula Morais - IFSULDEMINAS
Walbert Júnior Reis dos Santos - IFSULDEMINAS
Walnir Gomes Ferreira Júnior - IFSULDEMINAS
Wellington Marota Barbosa - IFSULDEMINAS

Tiragem de 1.000 exemplares

<http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/>
agrogeoambiental@ifsuldeminas.edu.br

Apresentação

A Revista Agrogeoambiental inicia o ano de 2018 com várias novidades para seus leitores, colaboradores e pesquisadores. Como forma de contribuir para o plano de logística e sustentabilidade da nossa Instituição, aumentar a eficiência dos recursos aplicados e a visibilidade da versão eletrônica, este ano a Agrogeoambiental descontinuará sua versão impressa.

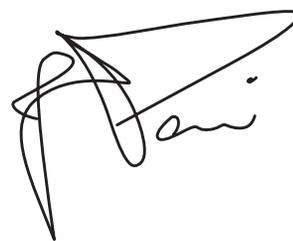
Além disso, a partir desta edição, a Revista passa a ser bilíngue na versão eletrônica, iniciando sua fase de internacionalização, o que foi possível devido ao apoio e fomento da FAPEMIG, que, por meio de um edital de apoio a publicações científicas e tecnológicas, custeará a tradução dos artigos das quatro edições regulares de 2018 para o inglês. A partir de 2019, os autores serão responsáveis pela tradução, no entanto, as submissões continuarão a ser aceitas na língua portuguesa e a tradução dar-se-á apenas após o aceite de publicação do artigo.

A publicação dos artigos em língua inglesa permitirá maior visibilidade e inserção internacional para os nossos autores. Essas mudanças têm o objetivo de melhorar a qualidade e abrangência da Revista e só foram possíveis graças ao trabalho árduo de toda nossa equipe, da colaboração dos nossos avaliadores, da confiança de nossos autores e de você leitor, que nos motiva a melhorar e continuar contribuindo para o desenvolvimento da ciência e tecnologia do nosso país.

Nesta edição a Agrogeoambiental publica 10 excelentes artigos de pesquisadores que estão em renomadas Instituições de Ensino e Pesquisa do nosso país e do exterior. Há trabalhos realizados em vários estados brasileiros, tais como: Rio de Janeiro, Mato Grosso, Rondônia, Bahia, Minas Gerais, além de um trabalho que foi realizado no Paraguai. Essa diversidade geográfica dos autores que publicam na Revista confirma a importância deste periódico para a divulgação científica no nosso país.

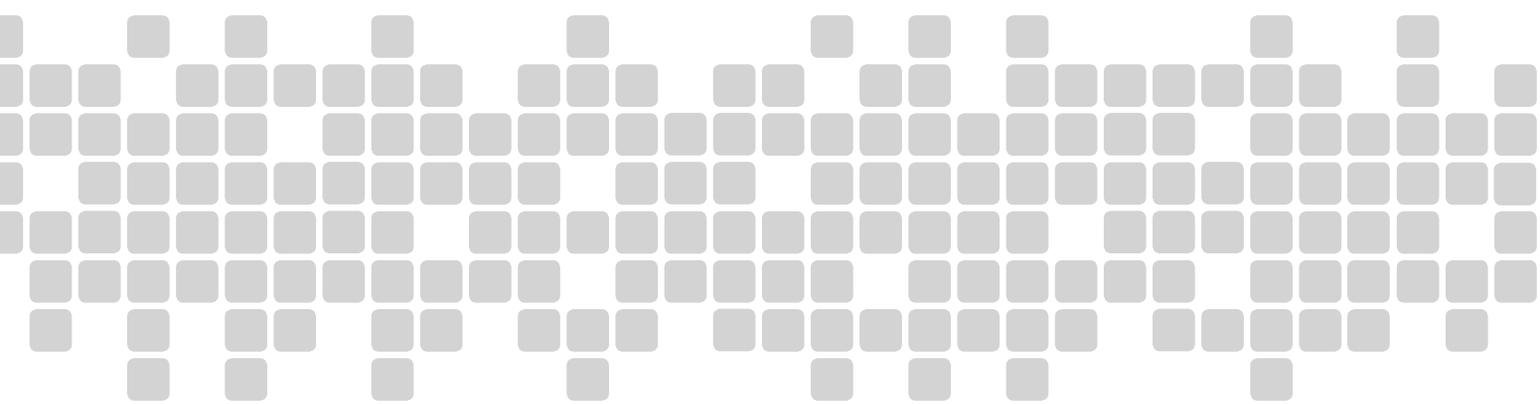
Desejo que todos tenham uma excelente leitura e façam um bom proveito dos trabalhos aqui publicados e esperamos continuar com você na versão eletrônica.

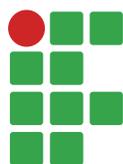
Muito obrigado!



José Luiz de Andrade Rezende Pereira
Editor-chefe

Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação





Sumário

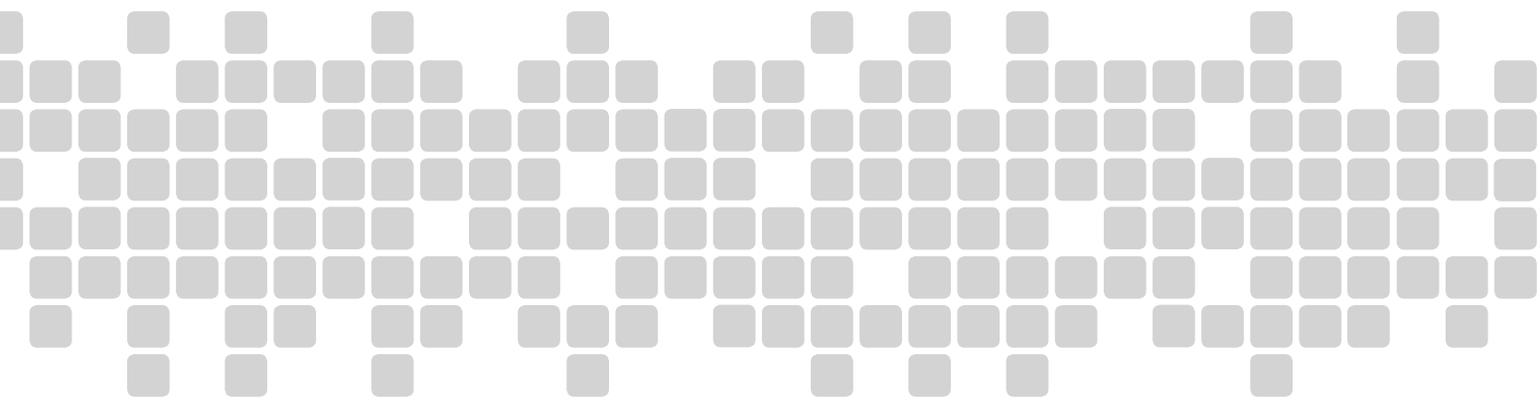
Artigos Científicos

Influência do multicaminhamento de sinais dos satélites GNSS e do tempo de rastreo na precisão do PPP para vértices de limites da NTGIR.....	11
George Nascimento Carvalho, Luiz Guimarães Barbosa, Rosane Maciel de Araújo Vargas, Tiago Lima Rodrigues	
Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja ..	27
Juan Jose Bonnin Acosta, María Gloria Cabrera, Rubén Franco Ibras, Jorge Daniel González, Sérgio Manuel Chamorro, Jorge Escobar	
Doses de molibdênio na produtividade do milho.....	47
Carine Gregorio Machado Silva, Silvino Guimarães Moreira, Renata Mota Lupp, Gustavo Franco de Castro, Breno Henrique Araújo Rehagro, Alessandro Alvarenga Pereira da Silva	
Doses de fomesafen no feijoeiro-comum cultivado em diferentes densidades de semeadura	57
Laís de Oliveira Silva, Dâmiany Pádua Oliveira, Fábio Aurélio Dias Martins, Augusto Ramalho de Moraes, Adenilson Henrique Gonçalves, Messias José Bastos de Andrade	
Determinação de funções de produtividade de algodão e soja em cultivo sequeiro no extremo oeste da Bahia	67
Flávio Bittencourt, Everardo Chartuni Mantovani, Gilberto Chohaku Sedyama, Nerilson Terra Santos	
Produção de biomassa de <i>Brachiaria ruziziensis</i> adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos.....	83
João Batista Dias Damaceno, Elvino Ferreira, Danielle Monteiro de Oliveira, Rodrigo de Souza Guimarães, Romildo Torres da Gama, Felipe de Jesus Padilha	
New records to three Neotropical primates to Minas Gerais and Mato Grosso States and small expansion of occurrence area to <i>Cebus libidinosus</i> Spix, 1823	95
Aloysio Souza de Moura, Felipe Santana Machado, Bruno Senna Corrêa, Marco Aurélio Leite Fontes	
Crescimento de mudas de cafeeiro em tubetes com fertilizante de liberação lenta.....	105
Paulo Otávio Barbosa Bachião, Anna Lygia Rezende Maciel, Roniel Geraldo Avila, Cleide Nascimento Campos	
Cultivo de <i>Artemisia absinthium</i> L. sob concentrações de solução nutritiva em hidroponia ...	117
Jose Magno Queiroz Luz, Roberta Camargos Oliveira, Ariel Santivañez Aguilar, Tatiane Nogueira Santos	

Revisão de Literatura

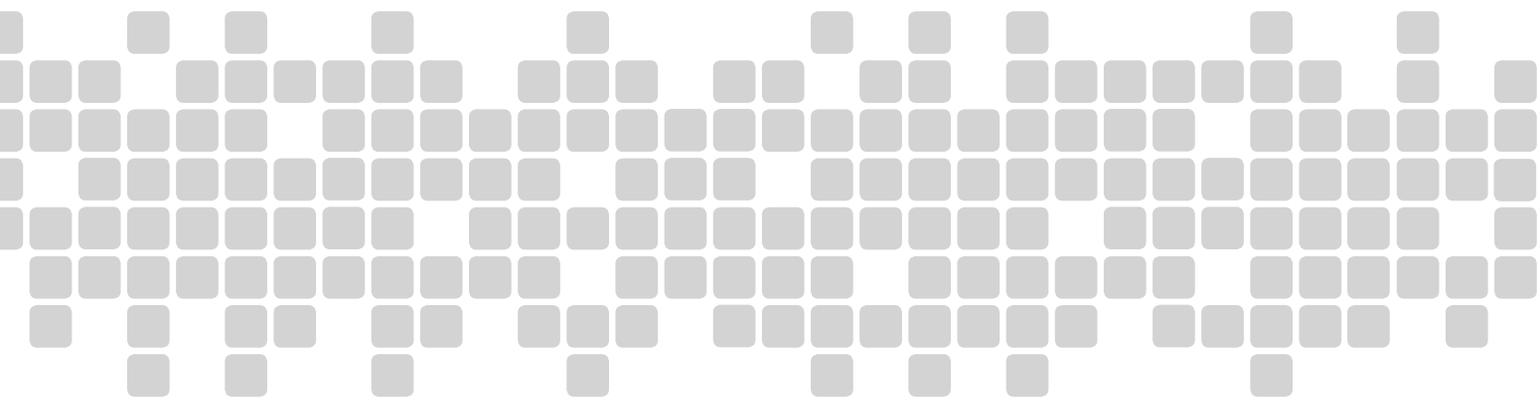
O saneamento rural no contexto brasileiro	129
Rachel Germiniani Resende, Sindynara Ferreira, Luiz Flávio Reis Fernandes	

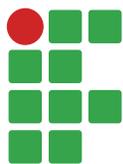
Diretrizes para autores	151
-------------------------------	-----





Artigos científicos





Influência do multicaminhamento de sinais dos satélites GNSS e do tempo de rastreo na precisão do PPP para vértices de limites da NTGIR

George Nascimento Carvalho¹

Luiz Guimarães Barbosa²

Rosane Maciel de Araújo Vargas³

Tiago Lima Rodrigues⁴

Resumo

Com o avanço das tecnologias na área de posicionamento terrestre, aumentam as expectativas em contribuir para a regularização fundiária no país. Esta atividade é importante para o desenvolvimento da nação. Manter atualizada a documentação e determinar precisamente a quem pertence o imóvel é um desafio. Nos últimos anos, as técnicas de levantamento têm evoluído significativamente com relação aos métodos de Posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite System). A partir da segunda edição da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA (NTGIR), o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) passou a ser aceito como método de processamento de dados GNSS. Neste trabalho foram avaliados os efeitos do multicaminhamento e do tempo de rastreo para a determinação de pontos de limites da NTGIR utilizando o método PPP. Os resultados foram avaliados com base nos indicadores MP1 e MP2 e nos gráficos de PDOP e foram, em sua maioria, adequados à precisão dessa norma. Foi observado que a maior influência do efeito do multicaminhamento ocorre na portadora L2. Ressalta-se que, apesar deste fato, é importante utilizar receptores de dupla frequência para a coleta dos dados para o PPP para que os efeitos de primeira ordem da ionosfera sejam modelados. Recomendam-se para trabalhos futuros mais avaliações do efeito do multicaminhamento em ambientes onde os sinais dos satélites não alcançam diretamente o receptor e que apresentem superfícies refletoras ou bloqueadoras dos sinais e a construção de mapas de obstruções e testes estatísticos para que seja analisada também a acurácia dos pontos.

Palavras-chave: GNSS. Georreferenciamento. Multicaminhamento. Precisão posicional.

Introdução

Com o avanço das tecnologias associadas à área de posicionamento sobre a superfície terrestre, aumentam as expectativas de contribuir para a regularização fundiária no país de forma mais ágil e eficiente. A regularização fundiária é de suma importância para o desenvolvimento de qualquer nação. Com o intuito de aprimorar ainda mais a certificação dos Imóveis Rurais no Brasil foi incorporado o uso do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) como método de processamento de dados GNSS (Global Navigation Satellite System) pela Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR). Esta Norma é aplicada à Lei 10.267, de 28/08/2001 e ao Decreto 4.449, de 30/10/2002. A aceitação do PPP pela NTGIR ocorreu a partir da sua segunda edição. Esta norma, atualmente em

1 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, graduado em Engenharia de Agrimensura. george_vw@hotmail.com. BR 465, Km 07, Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, *Campus* Universitário, Seropédica (RJ), CEP 23890-000.

2 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, professor pesquisador. luizgbarbosa@gmail.com.

3 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, professor pesquisador. rosvargas@ufrj.br.

4 Universidade Federal do Paraná, professor pesquisador. engtlrodrigues@yahoo.com.br.

sua terceira edição, continua a recomendar o uso deste método de posicionamento. Sendo assim, os profissionais atuantes na área têm mais uma ferramenta para a solução desse problema. Ressalta-se que no trabalho realizado, apresentado neste artigo, foi utilizada a terceira edição da NTGIR.

A principal vantagem apresentada no uso do PPP consiste na utilização de apenas um receptor GNSS, ao invés de um par, como ocorre nas técnicas de posicionamento relativo. Em termos de qualidade no posicionamento, o PPP potencialmente apresenta melhores precisões e acurácias do que o Posicionamento por Ponto Simples (PPS), uma vez que, além de utilizar as observáveis das fases das ondas portadoras e utilizar dados das efemérides precisas, ainda há a modelagem da maioria dos erros sistemáticos presentes nas observações (ZUMBERGE et al., 1997). Como exemplo, podem-se citar os deslocamentos dos centros de fase das antenas do receptor e do satélite, a refração troposférica e a ionosférica, a fase *Wind-up*, o efeito da relatividade, a rotação da Terra, as marés terrestres e a carga oceânica (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

Atualmente diversos aplicativos estão disponíveis para o processamento dos dados de rastreio a partir do PPP. Uma das opções de processamento é o serviço disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em seu site. A gratuidade, a facilidade e a confiabilidade deste serviço fazem com que ele seja o mais utilizado atualmente, sendo indicado inclusive pela NTGIR para o processamento. Além disso, o IBGE-PPP fornece as coordenadas em SIRGAS 2000 (época 2000,4).

De acordo com a NTGIR, o PPP pode ser usado para a determinação de coordenadas dos vértices de apoio e de vértices de limites. No entanto, para que o resultado seja aceito, é necessário que a precisão posicional absoluta, referente à resultante planimétrica (horizontal) obtida por meio do desvio padrão da latitude e da longitude esteja de acordo com o padrão de precisão estabelecido pela NTGIR (3ª edição, item 4.4). Este padrão é variável de acordo com o tipo de ponto. Localizando-se este ponto em um limite artificial, a precisão deve ser melhor ou igual a 0,50 m; quando situado em limite natural, a precisão deve ser melhor ou igual a 3,00 m e quando estiver em local inacessível, a precisão deve ser melhor ou igual a 7,50 m.

Considerando a necessidade de atender aos padrões de precisão estabelecidos pela NTGIR para o PPP, é importante que seja feita a modelagem de todos os erros sistemáticos envolvidos, como de fato ocorre no processamento a partir do serviço oferecido pelo IBGE em seu site. Um erro não passível de ser modelado no processamento e que afeta diretamente a qualidade dos resultados é o efeito do multicaminhamento. Este efeito é unicamente dependente das condições do entorno do ponto rastreado. No georreferenciamento de imóveis rurais, por diversas vezes, há a necessidade de rastreios em lugares propensos à ocorrência de multicaminhamento, seja pela presença de árvores, seja pela existência de relevos residuais. Dessa forma, torna-se viável a investigação deste efeito e, também, do tempo de rastreio para se obter precisão posicional estabelecida pela NTGIR. Diante do exposto, este trabalho objetivou realizar um estudo sobre a influência do multicaminhamento e do tempo de rastreio na precisão do PPP para atendimento da NTGIR.

Revisão bibliográfica

Posicionamento por Ponto Preciso - PPP

O método de posicionamento absoluto, também designado posicionamento por ponto, consiste na determinação de coordenadas tridimensionais utilizando um receptor isolado realizando medições de pseudodistâncias baseadas em observações de código ou de fase das portadoras (HOFMANN-

-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008). O resultado é um conjunto de coordenadas que têm seu referencial vinculado ao sistema utilizado: WGS 84 G1762 para o GPS ou PZ-90.11 para o GLONASS (NATIONAL GEOSPATIAL-INTELLIGENCE AGENCY - NGA, 2014).

No contexto do posicionamento absoluto ou por ponto tem-se o Posicionamento por Ponto Simples (PPS) e o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP). No PPS a observável utilizada é a pseudodistância, sendo possível incluir a fase da onda portadora, situação não muito usual, por não trazer melhoria. Neste método os principais erros que o afetam estão relacionados com a qualidade da observável utilizada e a acurácia dos parâmetros transmitidos nas mensagens de navegação (efemérides e coeficientes do erro do relógio do satélite). Acrescenta-se a esses erros aqueles advindos da refração troposférica e ionosférica, multicaminhamento do sinal, entre outros, os quais são desconsiderados no modelo matemático funcional.

No método PPP a observável utilizada é a pseudodistância com possibilidade de utilização da fase da onda portadora ou ambas simultaneamente. A diferença em relação ao método anterior é que as componentes das posições dos satélites e os erros dos relógios desses satélites são obtidos a partir das efemérides precisas, sejam rápidas, ultrarrápidas ou finais (SEEBER, 2003), estando as coordenadas referenciadas ao Sistema de Referência Terrestre IGB08. Outra diferença é que todos os erros sistemáticos envolvidos no processo de coleta das observações devem ser corrigidos a partir de modelagem matemática ou serem estimados no ajustamento durante o processamento dos dados (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008). No modelo matemático funcional são adicionados termos referentes às correções tais como atraso das portadoras no hardware do satélite, deslocamento do centro de massa para o centro de fase da antena transmissora do satélite, variação do centro de fase da antena transmissora do satélite, influência da rotação da Terra nos sinais GNSS, refração troposférica e ionosférica, variação do centro de fase da antena do receptor, atraso das portadoras no hardware do receptor, fase *Wind-up*, marés terrestres e carga oceânica (MONICO, 2008). Cabe ressaltar que para a correção da refração troposférica pode-se adicionar um termo residual da refração, o qual será estimado no ajustamento. Outro ponto a se destacar é que quando equipamentos de dupla frequência (L1, L2) são utilizados, a observável combinada livre de ionosfera (íon-free) L_0 é utilizada para suprimir os efeitos de primeira ordem da refração ionosférica.

De acordo com Leick (2004), com o uso de equipamento monofrequência (L1), é possível alcançar acurácias centimétricas, desde que se colem observações por longo período. Ainda segundo o mesmo autor, com o uso de equipamentos de dupla frequência (L1, L2) utilizando as observáveis pseudodistância e fase da portadora livres de ionosfera (PD_{L_0} e ϕ_{L_0}) combinadas, obtêm-se acurácias sub-decimétricas. De uma forma geral, a qualidade do posicionamento aumenta à medida que se colem observações por mais tempo em campo (ZUMBERGE et al., 1997; KLEIN; MATSUOKA; SOUZA, 2010; PERDIGÃO; SANTOS, 2010).

Hoje em dia existem diversos aplicativos gratuitos para processamento do PPP no formato on-line ou off-line. Alguns exemplos de formatos on-line são os aplicativos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Jet Propulsion Laboratory (JPL), da Universidade de New Brunswick, denominado GPS Analysis and Positioning Software (GAPS) e da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), denominado RT_PPP. Como exemplo de formato off-line podem-se citar os aplicativos científicos RTKLIB, GLAB, GIPSY-OASIS e Bernese GPS software. Cabe ressaltar que apenas o aplicativo do IBGE realiza ao fim do processamento a transformação de coordenadas do Sistema de Referência Terrestre IGB08 para o SIRGAS 2000. Além disso, este aplicativo permite

proceder a atualização ou a redução das coordenadas da época da coleta dos dados para a época (2000,4) adotada para as coordenadas do SIRGAS2000.

Efeitos do multicaminhamento

Multicaminhamento é um fenômeno pelo qual o sinal proveniente da antena transmissora dos satélites alcança a antena do receptor depois de refletir em algumas superfícies próximas a ela. Os sinais refletidos são dependentes das condições do ambiente do entorno da antena receptora e da posição do satélite no momento da observação, o que torna o efeito do multicaminhamento de difícil determinação. Há ainda que se considerar que a superfície refletora é geralmente estática com relação ao receptor, no entanto, o satélite se move com o tempo, fazendo com que o multicaminhamento tenha seus efeitos variáveis no tempo.

De acordo com Leick (2004), o multicaminhamento distorce não só os códigos, mas também as fases das ondas portadoras. Porém, embora os comportamentos sejam similares, a magnitude do multicaminhamento no código é quatro vezes maior que na fase (LEICK, 2004). De uma forma geral, quanto maior a frequência, menor será o erro máximo devido ao multicaminhamento. Ainda segundo Leick (2004), o erro máximo do multicaminhamento corresponde a aproximadamente $\frac{1}{4}$ do comprimento de onda dos sinais. Cabe ressaltar que existem no mercado algumas antenas que apresentam padrões que permitem a atenuação dos sinais refletidos abaixo da linha do horizonte, como as antenas *choke-rings*. No entanto, os sinais refletidos podem chegar à antena com ângulos de elevação acima da linha do horizonte. Assim sendo, é sempre recomendada a realização do rastreo longe de locais favoráveis ao efeito, sendo que nem sempre isso é possível.

Os erros do multicaminhamento podem ser estimados por meio de uma combinação das medições da fase da portadora e do código. As equações de pseudodistância e fase da onda portadora, em metros, na frequência L1, são (SEEBER, 2003; HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008):

$$PD_{L1} = \rho_r^s + c(dt_r - dt^s) + d_{orb} + I_{PD_{L1}} + T + B + b + MP_{PD_{L1}} + \varepsilon_{PD_{L1}} + v_{PD_{L1}}, \quad (1)$$

$$\lambda_{L1}\Phi_{L1} = \rho_r^s + c(dt_r - dt^s) + \lambda_{L1}N_{L1} + d_{orb} - I_{\Phi_{L1}} + T + B + b + MP_{\Phi_{L1}} + \varepsilon_{\Phi_{L1}} + v_{\Phi_{L1}}, \quad (2)$$

em que PD_{L1} é a pseudodistância na portadora L1 em metros; ρ_r^s é a distância geométrica satélite-receptor; c é o módulo da velocidade da luz no vácuo; dt_r e dt^s são os erros dos relógios do receptor e dos satélites; d_{orb} é o erro de órbita de um determinado satélite; $I_{\rho_{L1}}$ e $I_{\Phi_{L1}}$ são os erros devido ao atraso ionosférico; T é o erro devido ao atraso troposférico, b e B são, respectivamente, os atrasos de *hardware* do satélite e do receptor; $MP_{\rho_{L1}}$ e $MP_{\Phi_{L1}}$ são os erros do multicaminhamento; $\varepsilon_{\rho_{L1}}$ e $\varepsilon_{\Phi_{L1}}$ são os ruídos, em metros; $\lambda_{L1}N_{L1}$ refere-se à ambiguidade da fase na L1 em metros e $v_{PD_{L1}}$ e $v_{\Phi_{L1}}$ representam os erros aleatórios e demais erros sistemáticos, como deslocamento de centro de fase da antena, marés terrestres, carga oceânica e fase *windup* (no caso de $v_{\Phi_{L1}}$). Os termos subscritos com PD são devidos à pseudodistância e os termos subscritos com Φ correspondem à fase. Cabe ressaltar que dentro de dt^s são levados em consideração os erros remanescentes do efeito de relatividade nos relógios dos satélites.

Na dedução dois pontos devem ser levados em consideração: o primeiro, em concordância com o mencionado no parágrafo anterior, $MP_{\Phi_{L1}} + \varepsilon_{\Phi_{L1}}$ são assumidos como valores muito baixos e podem ser negligenciáveis nas medições da fase, assim como o erro de fase *windup*. O segundo refere-se aos erros de troposfera, de relógios, de órbitas, de atrasos de *hardware*, remanescentes de relatividade, de deslocamento de centro de fase da antena, de marés terrestres e de carga oceânica, que indepen-

dem da frequência, influenciando as observáveis de código e fase da mesma forma. Por outro lado, os erros de atraso ionosférico e multicaminhamento dependem da frequência. Desta forma, utilizando receptores de dupla frequência e formando diferenças entre as equações de fase e pseudodistância, todos os efeitos são cancelados exceto os de atraso ionosférico, de multicaminhamento e os de ruídos. Tem-se então (YEDUKONDALU et al., 2011):

$$PD_{L1} - \lambda_{L1}\Phi_{L1} - \lambda_{L1}N_{L1} \cong 2I_{PD_{L1}} + MP_{PD_{L1}} + \varepsilon_{PD_{L1}}, \quad (3)$$

ou ainda:

$$MP_{PD_{L1}} + \varepsilon_{PD_{L1}} \cong PD_{L1} - \lambda_{L1}\Phi_{L1} - \lambda_{L1}N_{L1} - 2I_{PD_{L1}}. \quad (4)$$

De acordo com Misra e Enge (2006) apud Yedukondalu et al., (2011), utilizando um receptor de dupla frequência, o atraso da ionosfera na pseudodistância em L1 pode ser estimado por:

$$I_{PD_{L1}} = \frac{f_{L2}^2}{f_{L1}^2 - f_{L2}^2} (\Phi_{L1} - \Phi_{L2}), \quad (5)$$

onde f_1 e f_2 são as frequências das portadoras L1 e L2, respectivamente. Substituindo a Equação (5) na Equação (4) obtém-se que o multicaminhamento na pseudodistância em L1 junto com as medições de ruído podem ser detectados e quantificados utilizando um receptor de monofrequência por:

$$MP_{PD_{L1}} \cong PD_{L1} - \frac{f_{L2}^2}{f_{L1}^2 - f_{L2}^2} (\Phi_{L1}) + \frac{2f_{L2}^2}{f_{L1}^2 - f_{L2}^2} (\Phi_{L2}) - K_{L1}, \quad (6)$$

em que K_{L1} representa o agrupamento da ambiguidade da fase da L1 em metros com o ruído $\varepsilon_{PD_{L1}}$. Da mesma maneira, para a portadora L2 tem-se:

$$MP_{PD_{L2}} \cong PD_{L2} - \frac{2f_{L1}^2}{f_{L1}^2 - f_{L2}^2} (\Phi_{L1}) + \frac{f_{L1}^2 + f_{L2}^2}{f_{L1}^2 - f_{L2}^2} (\Phi_{L2}) - K_{L2}, \quad (7)$$

com K_{L2} sendo o agrupamento da ambiguidade da fase da L2, em metros, com o ruído $\varepsilon_{PD_{L2}}$. Por simplicidade, neste texto, a partir do item 3, o termo $MP_{PD_{L1}}$ será indicado por MP1 e $MP_{PD_{L2}}$ por MP2.

Métodos e materiais

A área de estudo está situada no *Campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica (RJ). Foram selecionados dezesseis pontos para as observações, situados em locais com diferentes condições de recepção de sinal dos satélites. A Figura 1 apresenta estes pontos distribuídos ao longo da área de estudo.

Figura 1. Área de estudo - Campus Universitário UFRRJ



Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Os locais dos pontos variaram entre áreas com horizonte desobstruído, como campo de futebol, até locais de mata fechada. A Tabela 1 apresenta a descrição dos pontos com relação às características do seu entorno e a codificação utilizada neste trabalho.

Tabela 1. Características e localização dos pontos

Codificação	Localização	Característica do entorno
BA1	base de aferição	aberto
BA2	base de aferição	aberto
BA3	base de aferição	aberto
BA4	base de aferição	parcialmente aberto
BA5	base de aferição	aberto
BA6	base de aferição	aberto
BA7	base de aferição	aberto
BA8	base de aferição	parcialmente aberto
P1	frente do prédio principal (p1)	aberto
FIT	frente do instituto de tecnologia (it)	aberto
CIT	ao lado da cantina do it	parcialmente aberto
DIT	dentro do it	parcialmente aberto
LIT	laje do it	aberto
EIT	estacionamento do it	totalmente fechado
EEF	eucaliptal da educação física	totalmente fechado
EPIT	palmeiras da esquina do pat-it	totalmente fechado

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

O trabalho foi dividido em três grupos de experimentos que se diferenciaram em tempo de rastreamento, sendo 20, 40 e 60 minutos, respectivamente, para os grupos 1, 2 e 3.

As observações aos pontos ocorreram entre os meses de junho e agosto de 2013. O receptor GNSS foi configurado para coletar os dados no sistema de referência WGS-84, com ângulo de elevação de 10 graus e intervalo de gravação de 5 segundos. No processamento dos dados foram utilizados os dados mais precisos disponibilizados pelo IGS, ou seja, as efemérides finais. Porém, conforme mencionado anteriormente, o aplicativo PPP do IBGE entrega as coordenadas finais em SIRGAS 2000 época 2000,4, sendo uma particularidade deste serviço.

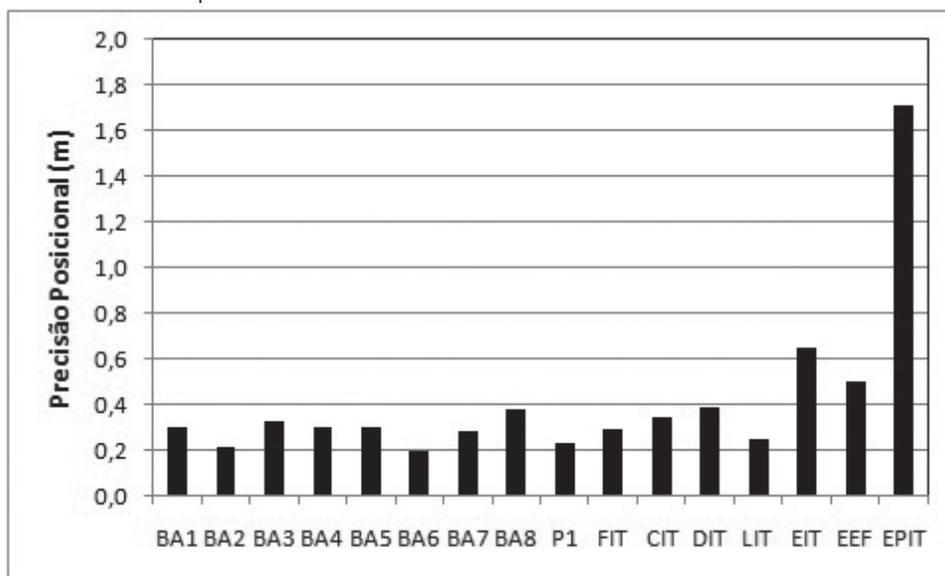
Nos arquivos com os dados brutos foram feitas a conversão para o formato RINEX por meio do software GNSS Solution. Houve a necessidade de esperar 13 dias após o levantamento para a obtenção das efemérides precisas finais. Após, esses arquivos foram enviados para o endereço eletrônico do IBGE para processamento.

Os dados de campo foram obtidos por um receptor GNSS Promark 200 L1/L2 e foi empregado o aplicativo GNSS Solutions para as conversões dos dados brutos em RINEX. Para a obtenção de MP1 e MP2 e para a construção dos gráficos das mesmas quantidades, foi utilizado o aplicativo RTKLIB versão 2.4.2. Para o processamento do PPP foi utilizado o programa on-line do IBGE.

Resultados e discussão

A precisão posicional oriunda da resultante das incertezas das componentes latitude e longitude dos pontos foi obtida segundo a NTGIR e comparada com a precisão posicional de 0,50 m para vértices de limites artificiais. Os resultados são apresentados com duas casas decimais, concordando com o padrão de precisão de 0,50 m. Para o grupo 1, os resultados variaram de 0,07 m a 1,53 m para a latitude e de 0,18 m a 0,82 m para a longitude. A Figura 2 ilustra os resultados para cada um dos 16 pontos.

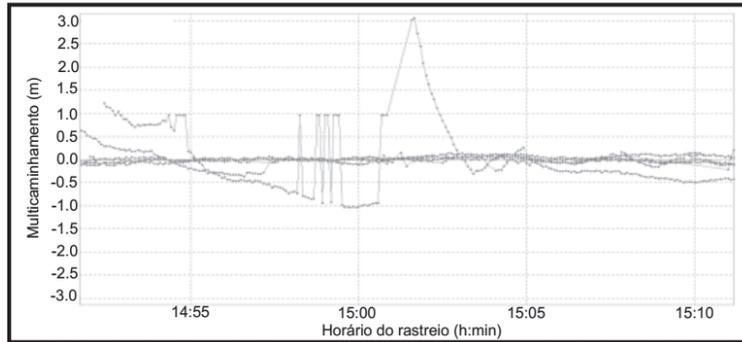
Figura 2. Precisão Posicional para rastreamento de 20 minutos



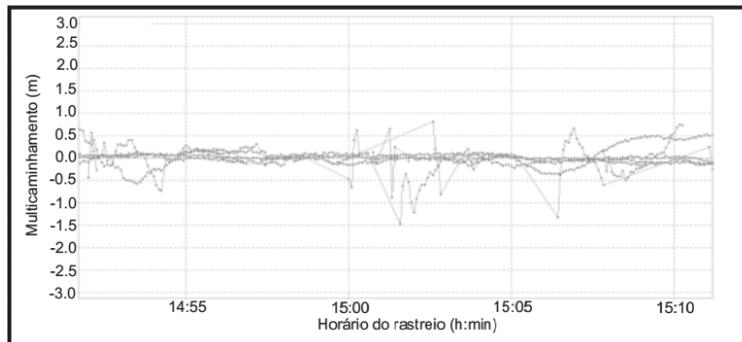
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

O nível de influência do multicaminhamento na precisão posicional dos pontos foi analisado a partir dos gráficos de MP1 e MP2 obtidos com base no emprego do módulo RTKPLOT do software RTKLIB. A Figura 3 apresenta os gráficos de MP1 e MP2 para os pontos EPIT e CIT.

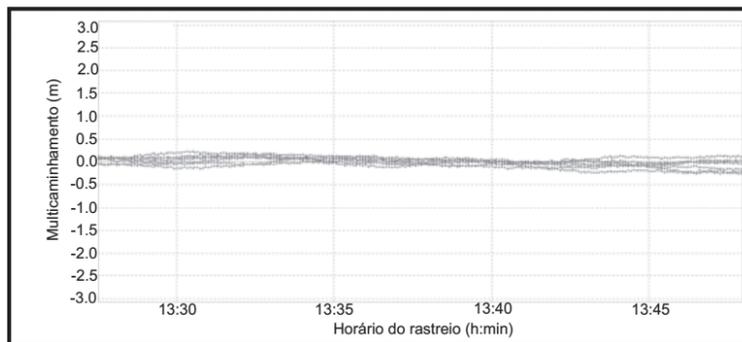
Figura 3. Rastreo de 20 minutos - MP1 (a) e MP2 (b) do ponto EPIT e MP1 (c) e MP2 (d) do ponto CIT



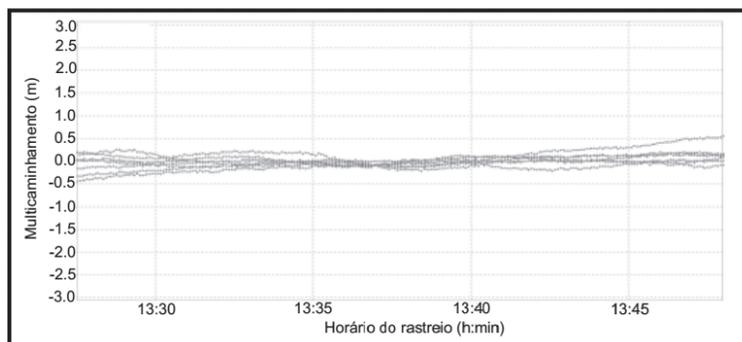
(a)



(b)



(c)



(d)

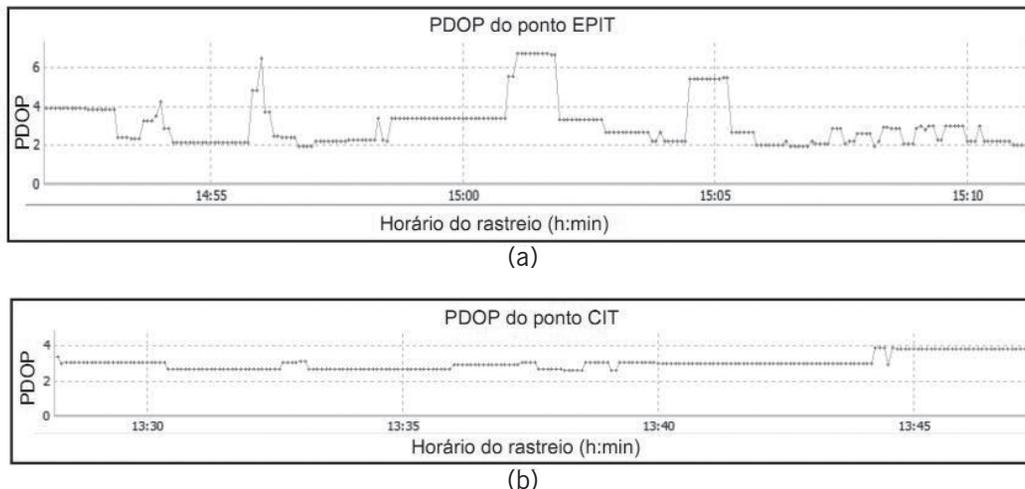
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Comparando os gráficos da Figura 3 percebe-se uma considerável dispersão do multicaminhamento ocorrido para o ponto EPIT e que essa dispersão é mais acentuada na portadora L2 do que na

L1, neste caso, tanto para o ponto EPIT quanto para o CIT. Essa maior dispersão em MP2 do que em MP1 já era esperada de acordo com o método de acesso à portadora L2 a partir do código W.

Na Figura 4 são apresentados os gráficos da variação do PDOP, também gerados no RTKPLOT, durante o tempo de rastreamento de 20 minutos para os pontos EPIT e CIT.

Figura 4. Rastreamento de 20 minutos - PDOP EPIT (a) e PDOP CIT (b)

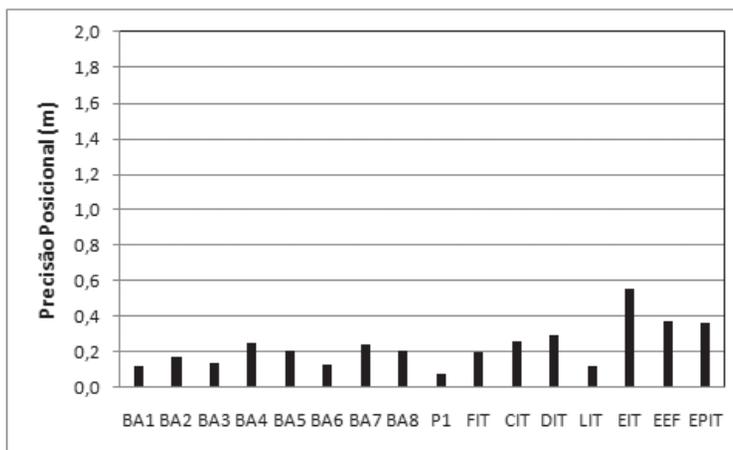


Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

É possível observar na Figura 4 que no rastreamento do ponto EPIT, o PDOP alcança valores maiores que 6, extrapolando o limite exigido pela NTGIR. Este aumento foi relacionado com a diminuição do número de satélites visíveis que em conjunto com os efeitos do multicaminhamento podem ter contribuído para a baixa precisão do ponto EPIT. Observa-se que, para o ponto CIT, o PDOP apresentou-se abaixo de 4, ficando dentro do limite estabelecido por esta norma.

Para o grupo de experimento 2, os resultados com relação à precisão das coordenadas dos pontos variaram de 0,03 m a 0,31 m para a latitude e de 0,06 m a 0,45 m para a longitude. Na Figura 5 é apresentado o gráfico indicando a precisão posicional de cada ponto. Observa-se que somente o ponto EIT não apresentou a precisão abaixo do permitido pela NTGIR para limites artificiais.

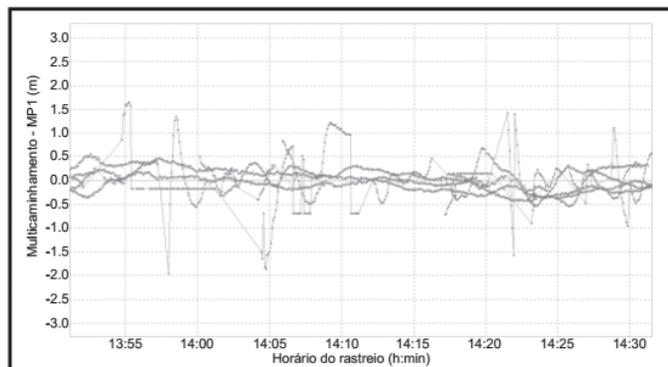
Figura 5. Precisão posicional para rastreamento de 40 minutos



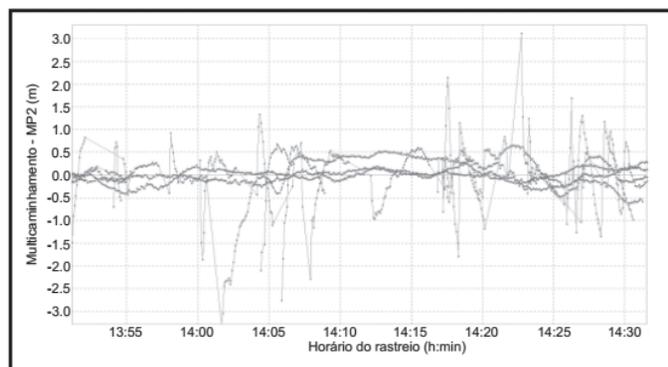
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Na Figura 6 são apresentados os gráficos de MP1 e MP2 para os pontos EIT e DIT. Este último apresentou precisão posicional abaixo do limite da NTGIR.

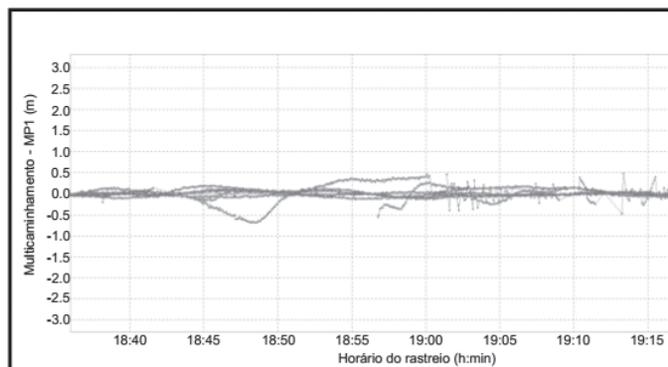
Figura 6. Rastreo de 40 minutos: MP1 (a) e MP2 (b) do ponto EIT e MP1 (c) e MP2 (d) do ponto DIT



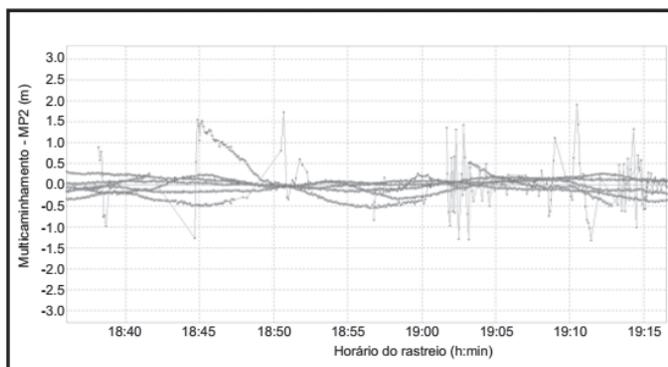
(a)



(b)



(c)



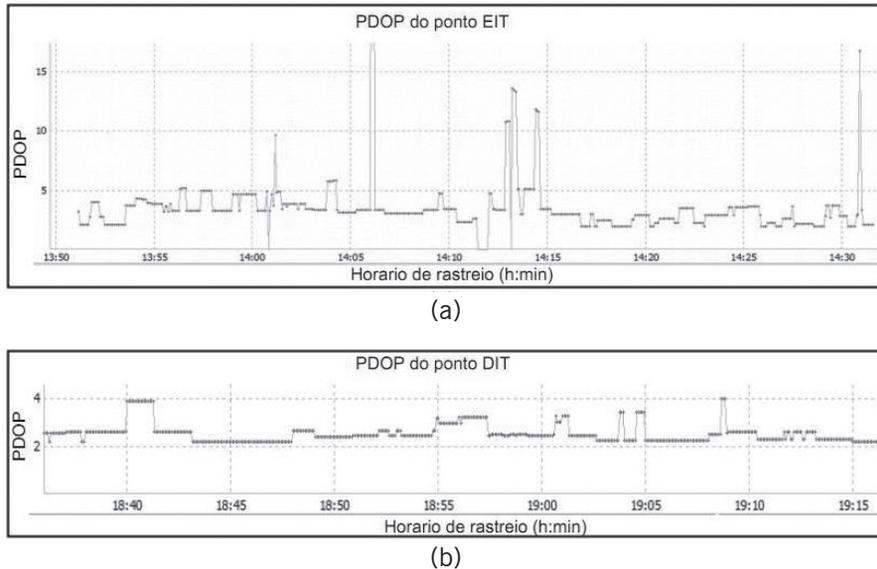
(d)

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Observa-se que os valores do multicaminhamento, tanto na portadora L1 quanto na portadora L2, foram consideravelmente dispersos. Em termos de magnitude, o ponto EIT apresentou na portadora L1 valores de +1,7 m até -2,0 m; enquanto que na portadora L2 variou de aproximadamente +3,2 m até -3,5 m. Apesar do alto índice de multicaminhamento nas duas situações, nota-se que na portadora L2 esse efeito ainda é mais acentuado.

Com relação ao PDOP, observa-se no gráfico da Figura 7 que o ponto EIT diversas vezes teve picos no qual ficou fora do limite estipulado pela NTGIR, enquanto que o ponto DIT manteve o PDOP sempre abaixo desse limite.

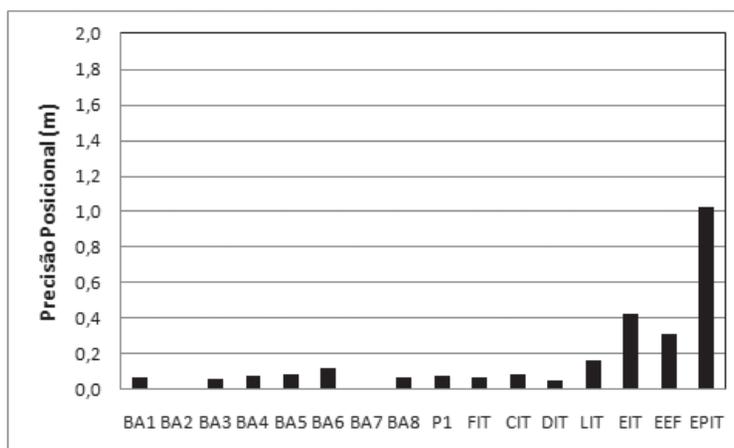
Figura 7. Rastreo de 40 minutos - PDOP EIT (a) e PDOP DIT (b)



Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Para o grupo do experimento 3, os resultados com relação à precisão das coordenadas dos pontos variaram de 0,02 m a 0,77 m para a latitude e de 0,04 m a 0,67 m para a longitude, desconsiderando os pontos BA2 e BA7 que tiveram problema no processamento. Na Figura 8 é apresentado o gráfico indicando a precisão posicional de cada ponto. Observa-se que somente o ponto EPIT não apresentou precisão dentro do permitido pela NTGIR. Ressalta-se que este ponto foi o menos preciso no grupo de experimento 1, no rastreo de 20 minutos.

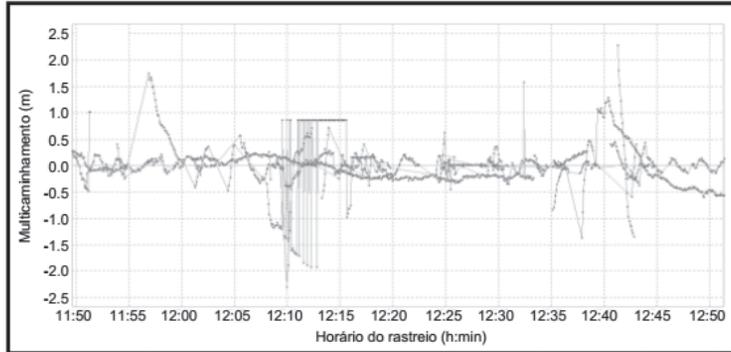
Figura 8. Precisão posicional para rastreo de 60 minutos



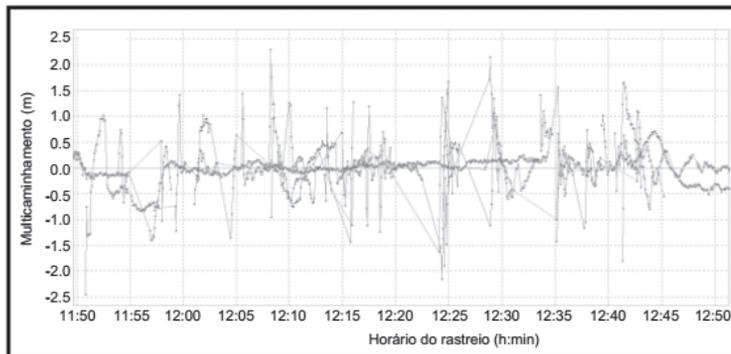
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Na Figura 9 são apresentados os gráficos de MP1 e MP2 para os pontos EPIT e FIT. Este último obteve precisão posicional abaixo do limite da NTGIR.

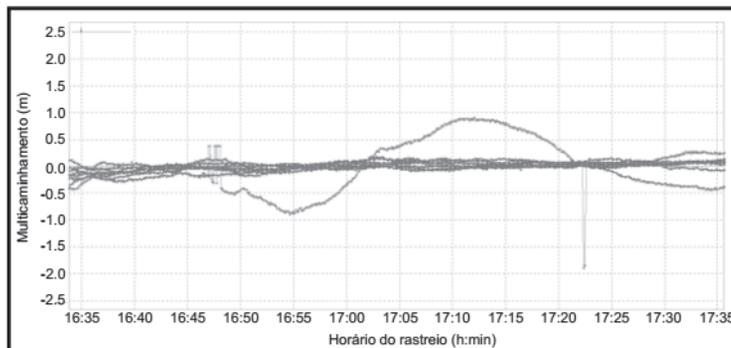
Figura 9. Rastreo de 60 minutos - MP1 (a) e MP2 (b) do ponto EPIT e MP1 (c) e MP2 (d) do ponto FIT



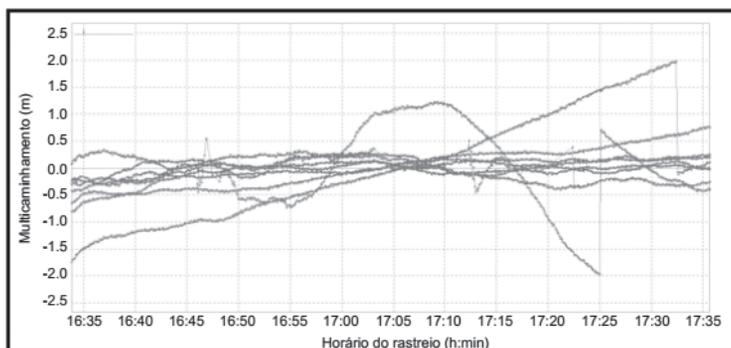
(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Observa-se que os valores do efeito do multicaminhamento na portadora L1 e L2 para o ponto EPIT foram consideravelmente dispersos em relação aos resultados do ponto FIT. O ponto FIT, para a portadora L1, não teve sua precisão posicional comprometida pelo efeito do multicaminhamento, apesar de algumas dispersões pontuais mais elevadas. Esses pontos tiveram maior dispersão de valores na portadora L2, como era esperado.

Análise global de precisão e tendência

Os dados estatísticos calculados para os experimentos são apresentados na Tabela 2. A coluna 60 min apresenta os resultados dos rastreios de 60 minutos ignorando os pontos BA2 e BA7 por terem apresentado problemas não identificados no processamento.

Tabela 2. Análise estatística a partir dos testes de precisão e tendência

	20 min	40 min	60 min
Média amostral	0,42	0,23	0,19
Desvio padrão amostral	0,20	0,09	0,17
Estatística <i>t</i> de Student amostral	8,35	10,40	4,18
Estatísticas <i>t</i> de Student teóricas	±2,13	±2,13	±2,16
Estatística qui-quadrado amostral	0,62	0,12	0,40
Estatística qui-quadrado teórica	24,99	24,99	22,36

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

A partir dos dados da Tabela 2 pode-se verificar que, em todos os conjuntos de experimentos, as tendências foram significativas a um nível de confiança de 95 %, uma vez que os valores das estatísticas *t* de *student* amostrais se apresentaram fora do intervalo teórico. Com relação ao teste de Qui-quadrado, as hipóteses básicas não foram rejeitadas em nenhum dos conjuntos de experimentos, indicando que, a um nível de confiança de 95 %, os conjuntos de dados de incertezas apresentaram-se precisos dentro do contexto da NTGIR.

Discussão dos resultados

Os resultados mostraram que os pontos com menor precisão posicional também foram aqueles com maior amplitude nos valores de MP1 e MP2. Como esperado, a maior dispersão dos valores de MP1 e MP2 ocorreu na portadora L2, uma vez que existe a dificuldade de acesso a essa portadora a partir do código W.

Outro fato observado foi a ocorrência de grandes variações de PDOP em curtos espaços de tempo, o que pode estar associado ao efeito do multicaminhamento. Porém, em geral, os valores de PDOP apresentaram-se abaixo do estipulado na NTGIR.

Com relação ao tempo de rastreio, os resultados de cada grupo de experimentos permitiram observar que, à medida que o tempo aumenta, a precisão tende a aumentar também.

O ponto BA2 do grupo de experimento 3 foi descartado da amostra por ter obtido um valor de precisão posicional (7,90 m) consideravelmente superior ao limite de 0,50 m para vértices de limites artificiais da NTGIR. O ponto BA7 no grupo de experimento 3 também apresentou problema no processamento. Para este ponto não foi obtida solução.

Na análise de precisão e tendência todos os pontos passaram no teste global de precisão do Qui-Quadrado a um nível de confiança de 95 %, indicando que para 95 % dos casos o PPP pode ser utilizado para aplicações que requeiram precisão limite máxima de 0,5 m, como o georreferenciamento de imóveis rurais de acordo com a NTGIR do INCRA. No teste global de tendência, baseada na distribuição *t* de *Student* a um nível de confiança de 95 %, a hipótese básica foi rejeitada, indicando que os posicionamentos não estão isentos completamente de erros sistemáticos, inclusive os efeitos do multicaminhamento.

Conclusão

Neste trabalho foi realizada uma análise do efeito do multicaminhamento e do tempo de rastreamento na precisão do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) para atendimento da NTGIR para vértices de limites artificiais, com precisão posicional menor ou igual a 0,50 m. Considerando os três grupos de experimentos, em média 92 % dos pontos observados atenderam à precisão desta norma. No entanto, é necessária a continuidade de análises para condições críticas de recepção do sinal do satélite que são afetados pelo efeito do multicaminhamento. Recomenda-se a construção de mapas de obstruções e outros testes, analisando, além da precisão, a acurácia dos pontos.

Neste estudo ficou clara a maior influência do efeito do multicaminhamento ocorrer na portadora L2. Ressalta-se que, apesar deste fato, é importante utilizar um receptor de dupla frequência para a coleta dos dados para o PPP para que os efeitos de primeira ordem da ionosfera sejam modelados.

O trabalho permitiu observar que as diferentes condições de recepção de sinal dos satélites alteram o tempo necessário para atingir a precisão requerida na NTGIR. Em lugares abertos o PPP responde de forma muito satisfatória, atendendo à precisão requerida na NTGIR sem a necessidade de um tempo de rastreamento acima de 20 minutos. Em lugares mais fechados é necessário um tempo maior de rastreamento, como 40 minutos. No entanto, o efeito do multicaminhamento em lugares onde o sinal é de difícil acesso tem que ser estudado com maior rigor. Isso porque o mesmo ponto pode ter precisão menor mesmo com um tempo de rastreamento maior devido à posição do satélite no instante do rastreamento, fazendo com que o efeito do multicaminhamento atue de forma diferente em cada situação. Cabe ressaltar que nos experimentos foi utilizado um intervalo de coleta de observáveis de 5 segundos, máscara de elevação de 10° e efemérides finais IGS. Recomenda-se a realização de outros experimentos com diferentes intervalos de coleta de observáveis e com máscara de elevação de 15°.

Influence of GNSS satellite signal multipathing and tracking time on PPP accuracy for boundary vertices of NTGIR

Abstract

With the advance of technologies in the field of terrestrial positioning, expectations to help on solving the country's land property issues increase. This activity is important for the development of the nation. Keeping the documentation updated and defining precisely to whom the property belongs to is a challenge. Over the last years, surveying techniques have been evolving significantly in relation to Global Navigation Satellite System (GNSS) positioning. From the second edition of the Technical Standard for Georeferencing Rural Property (NTGIR) of National Institute for Colonization and Agrarian Reform (INCRA), Precise Point Positioning (PPP) has become accepted as GNSS data processing

method. In this work, an analysis of the multipath effect and the tracking time on the PPP precision of NTGIR's boundary points has been made. The results were evaluated based on the MP1 and MP2 indicators and PDOP charts, and most of these results were appropriate to the NTGIR's precision. It was observed that the higher influence of the multipath effect occurs on the L2 carrier. Note that, despite this fact, it is important to use dual frequency receivers for the PPP data acquisition, so the ionosphere first order effects can be modeled. For future work, it is recommended more evaluations of the multipath effect for conditions where satellite signals often do not directly reach the receiver and have reflective surfaces or even blockers of signals. It is also suggested the construction of obstruction maps and statistical tests so that the accuracy of the points is also analyzed.

Keywords: GNSS. Georeferencing. Multipath. Positional Precision.

Referências

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. 2. ed. rev. Brasília, 2010. 82 p. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/media/politica_fundiaria/regularizacao_fundiaria/2_edicao_norma_tecnica_.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2014.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. 3. ed. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/media/institucional/norma%20tecnica%20para%20georreferenciamento%20de%20imoveis%20rurais%203%20edi%C3%A7ao.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2016>.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; WASLE, E. **GNSS – Global Navigation Satellite System: GPS, GLONASS, GALILEO, and More**. New York: Springer Wien, 2008. p. 105 - 272.

KLEIN, I.; MATSUOKA, M. T.; SOUZA, S. F. Análise do serviço on-line de PPP (GDGPS - APPS) para receptores de dupla frequência: um estudo envolvendo dados de estações da RBMC. **Gaea - Journal of Geoscience**, v. 6, n. 2, p. 90-98, jul/dez 2010. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/gaea/article/view/4698>>. Acesso em: 13 set. 2014.

LEICK, A. **GPS Surveying**. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2004. p.188 - 300

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamento e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. p. 183 - 330.

NATIONAL GEOSPATIAL-INTELLIGENCE AGENCY – NGA. **World Geodetic System 1984 - Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems**. v.1.0.0. [S.l.:s.n], Julho, 2014. Disponível em: <http://earth-info.nga.mil/gandg/publications/NGA_STND_0036_1_0_0_WGS84/NGA.STND.0036_1.0.0_WGS84.pdf>. Acesso em: 16 set. 2014.

PERDIGÃO, T. D.; SANTOS, A. P. Avaliação da acurácia a partir de diferentes tempos de rastreamento utilizando a solução PPP on-line do IBGE. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2010, Recife. **Anais...** Recife, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/297001179_avaliacao_da_acuracia_a_partir_de_diferentes_tempos_de_rastreio_utilizando_a_soluciao_ppp_on-line_do_ibge>. Acesso em: 25 ago. 2014.

SEEBER, G. **Satellite geodesy: foundations, methods, and applications**. Berlin: Walter de Gruyter, 2003. p. 297 – 323. ISBN 3-11-017549-5.

YEDUKONDALU, K.; SARMA, A. D.; SRINIVAS, V. SATYA. Estimation and mitigation of GPS multipath interference using adaptive filtering. **Progress in Electromagnetics Research M**, v. 21, p. 133-148, 2011. Disponível em: <<http://mobile.jpier.org/PIERM/pierm21/10.11080811.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2015.

ZUMBERGE, J. F.; HEFLIN, M. B.; JEFFERSON, D. C.; WATKINS, M. M.; WEBB, F. H. Precise point positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks. **Journal of Geophysical Research**, v. 102, n. B3, p. 5005-5017, mar. 1997. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/96JB03860/pdf>>. Acesso em: 13 set. 2015.

Histórico editorial:

Submetido em: 17/03/2016

Aceito em: 30/01/2017

Como citar:

ABNT

CARVALHO, G. N.; BARBOSA, L. G.; VARGAS, R. M. A.; RODRIGUES, T. L. Influência do multicaminhamento de sinais dos satélites GNSS e do tempo de rastreamento na precisão do PPP para vértices de limites da NTGIR. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 11-26, jan./mar. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n12018967>

APA

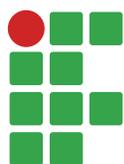
CARVALHO, G. N., BARBOSA, L. G., VARGAS, R. M. A. & RODRIGUES, T. L. (2018). Influência do multicaminhamento de sinais dos satélites GNSS e do tempo de rastreamento na precisão do PPP para vértices de limites da NTGIR. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 11-26. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n12018967>

ISO

CARVALHO, G. N.; BARBOSA, L. G.; VARGAS, R. M. A. e RODRIGUES, T. L. Influência do multicaminhamento de sinais dos satélites GNSS e do tempo de rastreamento na precisão do PPP para vértices de limites da NTGIR. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 11-26. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n12018967>

VANCOUVER

Carvalho GN, Barbosa LG, Vargas RMA, Rodrigues TL. Influência do multicaminhamento de sinais dos satélites GNSS e do tempo de rastreamento na precisão do PPP para vértices de limites da NTGIR. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 11-26. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n12018967>



Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja

Juan Jose Bonnin Acosta¹

María Gloria Cabrera²

Rubén Franco Ibras³

Jorge Daniel González⁴

Sergio Manuel Chamorro⁵

Jorge Escobar⁶

Resumo

A agricultura de precisão é uma importante ferramenta para maximizar a produção. Nela mapas de produtividade indicam a localização de áreas críticas, ajudando a fazer intervenções localizadas, a fim de aumentar a produtividade e consequentemente a rentabilidade. Objetivou-se avaliar a variabilidade espacial da produtividade, perdas quantitativas na colheita mecanizada e a lucratividade em área de produção de soja. Realizou-se um levantamento de dados georreferenciados em uma área de 20,90 ha. Foram utilizadas técnicas geoestatísticas para a determinação da variabilidade espacial. A dependência espacial foi moderada para todos os parâmetros estudados, observando-se regiões com maior ou menor variabilidade espacial na produtividade, nas perdas quantitativas de grãos e na lucratividade. A produtividade média foi de 3.748,63 kg.ha⁻¹ e 67,65 % da área total apresentou patamares de produtividade de 3.254,05 a 3.609,91 kg.ha⁻¹ e de 3.609,91 a 3.965,91 kg.ha⁻¹. As perdas totais de grãos encontrados por ocasião da colheita foram baixas (49,59 kg.ha⁻¹). A lucratividade média foi 1.252,54 \$.ha⁻¹, com duas regiões representativas de lucro de 1.187,20 a 1.354,78 \$.ha⁻¹ e de 1.019,62 a 1.187,20 \$.ha⁻¹, correspondente a 67,65 % da área total. Pode-se dizer que a semelhança na variabilidade espacial dos mapas de produtividade e lucratividade ocorre por este último ter sido confeccionado a partir de dados de produtividade, o que permitiria ao produtor investigar os motivos das baixas produtividades, sugerindo eventualmente um estudo da fertilidade do solo, no intuito de encontrar e corrigir o problema que levou às baixas produtividades, a fim de melhorar a relação custo/benefício, tendo como resultado maior lucro.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Distribuição espacial. Rentabilidade.

Introdução

A cultura da soja iniciou-se há mais de três décadas no Paraguai, mas somente nos últimos 10 anos passou a ser exportada, tendo sido o primeiro produto de exportação do Paraguai. Produzem-se anualmente 8,2 milhões de toneladas (Safrá 2014-2015), posicionando o país como o quarto exportador.

1 Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, docente pesquisador. jose.bonnin@hotmail.com. Km 11 - Campus Universitário, San Lorenzo, Paraguai.

2 Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, docente pesquisador. ayacabrera@hotmail.com.

3 Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, docente pesquisador. rubenf27@hotmail.com.

4 Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, docente pesquisador. jorgedaniel.gonzalez@gmail.com.

5 Faculdade de Ciências Agrárias/UNA, docente contratado. sergio_chamorro35@hotmail.com.

6 Fazenda Santo Antônio, engenheiro agrônomo. jorge_esc@live.com.

tador de grãos e sexto exportador de óleo de soja em nível mundial (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2016). Mais de 70 % da produção de soja são vendidos em forma de grão verde e o restante na forma de óleo ou farinha. Seus maiores mercados são a União Europeia, Rússia, Turquia e o Brasil para grãos e derivados; para óleo e farinha, os países da América do Sul e Ásia, de acordo com o Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA (2015).

Tem-se, assim, a importância econômica desta cultura, a qual ainda há muito a melhorar no processo de produção, sobretudo na diminuição das perdas de grãos que ocorrem no processo de colheita, transporte e armazenamento. De acordo com a Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas - CAPECO (2015), existe uma perda total próxima a 23 % da safra em cada ano. De todo o processo de produção, a operação de colheita mecanizada é uma das etapas mais importantes na produção desta cultura, uma vez que seus grãos são muito suscetíveis aos danos causados pela colhedora, razão pela qual a etapa é de vital importância (REGONAT, 2007). No Paraguai recomenda-se iniciar a colheita com uma umidade de 16,5 % e finalizá-la quando chegar a 13,5 %.

Portanto, perdas na colheita têm forte impacto econômico, apesar da alta tecnologia disponível para a colheita da cultura no Paraguai. Dessa maneira, podem ocorrer perdas durante este processo, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores de forma significativa. A rentabilidade final na cultura da soja está diretamente ligada à eficiência na colheita mecanizada quando realizada no estágio de maturação. No estágio de maturação inadequado, sem o devido preparo com manutenção e regulação incorreta das colhedoras, ocorrem perdas consideráveis (FERREIRA et al., 2007). De acordo com Bottega et al. (2014), os fatores que podem influenciar as perdas ocasionadas pela colhedora em forma direta são: altura de corte da plataforma da colhedora, velocidade do molinete, rotação do cilindro trilhador, abertura entre cilindro e côncavo e velocidade de deslocamento da máquina. As origens das perdas são diversas e ocorrem antes e durante a colheita. Cerca de 80 a 85 % das perdas na colheita ocorrem pela ação dos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras; 12 % são ocasionadas pelos mecanismos internos e 3 % são causadas por deiscência natural (MAGALHÃES, 2009).

Com relação aos fatores ligados às perdas de grãos não oriundos do processo de colheita mecanizada, podem-se citar: deiscência das vagens, semeadura inadequada, ocorrência de plantas daninhas e o mau desenvolvimento da cultura; além disso, devido às incertezas climáticas podem ocorrer atrasos que prejudicam a colheita dos grãos (CHIODEROLI et al., 2012).

Para Mesquita et al. (2001), as perdas podem ser evitadas parcialmente, tomando-se alguns cuidados, tais como: monitoramento rigoroso das velocidades de trabalho da colhedora e aferição regular dos mecanismos de trilha, limpeza e separação. Câmara e Heiffi (2006) citam que, para que exista redução das perdas de grãos na colheita mecanizada, faz-se necessário o conhecimento da origem dessas perdas, sejam elas quantitativas ou qualitativas. De acordo com Manteufel (2012), a avaliação das perdas é feita por meio de determinações no campo, onde o material é recolhido em condições normais de operação, fazendo a coleta dos materiais perdidos logo após a passagem da colhedora, obtendo-se o peso desses e convertendo o valor encontrado em perda por unidade de área ou perda em porcentagem.

No Paraguai não existe parâmetro de perda aceitável por hectare ou dados estatísticos oficiais de quanto é a perda que ocorre em uma colheita mecanizada de soja. Não existe uma normativa ou programa nacional para a redução de perda na colheita mecanizada para as culturas produzidas no país. Nesse contexto, a agricultura de precisão insere-se na busca da rentabilidade por meio do

aumento da produtividade e o uso racional dos insumos (LAMBERT et al., 2006), como também da redução das perdas quantitativas produzidas na colheita.

Segundo Brusco et al. (2005), a agricultura de precisão é um sistema capaz de gerar informações agrônômicas sobre áreas de colheita e permite um acompanhamento metro a metro da lavoura, possibilitando uma ação localizada em pequenas áreas, tratando cada um desses pontos de acordo com a necessidade. Assim, aumenta-se a rentabilidade além de ajudar a proteger o meio ambiente. De acordo com Molin (2000), vários pesquisadores consideraram que os mapas de produtividade são fontes de informação mais completas, que permitem visualizar a variabilidade espacial da cultura que, por sua vez, é o momento no qual os grãos têm maior valor agregado. Entretanto, várias outras ferramentas estão sendo desenvolvidas e testadas, visando identificar regiões com valores distintos de produção em uma mesma área, como fotografias aéreas, imagens de satélite e videografia. No entanto, nenhuma informação reproduz com maior fidelidade as condições de cultivo do que a própria resposta da cultura (MOLIN, 2002).

Assim, o mapeamento analisaria o uso mais eficiente dos fatores de produção, relacionando-o com a eficiência econômica e onde um mapa de lucratividade poderia ser de melhor utilidade para o agricultor, podendo fazer uma análise econômica da propriedade, acompanhado de um mapa de perdas na colheita, além de verificar se é viável a produção da cultura, tendo uma expectativa de preço de venda dos grãos. Outra vantagem que se pode obter com o mapeamento é o controle da qualidade em operações agrícolas mecanizadas, pois o controle das operações agrícolas permite a caracterização da variabilidade e a análise da qualidade das operações (MOLIN et al., 2006). Sendo assim, objetivou-se avaliar, em uma propriedade comercial, a variabilidade espacial da produtividade e perdas quantitativas na colheita mecanizada e a lucratividade em área de produção de soja.

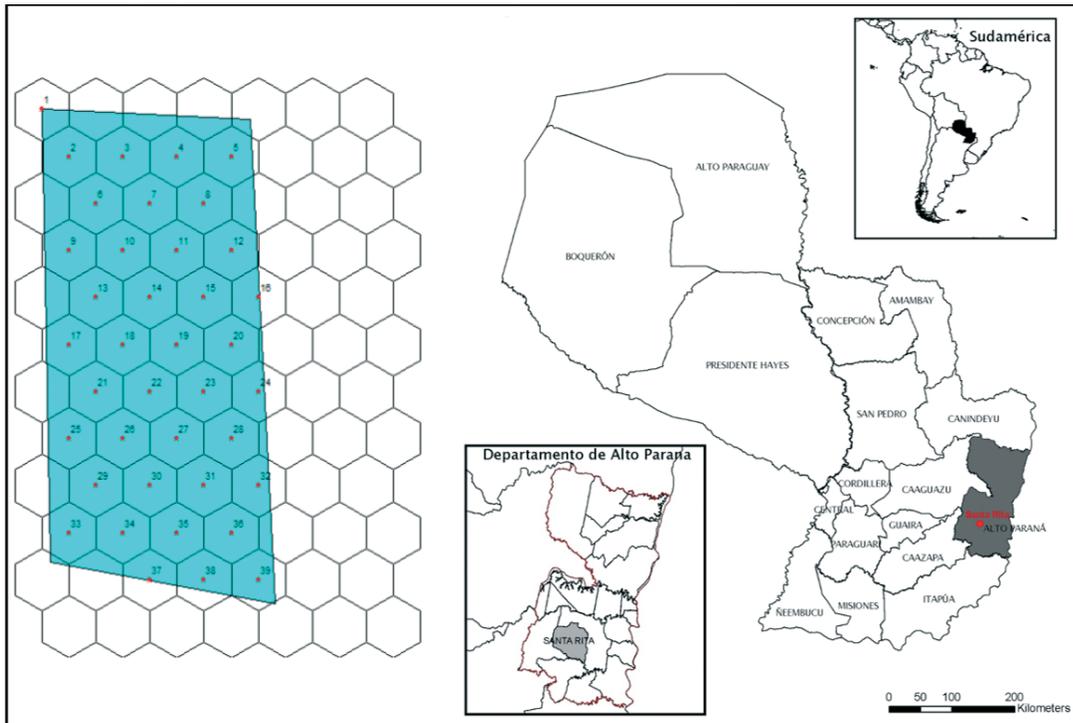
Material e métodos

A pesquisa foi realizada durante a safra 2014/2015 de soja na Fazenda Santo Antônio, localizada no Distrito de Santa Rita do Departamento de Alto Paraná (Paraguai), com coordenadas de 25°49'51" latitude Sul, 55°21'08" longitude Oeste, com uma altitude de 155 m (Datum WGS 84).

O clima da região é temperado (Subtropical), com estações seca no inverno e úmida no verão. A temperatura média durante o ciclo da cultura foi em torno de 23 °C, a umidade relativa média do ar é de 68 % e a precipitação acumulada foi de 864 mm. O solo da área experimental está classificado como Ultisol, subordem: Udult, grande grupo: Paleudult, subgrupo Rhodic Paleudult, de acordo com López et al. (1995).

A soja utilizada foi da variedade BMX Potência RR, geneticamente modificada, desenvolvida pela empresa Brasmax Genética, com ciclo de maturação de 129 dias (Ciclo médio), com uma densidade de 17 sementes por metro em espaçamento de 0,45 m entre linhas, recomendado para a região. A implantação da cultura foi em uma área de 20,90 ha, com sistema de semeadura direta. O manejo da fertilização, plantas daninhas, doenças e pragas foi realizado de acordo com as recomendações e necessidades da cultura de modo uniforme para toda a área de estudo.

Para a determinação da produtividade de grão de soja ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foi realizada uma amostragem em malha, de modo a proporcionar o maior número de pontos possíveis para a melhor caracterização da área, de forma a configurar uma melhor distribuição espacial dos pontos, totalizando 39 pontos de colheita, como apresentado na Figura 1. A localização e distribuição geográfica de todos os pontos da amostragem foram realizadas com o programa Fram Works™ Mobile (Trimble Navigation Limited), executado por meio de um receptor GPS Trimble Juno 3B.

Figura 1. Área de pesquisa com 20,90 ha, com 39 pontos de amostragens

Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

A determinação quantitativa das perdas de grãos de soja ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foi dividida em perdas de pré-colheita (perdas naturais), perdas de pós-colheita (perda durante a colheita mecânica) e as perdas totais (pré-colheita + pós-colheita). A densidade de amostragem, como o número de pontos e coordenadas geográficas, foi a mesma utilizada para a determinação da produtividade. Em cada ponto da amostragem foi delimitada uma área de 3 m^2 , dentro de uma armação retangular, construída com duas barras de PVC e dois cordões de nylon, com $7,0 \times 0,43 \text{ m}$, que coincidia com a largura da plataforma de corte da colhedora New Holland modelo TC59, ano 2003, com potência do motor de 220 cv (164 kW) a 2100 rpm e sistema radial de trilha. As regulagens utilizadas nos mecanismos da colhedora foram testadas antes da colheita e estavam de acordo com as recomendações do fabricante para a colheita de soja. A velocidade média de deslocamento durante a colheita da área experimental foi de $5,50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

A quantificação da produtividade e das perdas na pré-colheita foram mensuradas antes da colheita mecanizada em forma manual, em que a armação foi colocada no sentido transversal à linha de semeadura, sendo coletadas primeiramente as plantas para a determinação do rendimento e logo em seguida as sementes e vagens que estavam na superfície do solo para a quantificação das perdas. Para o caso das perdas na pós-colheita foram recolhidas todas as sementes do solo, dentro da área delimitada pela armação, logo após a passagem da colhedora, segundo metodologia proposta por Mesquita et al. (1998). Cada amostra coletada do campo foi devidamente identificada e impermeabilizada em sacolas plásticas, para mantê-las inalteradas e logo encaminhá-las ao laboratório de sementes da FCA/UNA. Determinaram-se, posteriormente, a massa e a umidade dos grãos de soja, posteriormente a umidade foi corrigida para 13 % por fator de correção em todos os pontos de colheita, como é recomendado por Portella (2000), e logo foram extrapolados para $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Após o levantamento dos dados de produção, foi realizada uma análise de custo de produção, na qual foram contemplados os gastos operacionais como sementes, fertilizantes, defensivos agríco-

las, semeadura, pulverização e colheita. As informações dos custos de produção foram padronizadas à unidade de \$.ha⁻¹, a fim de poder calcular o Lucro Bruto por hectare apresentado na Equação 1, na qual considerou-se o preço por quilograma de soja em dólares no momento que foi comercializado. O lucro ou prejuízo em cada ponto da amostragem foi obtido pela diferença entre o Lucro Bruto e o Custo de Produção da soja por meio da Equação 2.

$$Lb = Pp * Pd \quad (1)$$

Em que:

Lb: lucro bruto (\$.ha⁻¹)

Pp: preço do produto (\$.kg⁻¹)

Pd: produtividade (kg.ha⁻¹)

$$LP = Lb - Cp \quad (2)$$

Em que:

LP: lucro ou prejuízo (\$.ha⁻¹)

Lb: lucro bruto (\$.ha⁻¹)

Cp: custo de produção (\$.ha⁻¹)

Para a análise das variáveis estudadas, primeiramente foi realizada uma análise exploratória, com a finalidade de descrever os parâmetros estatísticos que auxiliaram a identificação da tendência, dispersão e forma de distribuição dos dados (homogeneidade e normalidade), por meio do software estatístico InfoStat. Nesta análise, assumiu-se que as observações eram independentes espacialmente, ou seja, as variações de um lugar a outro foram consideradas aleatórias. Com esta análise, verificou-se principalmente se existia alguma discrepância entre o valor mínimo e máximo e se os dados apresentavam distribuição normal (valores dos coeficientes de assimetria e curtose próximas de zero). Quando um conjunto de dados aproxima-se da distribuição normal, os valores de assimetria e curtose, por sua vez, aproximam-se de zero (VIEIRA; PAZ, 2003).

A análise espacial foi realizada sobre a óptica da geoestatística, levando em consideração os vizinhos mais próximos, com suas respectivas coordenadas geográficas de cada amostra coletada no campo para a construção dos semivariogramas e os modelos teóricos que melhor caracterizavam o fenômeno na área estudada. Nesta etapa, utilizou-se do software CR Campeiro 7 para identificar a estrutura da dependência espacial. Finalmente, foram construídos os mapas temáticos das variáveis analisadas.

Resultados e discussão

Na Tabela 1, são apresentados os custos diretos de produção da cultura de soja na safra 2014/2015. Verifica-se que na distribuição dos custos de produção, os fertilizantes responderam por 41,37 % dos custos, seguido pelos custos dos defensivos agrícolas com 26,83 %, logo sementes com uma participação de 16 %. Os custos na mecanização (Semeadura, pulverização e colheita) foram da ordem de 15,79 % do total. Os custos de produção de semente, fertilizantes e defensivos agrícolas representaram 84,20 % dos custos totais, portanto, o agricultor precisa avaliar esses itens com o fim de minimizar os custos de produção, sem prejuízo da produtividade da cultura.

Tabela 1. Estimativa de custo de produção ($\$.ha^{-1}$) da cultura de soja na safra de 2014/2015

Itens	Custo de Produção ($\$.ha^{-1}$)	Percentual (%)
Semente	54,00	16,00
Fertilizante	139,67	41,37
Defensivo Agrícola	90,58	26,83
Semeadura	17,53	5,19
Pulverização	15,58	4,61
Colheita	15,58	5,99
Custo total por hectare	337,60	100

Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

Na Tabela 2, pode se observar a análise exploratória (estatística descritiva) realizada para as variáveis estudadas. Todos os parâmetros apresentaram uma distribuição normal (Shapiro-Wilks). Pode-se observar que todas as variáveis analisadas apresentaram uma assimetria positiva, menos a variável de pré-colheita que foi negativa. De acordo com Issaks e Srivastava (1989), o coeficiente de assimetria detecta o grau de afastamento da média com relação à moda e à mediana, sendo esse grau o coeficiente mais usado para descrever a forma de distribuição da frequência de uma amostragem. Com relação à curtose, todos os parâmetros estudados apresentaram uma distribuição de frequência platicúrtica, com curtose menor que zero (Negativa), o que significa uma maior variabilidade em torno da média.

A produtividade média de grão de soja na área objeto de estudo foi de $3.748,63 \text{ kg}.ha^{-1}$, superior à média nacional de $2.452 \text{ kg}.ha^{-1}$ para a safra 2014/2015 (CAPECO, 2015). A produtividade mínima registrada foi de $2.898,19 \text{ kg}.ha^{-1}$, também superior à média nacional. A máxima produtividade observada foi de $5.033,35 \text{ kg}.ha^{-1}$, o dobro da média nacional. A perda média na pré-colheita foi de $12,55 \text{ kg}.ha^{-1}$ e na pós-colheita de $36,84 \text{ kg}.ha^{-1}$. As perdas máximas registradas na pré-colheita e pós-colheita foram de $20,63$ e $67,86 \text{ kg}.ha^{-1}$, respectivamente. A perda média total (pré-colheita + pós-colheita) na área analisada foi de $49,59 \text{ kg}.ha^{-1}$, na qual a perda de grãos originados pela colheita mecanizada (pós-colheita) corresponde a $74,59\%$ das perdas quantitativas totais. Camolese et al. (2015) registraram perdas na colhedora (Sistema de trilha, separação e limpeza) de $87,50\%$ na cultura de soja, semelhante aos resultados obtidos por Pinheiro e Pinheiro (2012). Também Reynaldo et al. (2015) obtiveram perdas de $78,80\%$ na colheita mecanizada de soja. Igualmente, na pesquisa realizada por Bragachini e Peiretti (2012), observou-se uma porcentagem de perda de grão na pós-colheita de 70% ; da mesma forma, Lança et al. (2009), registraram perdas de $77,80\%$ na colheita mecanizada de soja. Com relação às perdas médias na pré-colheita, a porcentagem atingida foi de 25% das perdas totais.

Para a variável lucro ou prejuízo não foram registrados em nenhum dos pontos da amostragem valores negativos ou prejuízo, evidenciando-se os benefícios dos valores pagos nos custos de produção. A lucratividade média foi de $1.252,54 \text{ } \$.ha^{-1}$. O maior lucro obtido foi de $1.857,54 \text{ } \$.ha^{-1}$ e o menor ganho foi de $837,19 \text{ } \$.ha^{-1}$. De acordo com a CAPECO (2015), a rentabilidade média para a safra 2014/2015 foi de $1.020,03 \text{ } \$.ha^{-1}$, e neste caso a lucratividade registrada na área avaliada foi em média $22,79\%$ maior. Se analisadas as perdas totais registradas na área de estudo, pode-se observar que deixou-se de colher em média $49,59 \text{ kg}.ha^{-1}$ de grão de soja, que corresponderia a uma perda de $20,63 \text{ } \$.ha^{-1}$ e como a área total da análise foi de $20,90 \text{ ha}$, o produtor deixou de ganhar

um total de 431,17 \$, em que 74,59 % (321,61 \$) correspondia às perdas na pós-colheita e o restante à perda na pré-colheita.

A variabilidade de um atributo pode ser classificada conforme a magnitude do seu coeficiente de variação (FREDDI et al., 2006) e de acordo com os limites propostos por Warrick e Nielsen (1980); para os coeficientes de variações (CV), os parâmetros estudados apresentaram uma variabilidade média ($12\% < CV < 60\%$), em que os coeficientes registraram valores de 14,16 a 46,35 %, semelhante ao encontrado por Milani et al. (2006). Por outro lado, Rosa Filho et al. (2009) estudaram a variabilidade da produtividade de grãos de soja e obtiveram um coeficiente de variação de 14 %, porém Johann et al. (2004), por sua vez, encontraram uma variabilidade da produtividade com um coeficiente de variação de 23 %. Os maiores coeficientes de variação registrados foram nas perdas de grãos. Resultados de coeficiente de variação elevados também foram observados por Mesquita et al. (2002) quando avaliaram as perdas na colheita da soja, o que pode ser justificado pela alta variabilidade das amostras encontradas, como também pode-se ver a heterogeneidade encontrada para a lucratividade, evidenciando que a área apresenta variabilidade de produtividade, uma vez que para toda a área estudada foi considerado o mesmo custo total.

Tabela 2. Resultados estatísticos das variáveis de produtividade, pré-colheita, pós-colheita, perda total e lucratividade da cultura de soja, safra de 2014/2015

Parâmetros estatísticos	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Lucro ou Prejuízo (\$.ha ⁻¹)	Perda na pré-colheita (kg.ha ⁻¹)	Perda na pós-colheita (kg.ha ⁻¹)	Perda total de grão (kg.ha ⁻¹)
Média	3.748,63	1.252,54	12,55	36,84	49,59
Mediana	3.686,67	1.223,36	13,67	36,67	51,00
Mínimo	2.898,19	852,04	2,09	11,76	18,67
Máximo	5.033,35	1.857,52	20,63	67,86	88,67
DS	530,75	249,95	5,82	7,75	13,87
CV (%)	14,16	19,96	46,35	21,04	27,86
Assimetria	0,55	0,55	-0,39	0,07	0,14
Curtoses	-0,38	-0,48	-1,13	-0,46	-0,41

*DS - Desvio-padrão, CV - Coeficiente de variação.

Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

O comportamento espacial dos dados foi analisado por meio de semivariogramas. Os parâmetros tabulados da análise geoestatística para cada uma das variáveis podem ser observados na Tabela 3. O grau de dependência espacial foi avaliado por meio da porcentagem do efeito pepita no patamar ($C_0/(C_1+Co)$) e de acordo com o critério proposto por Cambardella et al. (1994), no qual o valor máximo da semivariância menor do que 25 % faz o grau de dependência espacial ser considerado forte; quando essa relação assume grandezas entre 25 e 75 %, o grau de dependência espacial é considerado moderado; quando maior do que 75 %, fraco. Para todas as variáveis estudadas, o grau de dependência espacial foi moderado.

Tabela 3. Parâmetros dos modelos teóricos ajustados aos semivariogramas

Variáveis analisadas	Modelo	Efeito pepita Co	Patamar $C_1 + Co$	Alcance Ao (m)	Co/ $C_1 + Co$ (%)	Dependência espacial.
Produtividade	Exponencial	120.301,98	281.687,74	400	42,71	Moderada
Lucro ou Prejuízo	Exponencial	62.473,55	30.917,92	399	42,68	Moderada
Pré-colheita	Exponencial	7,67	33,820	350	25,68	Moderada
Pós-colheita	Exponencial	52,40	98,51	200	53,19	Moderada

Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

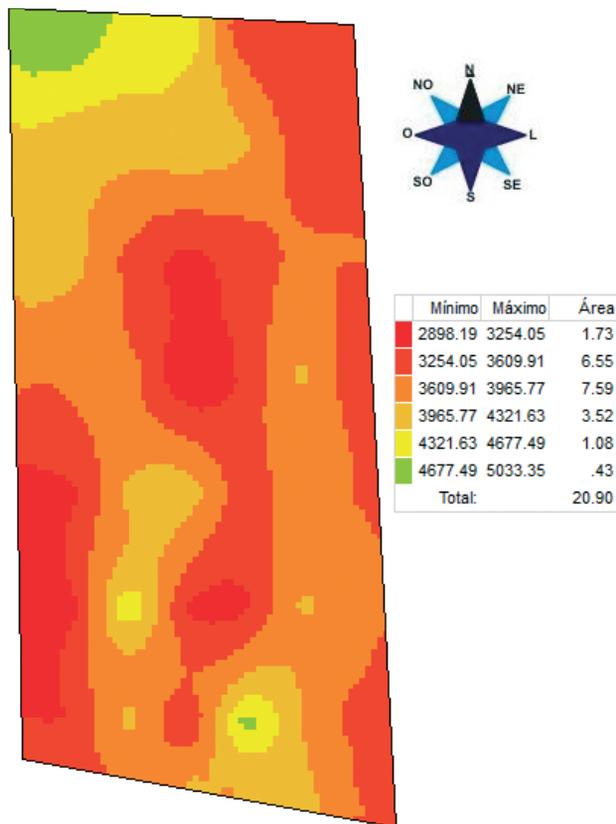
Entre os modelos teóricos que melhor têm-se ajustado aos semivariogramas experimentais para os dados de produtividade, perdas e lucro corresponderam ao tipo exponencial, apresentando índices de dependência espacial de 25,68 a 42,71 %. A determinação do alcance é de suma importância para a interpretação do semivariograma, pois indica a distância até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si, ou seja, os pontos localizados em uma área cujo raio seja o alcance são mais semelhantes entre si do que os separados por distâncias maiores (VIEIRA, 1997). Os valores de alcance, no geral, foram maiores do que a distância entre as amostras (100 m) e oscilaram entre 200 e 400 m. De acordo com Carvalho et al. (2002), para garantir a dependência espacial, os pontos de amostragem deveriam ser coletados a uma distância equivalente à metade do alcance. Pode-se observar que a distância de amostragens adotada no trabalho foi muito inferior à metade do alcance calculado para as variáveis de produtividade, lucro, pré-colheita e pós-colheita.

Com base nos parâmetros anteriormente analisados para as variáveis que apresentaram continuidade espacial e patamar determinado, foi efetuada a interpolação e a geração dos mapas por meio da krigagem. Os resultados obtidos no trabalho proporcionaram uma série de informações com relação à distribuição espacial da produtividade, perda e lucro na área estudada e, de acordo com Amado et al. (2007), o mapa de produtividade é uma importante ferramenta na tomada de decisão e análise de desempenho agrícola no que se refere a propriedade. Para Mantovani (2006), o mapa de produtividade é a alternativa mais completa e moderna para discriminar a variabilidade espacial das lavouras comerciais, orientando práticas de manejo, embora a geração de mapas de produtividade confiáveis exige cuidados operacionais e de tratamento dos dados.

No mapa da Figura 2 é possível observar a variabilidade espacial da produtividade de soja, onde se destacam duas áreas representativas, uma de 3.254,05 a 3.609,91 kg.ha⁻¹ e outra com um rendimento de 3.609,91 a 3.965,91 kg.ha⁻¹, que representam uma área de 6,55 e 7,59 ha respectivamente e que somadas equivalem a 67,65 % da área total. O maior rendimento de grão foi entre 4.677,40 e 5.033,35 kg.ha⁻¹ em uma área de 0,43 ha, e a menor produção em uma área de 1,73 ha, com um rendimento entre 2.898,19 e 3.254,05 kg.ha⁻¹. A média da região do Alto Paraná foi de 2.738 kg.ha⁻¹ para a safra 2014/2015 (CAPECO, 2015) e como pode-se ver a produtividade alcançada nesta lavoura foi superior e está de acordo com a tecnologia e as práticas de manejo conservacionistas adotadas pelo produtor, o que pode ser considerado como eficiente para a região.

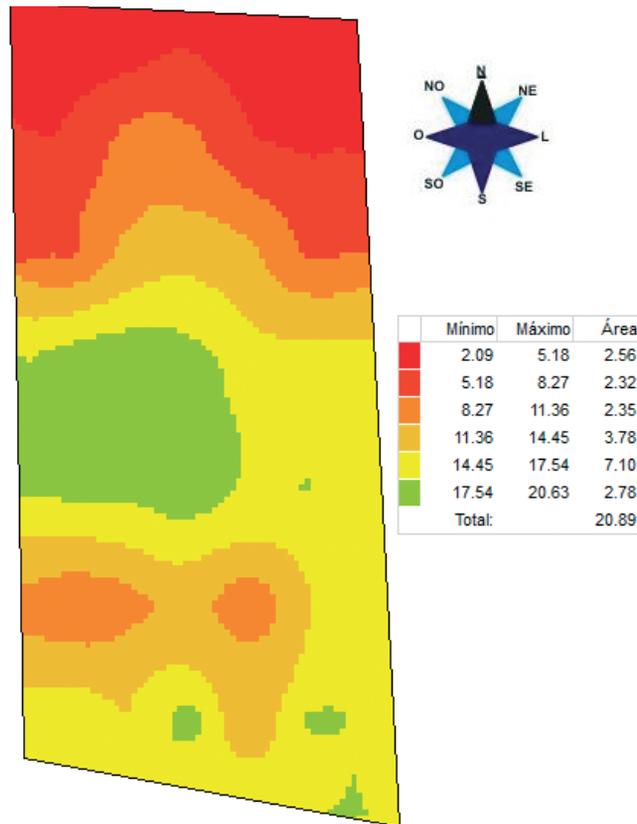
No Paraguai não existem parâmetros de tolerâncias de perdas quantitativas para a pré-colheita. Foram utilizados os valores de tolerâncias propostos pelo Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária Projeto de Eficiência de Colheita e Pós-Colheita de Grãos INTA-PRECOP (INTA MANFREDI, 2013) da Argentina e da Empresa Brasileira de Agropecuária - EMBRAPA (2013).

Figura 2. Mapa da distribuição espacial da Produtividade de Soja ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)



Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

Para o caso das perdas na pré-colheita (Figura 3), os valores de tolerância fixados para a cultura de soja foi de zero quilograma por hectare, assim, as perdas obtidas na parcela avaliada foram superiores a este valor proposto pelas duas unidades de pesquisas mencionadas anteriormente. A perda de grãos na pré-colheita com maior representatividade foi de 14,45 a 17,54 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, registrada em uma área de 7,10 ha. As maiores perdas foram registradas em uma área de 2,78 ha, com valor de 17,54 a 20,63 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e em nenhum dos casos foram registradas perdas de grãos inferiores aos valores entre 2,09 e 5,18 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Segundo Toledo et al. (2008), as perdas de grãos na pré-colheita podem ocorrer devido à deiscência das vagens, semeadura inadequada, escolha errada da cultivar, ocorrência de plantas daninhas e mau desenvolvimento da cultura. Um outro fator a ser considerado é a pontualidade na colheita, na qual podem se apresentar atrasos, sobretudo devido às incertezas climáticas, o que pode ocasionar perdas naturais (BORGES et al., 2006). De acordo com o Ministério da Agricultura e Ganadeira do Paraguai, a colheita deve começar logo que a soja atinja o estágio fenológico R8 (Ponto de maturação de colheita), pois a partir desse estágio, a tendência é a deterioração dos grãos, proporcional ao tempo que a soja permanecer no campo. A magnitude dessas perdas ainda é desconhecida no Paraguai.

Figura 3. Mapa da distribuição espacial das perdas na pré-colheita ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

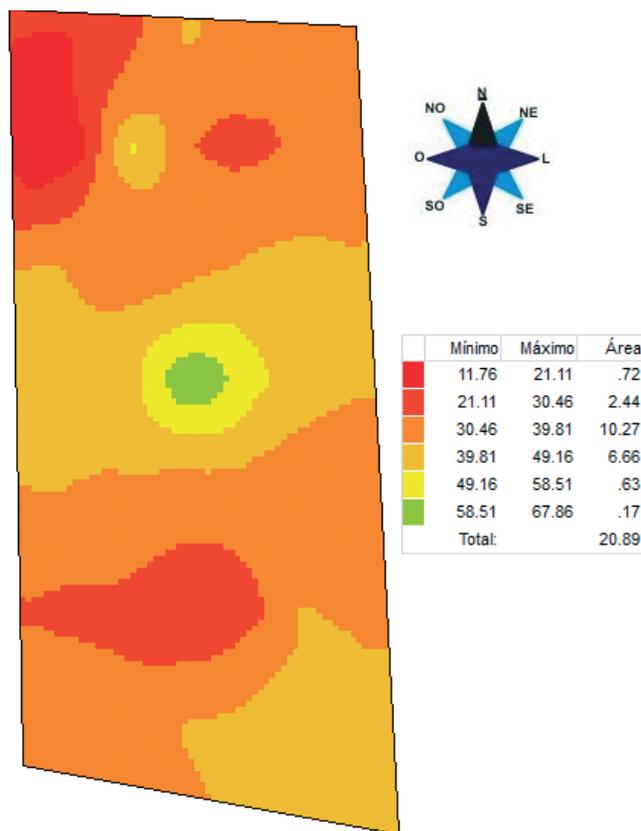
Para o caso das perdas quantitativas de grãos na pós-colheita (colheita mecanizada), a tolerância aceita é de $75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de acordo com o INTA-PRECOP, e para a EMBRAPA a tolerância é de $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Durante a colheita mecanizada não foram avaliadas separadamente as perdas na plataforma, na trilha, saca palhas e peneiras, uma vez que se tratou da área de produção comercial, evitando que a colhedora não interrompesse a operação para não interferir na capacidade de campo operacional da máquina.

Na Figura 4 podem-se observar duas regiões de perdas relevantes de grãos, uma de $30,46$ a $39,81 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e outra de $39,81$ a $49,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, ambas representaram 81% ($16,93 \text{ ha}$) da área total, embora não tenha superado o limite de tolerância proposto para esse parâmetro, continuam sendo perdas para o produtor. A menor perda de grão registrada na área esteve no nível de $11,76$ a $21,11 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ em uma área de $0,72 \text{ ha}$. Em uma área de $0,17 \text{ ha}$ foram registradas perdas de grãos da ordem de $58,51$ a $67,86 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, superando ligeiramente os limites de tolerância propostos pela EMBRAPA.

Como no Paraguai não se têm dados estatísticos sobre a quantidade de grão perdida a cada ano na colheita mecanizada da soja fica difícil fazer comparações com os resultados obtidos nesta pesquisa. Outros trabalhos realizados por Campos et al. (2005) na cultura de soja no Estado de Minas Gerais apresentaram como resultados perdas de grãos de $24,0$ a $126,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Um levantamento feito pelo Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER (2005) em 440 propriedades do Estado do Paraná verificou perdas de $60,0$ a $180,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na colheita mecanizada de soja. Giordano et al. (2009) compararam as perdas de grãos durante a colheita de soja em função da evolução tecnológica das colhedoras e puderam observar perdas na ordem de $82,8$ a $129,7$

kg.ha⁻¹ em que as colhedoras mais antigas apresentaram maior percentagem de perdas. Cavalheiro et al. (2015) avaliaram as perdas de grãos na cultura de soja em duas propriedades agrícolas no município de Cascavel (PR), onde foram registradas perdas de 89,0 kg.ha⁻¹ a 87,0 kg.ha⁻¹. Zandonadi et al. (2015) determinaram as perdas na colheita de soja na região do médio norte de Mato Grosso, onde registraram valores de 70,0 kg.ha⁻¹. Viola et al. (2015) fizeram um levantamento das perdas na colheita de soja para duas regiões, Nordeste e Médio-Norte do Estado de Mato Grosso, onde as perdas médias ficaram em 58,2 e 69,3 kg.ha⁻¹ para as duas regiões respectivamente.

Figura 4. Mapa da distribuição espacial das perdas na pós-colheita (kg.ha⁻¹)



Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

Provavelmente essas perdas registradas na área analisada devem-se a fatores tais como a própria arquitetura da planta de soja, por exemplo, a inserção das vagens muito próximas ao solo, o que impossibilita a entrada das vagens à plataforma de corte da colhedora. Pesquisas realizadas por Pereira et al. (2010) confirmam que os padrões normais para altura de corte na colheita mecanizada de soja é de 0,15 m, o que pode reduzir as perdas ocasionadas por vagens não colhidas. Compagnon et al. (2012) chamam atenção para as perdas de grãos por deficiência na altura de corte, que contribuem em grande parte para as perdas de grãos de soja durante a colheita.

De acordo com Aguila, H., Aguilha, S. e Theisen (2011), é difícil acabar com todas as perdas, porém eles ressaltam a necessidade da redução dessas em um mínimo para que o lucro seja maior. Também a falta de regulação adequada da máquina, como a velocidade de deslocamento da colhedora, tem destaque especial, pois os limites recomendados para a velocidade de trabalho são de 4 a 7 km.h⁻¹ de acordo com a EMBRAPA (2013) e, quando não respeitados, o sistema de trilha da colhedora fica sobrecarregado, aumentando dessa maneira a quantidade de grãos não trilhados. Para Mesquita et al. (2006), as menores perdas de grãos de soja na colheita mecanizada são observadas

para velocidades próximas à faixa de 4,5 a 5,5 km.h⁻¹. Esse fato se evidencia mais com o aumento da idade da máquina (CUNHA; ZANDBERGEN, 2007).

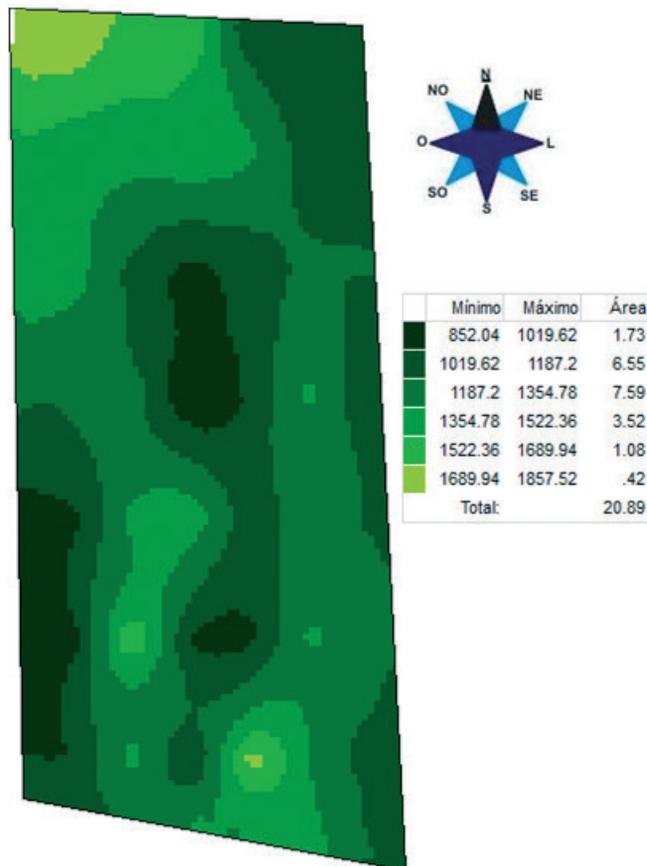
Outro fator a ser considerado é a capacidade do próprio operário; de acordo com Schanoski et al. (2011), máquinas conduzidas por operadores não treinados ocasionam perdas em torno de 150 kg.ha⁻¹ na cultura de soja. Para Alves Sobrinho e Hoogerheide (1998), a redução das perdas na colheita de soja pode ser dificultada pela baixa capacitação dos operadores. Além disso, os autores afirmam que a redução das perdas pode ser obtida se os produtores fizerem monitoramento constante da colheita.

Uma proposta para minimizar esse problema seria o monitoramento das perdas na colheita mecanizada por meio da utilização de monitores de perdas, no entanto, faltam estudos que comprovem sua eficiência e até mesmo experimentos que mostrem qual é a melhor forma de regulação para diferentes situações (CÂMARA et al., 2007). Hotz et al. (2013) mensuraram as perdas quantitativas e qualitativas das sementes de soja, colhidas em diferentes horários e dias, sujeitas aos efeitos das variações climáticas, buscando estabelecer suas correlações com a umidade da palha, grau de umidade e temperatura da semente da soja e concluíram que as perdas totais de sementes durante o processo de colheita mecanizada aumentaram com o tempo de permanência no campo.

O mapa de lucratividade tem grande importância neste contexto, pois com ele o produtor pode fazer uma análise econômica da propriedade e verificar se é viável a produção de determinada cultura antes do plantio, tendo uma expectativa de preço de venda do produto. Ao analisar a distribuição espacial da lucratividade da cultura de soja (\$.ha⁻¹) no mapa da Figura 5, podem-se observar duas regiões com maior destaque com relação ao lucro obtido na área de estudo para a safra 2014/2015.

A primeira região apresentou uma lucratividade de 1.187,20 a 1.354,78 \$.ha⁻¹, registrada em uma área de 7,59 ha e a segunda região com um lucro de 1.019,62 a 1.187,20 \$.ha⁻¹ em 6,55 ha. Se somadas ambas as superfícies, tem-se 14,14 ha, o que representa 67,65 % da área total, resultando, em média, em um lucro de 1.270,99 e 1.103,41 \$ por hectare, respectivamente. O maior lucro foi registrado em uma superfície de 0,43 ha, com uma rentabilidade de 1.689,94 a 1.857,52 \$.ha⁻¹, entretanto, esse resultado obtido não supera os 2 % da área. 16,85 % da área analisada apresentou um lucro de 1.354,78 a 1.522,36 \$.ha⁻¹. A menor lucratividade registrada foi de 852,04 a 1.019,62 \$.ha⁻¹ em uma superfície de 1,73 ha, correspondente a 8,28 % da área total. É importante destacar a semelhança na variabilidade espacial dos mapas de produtividade e lucratividade apresentados nas Figuras 2 e 5. A explicação para isto é que a lucratividade é uma função linear da produtividade (Equação 2). Dessa forma, os mapas obtidos por krigagem foram semelhantes.

Figura 5. Mapa da distribuição espacial da lucratividade da soja (R\$ ha⁻¹)



Fonte: Bonnin, J. J. (2016).

Conclusões

Com base nos resultados obtidos na análise dos semivariogramas, foi possível verificar dependência espacial moderada para todos os parâmetros avaliados no campo, observando-se regiões com maior ou menor variabilidade espacial na produtividade, perdas quantitativas de grãos e lucratividade para a cultura de soja. A produtividade média da área estudada foi de 3.748,63 kg.ha⁻¹. As perdas totais de grãos encontrados por ocasião da colheita foram baixas. A lucratividade média foi 1.252,54 \$.ha⁻¹. Essa informação permite ao produtor analisar os motivos das baixas produtividades na região objeto de estudo. Sendo assim, sugere-se um eventual estudo das propriedades físicas, assim como da fertilidade do solo, no intuito de encontrar e corrigir o problema que levou às baixas produtividades nessas regiões a fim de melhorar a relação custo/benefício, tendo como resultado um maior lucro, que é o esperado.

Spatial variability of profits, loss in productivity and crop soybean culture.

Abstract

Precision agriculture emerges as an important tool to maximize production, at which yield maps indicate the locations of critical areas, helping to make localized interventions, to increase productivity and consequently the profitability. The objective was to evaluate the spatial variability of producti-

vity and quantitative losses in mechanical harvesting and profitability of soybean production area. It carried out a survey of georeferenced data in an area of 20.90 ha. It was used geostatistical techniques for determining the spatial variability. The spatial dependence was moderate for all the studied parameters, observing regions, with more or less spatial variability in productivity in quantitative grain losses and profitability. The average yield was 3748.63 kg.ha⁻¹, at which 67.65 % of the total area of 3254.05 presented levels of productivity from 3254.05 to 3609.91 kg.ha⁻¹ and 3609.91 to 3965.91 kg ha⁻¹. The total grain losses found at harvest were low (49.59 kg.ha⁻¹). The average profit was 1,252.54 \$.ha⁻¹, with two representative profit regions from 1187.20 to 1354.78 \$.ha⁻¹ and from 1019.62 to 1187.20 \$.ha⁻¹, corresponding to 67.65 % of the total area. It is possible to state that the similarity in the spatial variability of yield maps and profitability is due to the fact that the latter was made from productivity data, which would allow the producer to investigate the reasons for low productivity, possibly suggesting a soil fertility study in order to find and fix the problem that led to low productivity, improving the cost/benefit ratio, resulting in a higher profit.

Keywords: Precision agriculture. Spatial distribution. Profitability.

Referências

- AGUILA, L. S. H.; AGUILA, J. A.; THEISEN, G. **Perdas na colheita da cultura da soja**. Comunicado Técnico, n. 271, p. 1-12, dez. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79567/1/comunicado-271.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2017.
- ALVES SOBRINHO, T.; HOOGERHEIDE, H. C. Diagnóstico de colheita mecânica da cultura de soja no município de Dourados - MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 52-54.
- CAVALHEIRO, G. A.; WUNSCH, C. A.; GANASCINI, D.; RENOSTO, L.; GURGACZ, F. Perda de grãos na colheita mecanizada das culturas de soja e milho. In: I ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO, 2015, Cascavel. **Anais...** Cascavel (PR), 2015. p. 1-4. Disponível em: <<https://www5.unioeste.br/eventos/eaicti/eaictiAnais/.../10029.doc>>. Acesso em: 25 jan. 2016.
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; MOREIRA, J. H.; SOUZA, L. A. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1101-1110, ago. 2007. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/126261/1/42n08a06.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2016.
- BORGES, J. O.; MACIEL, A. J. S.; MILAN, M. Programa computacional para o dimensionamento de colhedoras considerando a pontualidade na colheita. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 131-141, jan./abr., 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30104.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2016.
- BOTTEGA, E. L.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; QUEIROZ, D. M. Avaliação de uma colhedora e da qualidade de sementes de forragem colhidas por varredura. Campo Digit@l: **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, Campo Mourão, v. 9, n. 1, p. 10-20, 2014. Disponível em: <<http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/1662/584>>. Acesso em: 9 jan. 2016.

BRAGACHINI, M.; PEIRETTI, J. **Instrutivo para medir perdas durante la cosecha de soja**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Proyecto de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos - INTA PRECOP. Boletín técnico. Manfredi. 2012. Disponível em: <<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/Perdidas-Cosecha-Soja-Impactan-2013.asp>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

BRAGACHINI, M.; PEIRETTI, J.; SANCHEZ, F.; USTARROZ, F.; GIORDANO, J.; M. **Cosecha de soja com valor agregado em origen**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Proyecto de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos - INTA PRECOP. Actualización técnica n. 77, p. 30. Manfredi Mayo 2013. Disponível em: <<http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/cosecha/Eficiencia-Cosecha-Granos-2004.asp>> 2013.asp>. Acesso em: 25 jul. 2016.

BRUSCO, J.; SOUZA, E. G.; JUNIOR, F. A. R.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Mapas de lucratividade da soja em sistema de cultivo agricultura de precisão e cultivo convencional. In: 3° SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 6p., 2005. Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: SIAP, 2005. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/downloads/111099.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK J. M.; PARKIN T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994. Disponível em: <<http://phoenix.nal.usda.gov/bitstream/10113/18168/1/ind20518015.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. **Soja: colheita e perdas**. Piracicaba, SP, Número especial, 36p. 2006. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/biblioteca/PUBLICACAO/Serie%20Produtor%20Rural%20Especial303%20-%20Soja%20Colheita%20e%20Perdas/soja.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

CAMPOS, M. A. O.; ROUVERSON, P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H. B.; ZAMBANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 207-213, jan./abr.2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n1/24887.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

COMPAGNON, A. M.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; GRAAT, D.; VOLTARELLI, M. A. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. **Revista Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 3, n. 3, p. 215 – 223, 2012. Disponível em: <[http://Downloads/Dialnet-ComparacaoEntreMetodosDePerdasNaColheitaMecanizada-4027608%20\(2\).pdf](http://Downloads/Dialnet-ComparacaoEntreMetodosDePerdasNaColheitaMecanizada-4027608%20(2).pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CAMOLESE, H. S.; BAIO, F. H. R.; ALVES, C. Z. Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Chapadão do Sul, MS, Brasil. v. 9, n. 1, p. 21-29, 2015. Disponível em: <<http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/viewFile/238/219>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1151-1159, ago. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n8/11675.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 112-121, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v71n1/aop994.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y oleaginosas- CAPECO. **Ranking Mundial**. 2015. Disponível em: <<http://capeco.org.py/ranking-mundial-es>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MESQUITA, C. M.; TAVARES, L. C. V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 232-237, 1996. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/462075/1/ABRATES11.PDF.18,n.2,p.232-237,1996>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CUNHA, J. P. A. R.; ZANDBERGEN, H. P.; DIEHL, S. R. L.; JUNQUETTI, M. T. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 61-66, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6662/4388>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS - USDA. **Las proyecciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos – Paraguay**, set. 2014. Disponível em: <<http://www.economia.com.py/economia/usda-mantiene-perspectivas-de-exportacion-de-soja-local>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

FERREIRA, I. C.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 15, n. 02, p. 141-150, abr./jun. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237486575_perdas_quantitativas_na_colheita_de_soja_em_funcao_da_velocidade_de_deslocamento_e_regulagens_no_sistema_de_trilha>. Acesso em: 12 jan. 2016.

FREDDI, O. S.; CARVALHO, M. P.; VERONESI JÚNIOR, V.; CARVALHO, G. J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n.1, p. 113-121, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30102.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

GIORDANO, J. M.; SOSA, N.; BRAGACHINI, M. Pérdidas de cosecha de trigo y soja, en función de la evolución tecnológica de las cosechadoras y la importancia de su regulación diaria. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL Y II DEL MERCOSUR, 10., 2009, Rosario, Santa Fé (Argentina). **Anais...** Rosario, Santa Fe, Argentina, 2009. Disponível em: <http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/115/misc115_128.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

HOLTZ, V.; REIS, E. T. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 347-353, maio/jun. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rceres/v60n3/07.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA- IICA. **Observatorio IICA del sector agropecuario y forestal**. Paraguay. Disponível em: <<http://www.iica.org.py/observatorio/soja.htm>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). **Perdas na colheita mecanizada da soja** - Safra 2004/2005. Levantamento para estudo de casos. Curitiba: EMATER-PR, 2005, 15p. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Graos/Perd_Col04_05.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2016.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. Oxford University Press, New York, ISBN 0-19-505012-6. 1989. 561 p.

JOHANN, J. A.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G.; ROCHA, J. V. Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo e da produtividade em um Latossolo Bruno Distrófico da Região de Cascavel, PR. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2/3, p. 212- 219, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v8n2-3/v8n2a08.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

LAMBERT, D.; LOWENBERG, J; MALZER, G. Economic analysis of spatial- temporal patterns in corn and soy bean response to nitrogen and phosphorus. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 1, p. 43-54, 2006. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=3725&content=PDF>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

LOPEZ, O.; GONZALEZ, E.; LLAMAS, P. A.; MOLINAS, A.; FRANCO, E.; GARCIA. S.; RIOS, E. **Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay**. Asunción, PY: MAG/SRNMA/BM/PRUT. v.1, 1995. 197 p.

MAGALHÃES, S. C.; OLIVEIRA, B.; TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 5, n. 25, p. 43-48, 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6983/4626>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

MANTEUFEL, M. A. **Avaliação de desempenho de duas plataformas de corte para colhedoras de grãos**. 2012. 84 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) Faculdade de Horizontina, Horizontina, RS, Brasil. Disponível em: <<http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngMec/2012/M.Manteufel.pd332f>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

MANTOVANI, E. C. **Agricultura de precisão na Embrapa**. Brasília: [s.n.], 2006. 8p. Disponível em: <http://www.ripa.com.br/fileadmin/user_upload/_temp_/Projeto_Agricultura_de_Precisao-Juho_2006.doc>. Acesso em: 12 jan. 2016.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; QUEIROZ, E. F. Influência dos mecanismos das colhedoras e o manejo da lavoura de soja (*Glycine max* (L.) (Merril) sobre as perdas na colheita e a qualidade das sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 9., 1980, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1980. p. 261-273.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. C. M. A.; FRANÇA NETO, J. B.; SIVA, J. G.; FONSECA, J. R.; PORTUGAL, F. A. F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J. B. **Manual do produtor: como evitar desperdício nas colheitas de soja, do milho e do arroz**. Londrina: Embrapa Soja, 1998. 31 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/460388/manual-do-produtor-como-evitar-desperdicios-nas-colheitas-de-soja-do-milho-e-do-arroz>>. Acesso em: 19 dez. 2016.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; PEREIRA, J. E.; MAURINA, A. C.; ANDRADE, J. G. M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 197-205, 2001.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; PEREIRA, J. E.; MAURINA, A. C.; ANDRADE, J. G. M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 398-406, 2002.

MESQUITA, C. M.; HANNA, M. A.; COSTA, N. P. Crop and harvesting operation characteristics affecting field losses and physical qualities of soybeans. – Part I. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 22, p. 325-333, 2006. Disponível em: <<https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=20449>>. Acesso em: 19 dez. 2016.

MILANI, L.; SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 28, n. 4, p. 591-598, 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/3030/303026571004.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

MOLIN, J. P. Geração e interpretação de mapas de produtividade para agricultura de precisão. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R.; GOMIDE, R. L. **Agricultura de precisão**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 237-258. 2000.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002. Disponível em: <<http://pointer.esalq.usp.br/departamentos/leb/download/APP%202002.02.PDF>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

MOLIN, J. P.; MILAN, M.; NESRALLAH, M. G. T.; CASTRO, C. N. GIMENEZ, L. M. Utilização de dados georreferenciados na determinação de parâmetros de desempenho em colheita mecanizada. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 759-767, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n3/13.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

PEREIRA JUNIOR, P.; REZENDE, P. M.; MALFITANO, S. C.; LIMA, R. K.; CORRÊA, L. V. T.; CARVALHO, E. R. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 908-913, jul./ago., 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n4/v34n4a16.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.

PORTELLA, J. A. **Colheita de grãos mecanizada**: implementos, manutenção e regulagem. Viçosa: Aprenda Fácil, 190 p. 2000.

REGONAT, A. **Factores de manejo que inciden en la eficiencia durante la cosecha de soja**. Hoja Informativa Económica para ayudar en las decisiones de su empresa, nº 27. EEA INTA Reconquista. 2007

REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M. Avaliação de perdas de uma colhedora axial na colheita da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 44., São Pedro – SP, Brasil, 2015. **Anais...** São Pedro – SP, Brasil, 2015. Disponível em: <[http://www.downloads/898951444337893ppt-eposter-trab-aceito-0135-1%20\(1\).pdf](http://www.downloads/898951444337893ppt-eposter-trab-aceito-0135-1%20(1).pdf)>. Acesso em: 10 maio 2016.

RODRIGUES, J. L. de; MONTEIRO, L. A.; OLIVEIRA, C.; OLIVEIRA, E. S. de; MAZETTO, E. Avaliação de perdas na colheita de soja na região de Paraguaçu Paulista/SP. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL Y II DEL MERCOSUR, 10., 2009, Rosario. **Anais...** Rosário, Argentina, 2009. p. 238-245.

SILVEIRA, J. M.; CONTE, O. **Determinação de perdas na colheita de soja:** copo medidor da Embrapa. Londrina: Embrapa CNPSo, 2013. 28p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97495/1/Manual-Copo-Medidor-baixa-completo.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

ROSA FILHO, G.; CARVALHO, M. P. E; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R.; BINOTTI, F. F. S.; GIOIA, M. T. Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p. 283-293, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n2/06.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

SCHANOSKI, R; RIGHI, E. Z.; WERNER, V. Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1206–1211, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n11/15.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

TOLEDO, A. D.; TABILEII, R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C; COSTA, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 710-719, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n4/11.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

VIEIRA, S. R.; PAZ GONZÁLEZ, A. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 62, p. 127-138, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052003000100016>. Acesso em: 14 jan. 2016.

VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um latossolo roxo de Campinas (SP). **Revista Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 1-17, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051997000100019>. Acesso em: 14 jan. 2016.

VIOLA, M; ZANDONADI, R. S.; RUFFATO, S.; MOTA, B. L. da; BARBOSA, F. S.. Perdas na colheita mecanizada de soja nas regiões nordeste e médio-norte do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA, 44., 2015, São Pedro – SP, Brasil. **Anais...** São Pedro-SP, 2015. Disponível em: <<http://www.downloads//545901444390459ppt-eposter-trab-a-ceito-0330-1.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field.** In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Academic. cap. 2, p. 319-344. 1980. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000117&pid=S0100-6916201100040000300027&lng=en>. Acesso em: 1º nov. 2015.

WOLFF, R. L.; TONINI, E. Fatores relacionados com perdas de soja na colheita e suas implicações para a extensão rural. **Revista Centro Ciências Rurais**. v. 5, p. 281-285, 1975. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/revistaccr/index.php/RCCCR/article/view/157/157>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

ZANDONADI, R. S.; RUFFATO, S.; FIGUEIREDO, Z. N. Perdas na colheita mecanizada de soja na região Médio-Norte: safra 2012/2013. **Revista Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 03, n. 01, p. 64-66, 2015. Disponível em: <<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/viewFile/2035/pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

Histórico Editorial:

Submetido em: 22/07/2016

Aceito em: 30/01/2017

Como citar:

ABNT

ACOSTA, J. J. B.; CABRERA, M. G.; IBRAS, R. F.; GONZÁLEZ, J. D.; CHAMORRO, S. M.; ESCOBAR, J. Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 27-46, jan./mar. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181050>

APA

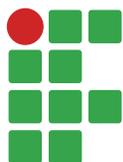
ACOSTA, J. J. B., CABRERA, M. G., IBRAS, R. F., GONZÁLEZ, J. D., CHAMORRO, S. M. & ESCOBAR, J. (2018). Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 27-46. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181050>

ISO

ACOSTA, J. J. B.; CABRERA, M. G.; IBRAS, R. F.; GONZÁLEZ, J. D.; CHAMORRO, S. M. e ESCOBAR, J. Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 27-46. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181050>

VANCOUVER

Acosta JJB, Cabrera MG, Ibras RF, González JD, Chamorro SM, Escobar J. Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 27-46. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181050>



Doses de molibdênio na produtividade do milho

Carine Gregório Machado Silva¹

Silvino Guimarães Moreira²

Renata Mota Lupp³

Gustavo Franco de Castro⁴

Breno Henrique Araújo Rehagro⁵

Alessandro Alvarenga Pereira da Silva⁶

Resumo

O molibdênio (Mo) está associado aos processos de metabolismo do nitrogênio (N) devido a sua participação na formação e na atividade da redutase do nitrato. A deficiência de Mo pode acarretar também deficiência de N, comprometendo o rendimento das culturas. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de Mo na produtividade do milho e na concentração de nutrientes nas folhas. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de seis doses de Mo: 0, 25, 105, 210, 315 e 420 g ha⁻¹. Como fonte de Mo, empregou-se o molibdato de sódio, suspensão concentrada, com 25 % de Mo. Avaliaram-se os teores de nutrientes nas folhas, na época do florescimento, e a produtividade de grãos do milho. Os dados foram submetidos a análises de variância 5 % de significância. Os atributos avaliados não se modificaram com as doses de Mo. A ausência de resposta à aplicação de Mo foliar pode ser devido às quantidades adequadas do nutriente no solo como também nas sementes.

Palavras-chave: Adubação foliar. Micronutriente. *Zea mays*.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é produzido nas mais diversas regiões do Brasil, sendo uma das culturas que mais aumentaram sua produtividade nos últimos anos no país. Em Minas Gerais, a produtividade e produção saltaram de 3,4 t ha⁻¹ e 4,23 milhões de toneladas para 6,1 t ha⁻¹ e 5,1 milhões de toneladas da safra 2001/02 para 2015/16, respectivamente (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2016). O aumento de produtividade do milho é devido à associação de vários fatores, como condições edafoclimáticas favoráveis, uso de cultivares melhoradas geneticamente e manejo agrônomico adequado, principalmente no que diz respeito ao correto manejo da fertilidade do solo (AMARAL FILHO et al., 2005; PORTO et al., 2011).

A adubação da cultura do milho é uma das mais estudadas entre as diversas culturas agrícolas, existindo inúmeros trabalhos principalmente sobre adubação nitrogenada, potássica e fosfatada. Por outro lado, faltam trabalhos de pesquisas sobre resposta da cultura à aplicação de micronutrientes,

1 Universidade Federal de São João Del Rei, estudante de mestrado. carine.greg@gmail.com. Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

2 Universidade Federal de São João Del Rei, professor. silvino@ufsj.edu.br. Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

3 Esalq – USP, estudante de mestrado. lupp.ufsj@ymail.com. Piracicaba, São Paulo, Brasil.

4 Universidade Federal de Viçosa, estudante de doutorado. gustavofcastro@ymail.com. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

5 Recursos Humanos no Agronegócio, consultor. breno.araujo@rehagro.com.br. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

6 Universidade Federal de São João Del Rei, estudante. alessandroaps90@gmail.com. Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

principalmente daqueles exigidos em pequenas quantidades, como o Mo. Dos micronutrientes, o zinco e o boro são os mais estudados para a cultura do milho, sendo o zinco o mais utilizado nas adubações de semeadura e foliar (SANTOS et al., 1980; FERREIRA et al., 2001; GONÇALVES JÚNIOR et al., 2006). A utilização de cobre, manganês e molibdênio no milho também aumentou nos últimos anos, isso devido à necessidade de melhor aproveitamento da tecnologia das sementes híbridas adquiridas pelos produtores, que necessitam do suprimento adequado de todos os nutrientes (ALVIM et al., 2010).

O Mo é um micronutriente que atua na redutase do nitrato, melhorando a absorção de N pelas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2008), participa também da enzima nitrogenase, essencial para as plantas fixadoras do N atmosférico (ROSOLEM et al., 2001).

Tem-se recomendado a aplicação de Mo para diversas áreas de produção de milho, tanto no tratamento das sementes quanto na aplicação via foliar. Porém, faltam estudos que apontem doses de Mo adequadas para suprir a necessidade da cultura via semente ou foliar. Diante da falta de trabalhos conclusivos na literatura sobre a adubação com o Mo, conduziu-se um experimento em condições de campo, com o objetivo de avaliar o efeito de doses de Mo na produtividade do milho e na concentração de nutrientes nas folhas em um sistema de alta tecnologia. Testou-se a hipótese de que as plantas adubadas com maior dose de Mo deveriam apresentar maiores teores de N foliar e, conseqüentemente, apresentar maior produtividade.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido em condições de campo na Fazenda “São João”, grupo True Type, situada no município de Inhaúma, Minas Gerais, durante a safra 2013/2014. A propriedade é localizada a 19°25'48" de latitude Sul e 44°29'41" de longitude Oeste, com altitude de 692 m. O clima da região é classificado segundo Köppen como Awa, tropical, com verões quentes, chuvosos e invernos secos.

Antes da implantação do experimento, efetuaram-se as análises químicas e físicas do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, conforme metodologias descritas em Silva (1999). Os atributos químicos do solo, teores de macronutrientes e micronutrientes são apresentados na tabela 1. Os teores de areia, silte e argila encontram-se respectivamente na ordem de 375 e 325, 125 e 125, 500 e 550 g kg⁻¹ nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade.

Tabela 1. Atributos químicos do solo, teores de macronutrientes e micronutrientes nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm do solo (safra 2013/2014).

	pH	P ¹	K ⁺	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V ²	Mo	B	Cu	Fe	Mn	Zn
³ Prof. (cm)	H ₂ O	— mg dm ⁻³ —			— cmol _c dm ⁻³ —		%	————— mg dm ⁻³ —————					
0-10	6,4	88,9	217	11	5,3	1,2	7,1	1,46	0,9	1,7	52	3,1	2,4
10-20	6,5	77,8	188	14	5,8	1,4	7,7	1,83	0,7	1,4	54	7,4	7,7

¹Mehlich. ²Saturação por bases. ³Profundidade. Areia: 350 g kg⁻¹. Silte: 125 g kg⁻¹. Argila: 525 g kg⁻¹.

Fonte: Silva, C. G. M. (2014)

O experimento foi instalado em uma área de Latossolo vermelho amarelo, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. A dimensão de cada parcela foi de 6,6 x 10 m (66 m²). A largura de 6,6 metros correspondeu a 11 linhas de milho espaçadas em 0,60 m entre linhas, que é o espaçamento adotado na fazenda. Como área útil foram utilizadas duas linhas centrais de cada parcela.

Os tratamentos foram constituídos de seis doses de Mo: 0, 25, 105, 210, 315 e 420 g ha⁻¹. O Mo foi aplicado via foliar quando as plantas se encontravam no estágio V6, mesma época em que se realizavam as adubações foliares com Zn - 1,5 kg ha⁻¹ (SOUZA; LOBATO, 2004) na área total da fazenda. Como fonte de Mo empregou-se o molibdato de sódio, suspensão concentrada, com 25 % de Mo. O volume de calda utilizado foi de 416 L ha⁻¹, empregando-se um pulverizador costal pressurizado, equipado com uma barra transversal em “T” com seis bicos de aplicação. Para essa aplicação foram utilizadas pontas de pulverização tipo leque plano.

O milho foi cultivado sob sistema de semeadura direta, irrigado por pivô central, em uma área anteriormente cultivada com soja, cultura adotada pela fazenda para se fazer rotação com o milho.

A semeadura do milho (híbrido DKB175 PRO), em outubro de 2013, foi realizada no espaçamento de 0,6 m entre linhas, com 3,6 sementes por metro linear (60.000 sementes por hectare). As sementes utilizadas foram tratadas com inseticidas (princípios ativos *imidacropido* e *tiodicarbe* nas dosagens de 45 e 135 gramas de princípio ativo por hectare, respectivamente).

O manejo da adubação foi feito de acordo com as análises de solo e a expectativa de produtividade seguindo a recomendação de Souza e Lobato (2004). A adubação de base foi realizada com 300 kg ha⁻¹ de NPK 13 33 00 no sulco de semeadura. Imediatamente após a semeadura foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de K₂O a lanço. A adubação nitrogenada de cobertura foi parcelada em três épocas: estágios V4, V6 e V10, utilizando 90, 45, 45 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, em cada época. A primeira aplicação foi tratorizada e realizada a lanço e as duas últimas foram via pivô central. A fonte de N utilizada foi a ureia.

Antes da primeira adubação de cobertura, foi realizado o manejo químico de ervas daninhas com herbicidas *atrazina* (125 g de princípio ativo há⁻¹) e *tebotriona* (76 gramas de princípio ativo ha⁻¹). No início do pendoamento foi feita aplicação de 300 ml ha⁻¹ de fungicida com princípio ativo *azoxistrobina* + *ciproconazol*.

Para análise foliar, foram amostradas 10 plantas por parcela durante o florescimento pleno. Em cada planta, coletou-se a folha oposta e abaixo da espiga. Os tecidos vegetais coletados foram lavados em água corrente, secos em estufa com ventilação forçada a 65 °C até atingirem peso constante e depois moídos. Para as análises das folhas, utilizou-se do terço médio delas, incluindo a nervura central conforme descrito por Oliveira (2004). Determinaram-se os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Mo, Cu, Fe, Mn e Zn. Para extração do Mo, foi utilizado o método de digestão por via seca (incineração), conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

Para determinação do rendimento de grãos, em janeiro de 2014, foram colhidas as espigas nas parcelas úteis, as quais eram formadas por duas linhas centrais de 5 metros cada, excluindo-se como bordadura as linhas externas e 2,5 m de cada cabeceira. As espigas foram debulhadas e pesadas. Foi determinada a umidade dos grãos de cada parcela, sendo o peso corrigido para a umidade de 13 %.

Os dados referentes a cada variável foram submetidos a análises de variância a 5 % de significância pelo teste F, com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância mostraram que não houve influência da aplicação de Mo sobre variáveis analisadas ($p > 0,05$) mesmo em doses altas. Os teores de N nas folhas ficaram na faixa entre 28,5 e 29,9 g kg⁻¹ (Tabela 2). Independentemente das doses de Mo aplicada, a concentração de N foliar se encontra dentro dos níveis considerados adequados para um bom desenvolvimento da cultura entre 28 e 35 g kg⁻¹ (OLIVEIRA, 2004). Resultados similares foram observados por

Ferreira et al. (2001), em que a concentração de N nas folhas de milho também não foi afetada pelas doses de Mo aplicadas. A ausência de resposta à aplicação de Mo pode ser devido aos teores de Mo no solo já estarem adequados para o desenvolvimento do milho. No entanto, deve-se considerar a carência de valores de referência para interpretar os teores de Mo no solo.

Tabela 2. Teores de nutrientes nas folhas do milho no florescimento pleno em função das doses de Mo aplicadas. Sete Lagoas, Minas Gerais, safra 2013/2014

Dose de Mo	N	P	K	Ca	Mg	S	Mo	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g ha ⁻¹	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
0	30,0	3,3	20,2	4,4	1,8	1,9	0,6	4,5	10,8	113	20,5	13,3
25	29,6	3,4	21,4	4,6	2,1	2,0	0,2	4,3	12,3	111	19,8	13,5
105	29,5	3,4	20,9	4,5	2,0	1,9	0,3	4,5	8,3	119	18,0	12,0
210	28,6	3,3	20,9	4,5	2,0	1,9	0,7	4,5	7,8	126	22,3	12,8
315	29,7	3,5	21,1	4,9	2,1	2,0	0,2	5,0	8,8	120	24,8	14,5
420	29,3	2,9	20,4	4,7	2,0	1,8	0,6	5,0	5,5	107	21,8	13,0

Fonte: Silva, C. G. M. (2014)

Por outro lado, em experimento com milho na região de Coimbra (MG), Coelho (1997) observou maior teor de N-orgânico nas folhas com aplicação de 50 g ha⁻¹ de Mo, em uma área de monocultivo de milho. Segundo este autor, o aumento da concentração de N é devido à participação do Mo na enzima redutase do nitrato. O aumento do Mo nas plantas devido à adubação foliar aumenta a atividade da enzima, permitindo uma maior redução do nitrato e, conseqüentemente, maior assimilação do N até a forma orgânica. Santos et al. (2010) também observaram aumentos na concentração foliar de N em plantas de milho quando a adubação nitrogenada foi acompanhada de adubação molíbdica.

Os teores de P, K, Ca, Mg e S variaram de 2,9-3,4; 20,4- 21,3; 4,3-4,85; 1,8-2,1 e 1,75-2 g kg⁻¹, respectivamente. A concentração desses nutrientes nas folhas também não foram modificadas pela quantidade de Mo aplicado. Com exceção dos teores de Mg, a concentração foliar de todos os demais encontra-se dentro do padrão requerido para um bom desenvolvimento das plantas de milho (OLIVEIRA, 2004). São considerados adequados valores na faixa de 1,8-3; 13-30; 2,5-10; 2,5-5 e 1,4-3 g kg⁻¹, respectivamente, para P, K, Ca, Mg e S (OLIVEIRA, 2004). Resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo foram apresentados por Teixeira (2006), que mostrou que a aplicação de Mo foliar não aumentou os teores de P, Ca, Mg e S nas folhas de milho. Por outro lado, esse autor verificou aumento nos teores de K nas folhas, com aplicação de Mo via foliar, obtendo valores máximos de concentração de K na aplicação da dose 330 g ha⁻¹ de Mo.

As concentrações foliares dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn também não foram modificadas pela aplicação foliar de Mo (Tabela 2). Em trabalho avaliando características nutricionais do milho, Ferreira et al. (2001) observaram aumento em 121 % do teor de Fe nas folhas de milho no tratamento em que se combinou adubação de 210 kg ha⁻¹ de N com 90 g ha⁻¹ de Mo. No presente estudo, com exceção da concentração de Zn, todos os demais micronutrientes se encontraram dentro dos valores adequados para desenvolvimento da cultura, que devem estar entre 10-25; 6-20; 30-250; 20-20; 15-100 mg kg⁻¹ (OLIVEIRA, 2004), respectivamente, para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

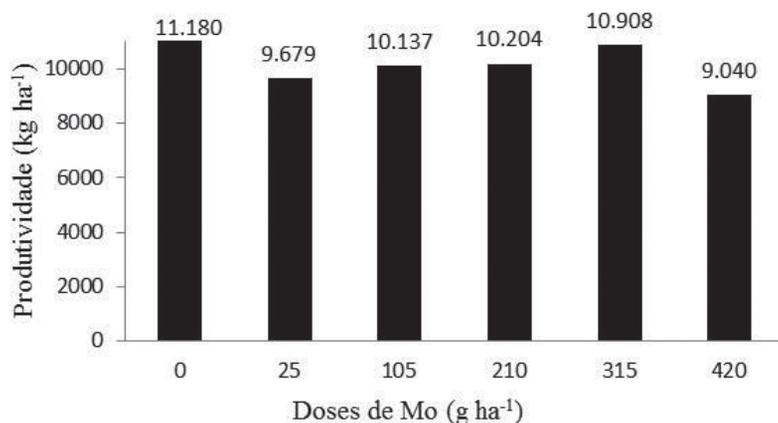
As concentrações de Mo nas folhas não foram modificadas pelos tratamentos ($p > 0,05$), mesmo com aplicação de doses consideradas bastante altas de Mo via foliar (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Teixeira (2006), com aplicação de Mo via foliar na cultura do

milho. Apesar da falta de referências para interpretação do nível crítico Mo no solo, uma possível explicação para a ausência de resposta à adubação molíbdica pode ser devido ao teor desse nutriente no solo já ter sido suficiente para suprir a demanda da cultura. Outra explicação seria a reserva de Mo da semente ser capaz de suprir a necessidade das plantas de milho.

Essa ausência de resposta poderia ser também devido à época de aplicação que, neste trabalho, foi realizada juntamente com as operações de rotina da fazenda aos 25 dias após a emergência (estágio V6). Alguns autores citam que a melhor época de aplicação de Mo, via foliar, é aos 15 dias após a emergência (ARAÚJO et al., 1996). Por outro lado, Santos et al. (2012) mostraram que a atividade da redutase do nitrato é influenciada pela época de aplicação de N, independente da aplicação ou não de Mo, e deve ser aumentada quando a aplicação de N ocorre quando o milho encontra-se com quatro folhas totalmente expandidas.

A produtividade do milho não foi modificada pelas doses de Mo aplicadas ($p > 0,05$) e variou de 9.040 a 11.180 kg ha⁻¹. Santos et al. (2010) também não encontraram resposta significativa para o aumento da produtividade de milho adubado com Mo foliar e explica que a ausência de resposta à aplicação de Mo pode ser devido à presença de Mo no solo ou na semente em quantidades suficientes para suprir a demanda da planta. Apesar da falta de resposta à aplicação do Mo, na figura 1 é possível observar uma tendência de redução na produtividade com aplicação da 420 g ha⁻¹.

Figura 1. Produtividade do milho em função das doses de molibdênio aplicadas.



Fonte: Silva, C. G. M. (2014)

No trabalho de Pereira et al. (1999), com aplicação de 111 g ha⁻¹ de Mo, a produção de grãos de milho aumentou apenas 6,7 % em relação ao tratamento sem aplicação de Mo. Os autores também ressaltaram que o baixo incremento da produtividade pode ser devido aos teores de Mo na semente e no solo estarem próximos aos adequados para o milho. Por outro lado, em trabalho de Coelho (1997), a dose de 50 g ha⁻¹ de Mo aumentou a produtividade de grãos de milho em 28 %, comparado ao tratamento sem adubação com Mo. No entanto, neste trabalho, a produtividade máxima de milho foi de apenas 4.400 kg ha⁻¹, mostrando a necessidade de maiores estudos para sistemas de alta produtividade, visto que nesses sistemas são obtidas produtividades acima de 10.000 kg ha⁻¹.

Pereira et al. (1999) relataram que a utilização da adubação fosfatada em grande quantidade no experimento (80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) pode ter propiciado aumento da disponibilidade de Mo no solo, o que pode ter ocorrido no presente estudo, pois o nível de P no solo é considerado muito alto (Tabela 1) para solos com mais de 50 % de argila (ALVAREZ et al., 1999). Alvim et al. (2010), ao avaliarem o efeito da aplicação foliar de cobalto (Co) e Mo na produtividade e qualidade de grãos do milho, não constataram diferenças na produtividade, como observado no presente estudo.

Estudos sobre formas de aplicação e doses de Mo para a cultura do milho ainda são raros no Brasil. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura são com leguminosas, principalmente com as culturas do feijão e soja. Nos trabalhos já realizados com milho observa-se pouco efeito da adubação molíbdica, assim como encontrado neste estudo. Diante desses resultados obtidos e também das informações disponíveis na literatura, verifica-se a necessidade de mais estudos para determinação do melhor extrator para o Mo no solo, bem como a determinação do nível crítico do nutriente no solo. Vale ressaltar também a necessidade de estudos para avaliar o efeito de doses de Mo na produtividade das diferentes culturas, principalmente nos sistemas de produção atuais, com altas produtividades.

Conclusões

As concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S, Mo, B, Cu, Fe, Mn e Zn não foram influenciadas pelas doses de Mo aplicadas, apesar de se encontrarem dentro dos valores considerados adequados pela cultura do milho. Por sua vez, as concentrações de Mg e Zn encontram-se abaixo dos níveis considerados adequados para o desenvolvimento do milho.

A produtividade do milho não foi influenciada pelas doses de Mo aplicadas.

Molybdenum doses on corn yield

Abstract

Molybdenum (Mo) is associated with nitrogen (N) metabolism processes because it participates in the formation and activity of nitrate reductase. Mo deficiency can also cause N deficiency, affecting crop yields. The aim of this study was to evaluate the effect of Mo rates on grain yield and on nutrient concentration in leaves. The experimental design was randomized block, with four replications. The treatments were in six Mo doses: 0, 25, 105, 210, 315 and 420 g ha⁻¹. As a source of Mo, sodium molybdate, suspension concentrate - 25 % Mo, was employed. The leaves in the nutrient content at the time of flowering and productivity of corn grain were evaluated. The data were submitted to analysis of 5 % significance variance. The attributes evaluated did not change with the Mo doses. The absence of Mo leaf application response may be due to adequate amounts of nutrients in the soil, as well as in the seeds.

Keywords: Foliar feeding. Micronutrient. *Zea mays*.

Referências

ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In RIBEIRO, A. C.; GUIMRÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Recomendação do uso de corretivos e fertilizantes no estado de Minas Gerais, 5ª aproximação.** Viçosa, MG, 1999. p. 25-32.

ALVIM, K. R. T.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; LOPES, M. T. G. Efeito da aplicação foliar de cobalto e molibdênio na produtividade e qualidade de grãos da cultura do milho. In: congresso nacional de milho e sorgo, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p.1692-1696. (CD-ROM).

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n3/25747.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C.; BERGER, P. G.; GALVÃO, J. C. C. Épocas de aplicação de molibdênio na cultura do milho. In: Congresso nacional de milho e sorgo, 21., 1996, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p.160.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S. A.; BERNARDI, A. C.; SALDANHA, M. F. C. **Circular Técnica**, n. 6, p. 1-47, 2000. 41p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/337672/1/Methododeanalisedetecido.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

COELHO, F. C. **Efeito do nitrogênio e do molibdênio sobre as culturas do milho e do feijão, em monocultivos e em consórcio**. 1997. 136p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Safras – Grãos**: série histórica (1ª e 2ª safra). Brasília: Conab, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 18 abr. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542014000200001>. Acesso em: 15 fev. 2017.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, jan./mar. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162001000100020&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 15 fev. 2017.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; TRAUTMANN, N. G. M.; RIBEIRO, O. L.; SANTOS, A. L. Produtividade do milho em resposta à adubação com NPK e Zn em argissolo vermelho-amarelo eutrófico e latossolo vermelho eutrófico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1231-1236, jul./ago.2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542007000400043&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 15 fev. 2017.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Edição. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 231-305, 1997. 319p.

OLIVEIRA, S. A. de. Análise foliar. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado, correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, 2004. Cap. 10, p. 245-255.

PEREIRA, S. L.; ARAÚJO, G. A. A.; SEDIYAMA, C. S.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P. R. Efeitos da adubação nitrogenada e molíbdica sobre a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 4, p. 6-10, 1999. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5xL2PyKlwlwJ:www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/34-volume-23-numero-4%3Fdownload%3D467:vol23numero4+%cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 15 fev.2017.

PORTO, A. P. F.; VASCONCELOS R. C.; VIANA, A. E.; ALMEIDA, M. R. S. Variedades de milho a diferentes espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista-BA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, 2011. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v6i2a924&path%5B%5D=900>. Acesso em: 15 fev. 2017.

ROSOLEM, C. A.; QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. Algodão, amendoim e soja. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. D.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. D. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP, 2001. p.319-346.

SANTOS, H. L. dos; BRAGA, J. M.; RESENDE, M.; CHAVES, J. R. P. Efeito de zinco, boro, molibdênio e calagem na produção de soja perene (*glycine javanica* L.) cultivada em solos de cerrado em condições de casa de vegetação. **Revistas Ceres**, v. 27, n. 150, p. 99-111, 1980. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46665/1/Efeito-zinco.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto e alocação do nitrogênio (15n) na planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1185-1194, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000400018>. Acesso em: 15 fev. 2017.

SANTOS, M. M.; FIDELIS, R. R.; FINGER, F. L.; MIRANDA, G. V.; SILVA, I. R.; GALVÃO, J. C. C. Atividade enzimática na cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do molibdênio e de épocas de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 145-155, 2012. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/382/pdf_32>. Acesso em: 15 fev. 2017.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370p.

SOUSA, D. D.; LOBATO, E. Calagem e adubação para cultura anuais e semiperenes. In: _____. (eds.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 283-313.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. In: _____ (eds.). **Nutrição Mineral**. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 95-112.

TEIXEIRA, A. R. **Doses de molibdênio nas culturas do milho comum e milho-pipoca**. 2006. 49f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Histórico editorial:

Submetido em: 09/08/2016

Aceito em: 30/01/2017

Como citar:

ABNT

SILVA, C. G. M.; MOREIRA, S. G.; LUPP, R. M.; CASTRO, G. F. de; REHAGRO, B. H. A.; SILVA, A. A. P. da. Doses de molibdênio na produtividade do milho. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 47-55, jan./mar. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181067>

APA

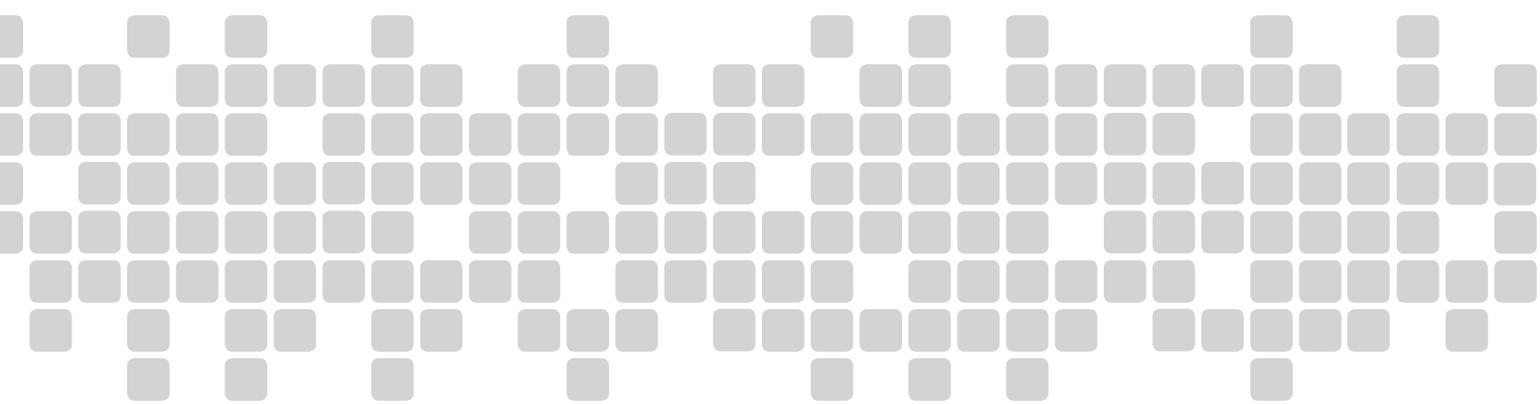
SILVA, C. G. M., MOREIRA, S. G., LUPP, R. M., CASTRO, G. F. de, REHAGRO, B. H. A. & SILVA, A. A. P. da. (2018). Doses de molibdênio na produtividade do milho. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 47-55. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181067>

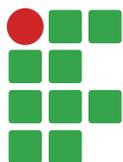
ISO

SILVA, C. G. M.; MOREIRA, S. G.; LUPP, R. M.; CASTRO, G. F. de; REHAGRO, B. H. A. e SILVA, A. A. P. da. Doses de molibdênio na produtividade do milho. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 47-55. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181067>

VANCOUVER

Silva CGM, Moreira SG, Lupp RM, Castro GF de, Rehagro BHA, Silva AAP da. Doses de molibdênio na produtividade do milho. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 47-55. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181067>





Doses de fomesafen no feijoeiro-comum cultivado em diferentes densidades de semeadura

Laís de Oliveira Silva¹

Dâmiany Pádua Oliveira²

Fábio Aurélio Dias Martins³

Augusto Ramalho de Moraes⁴

Adenilson Henrique Gonçalves⁵

Messias José Bastos de Andrade⁶

Resumo

O feijoeiro é uma planta de ciclo vegetativo curto com ampla adaptação edafoclimática e bastante sensível à interferência de plantas daninhas. O fomesafen é um herbicida recomendado para essa cultura, porém em seu estágio fenológico V4 qualquer estresse pode prejudicar seu desenvolvimento. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de populações de plantas e diferentes doses de fomesafen aplicadas no estágio V4 sobre componentes primários de rendimento de grãos do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento de campo foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Lambari, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em delineamento experimental, blocos ao acaso, em esquema fatorial 4×4 , com três repetições, envolvendo quatro populações de feijoeiros cultivar BRSMG Majestoso (100, 167, 233 e 300 mil plantas ha^{-1}) e quatro doses de fomesafen (125, 250, 375 e 500 g i.a. ha^{-1}), correspondentes a 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 L ha^{-1} do produto comercial empregado. O fomesafen foi aplicado em pós-emergência no estágio V4 do feijão. Na maturação avaliou-se o rendimento de grãos e seus componentes primários (número de vagens por planta e de grãos e a massa de cem grãos). Conclui-se que o aumento da população no intervalo entre 100 e 300 mil plantas por hectare reduz o número de vagens por planta, mas não afeta o rendimento de grãos e que as quatro doses de fomesafen testadas apresentam igual comportamento sobre a produção do feijoeiro.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Herbicida. Produtividade.

Introdução

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa bastante sensível à interferência de plantas daninhas, sobretudo nos estádios iniciais de seu desenvolvimento (LAMEGO et al., 2011). O maior dano causado pela permanência de plantas daninhas na lavoura é a competição por fatores de crescimento, como água, luz e nutrientes, que resulta em perdas de produtividade da ordem de até 70 % (ANDRADE, 2010; BORCHARTT et al., 2011).

1 Universidade Federal de Lavras (UFLA), mestre em Agronomia/Fitotecnia. lais_silva87@yahoo.com.br. Departamento de Agricultura, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras (MG), Brasil. CEP: 37200-000.

2 UFLA, pós-doutoranda em Ciência do Solo. damiany.padua.oliveira@gmail.com.

3 UFLA, doutorando em Agronomia/Fitotecnia. fabioaureliod@gmail.com.

4 UFLA, professor. armorais@des.ufla.br.

5 UFLA, professor. adenilsonhg@dag.ufla.br.

6 UFLA, professor. mandrade@dag.ufla.br.

Como forma de controle de infestantes são adotados métodos como o químico que, apesar de sua alta eficiência, pode ter efeito sobre o desenvolvimento e produção do feijoeiro (GALON et al., 2007; MANCUSO et al., 2016). O uso de cultivares recomendadas, de espaçamento e de densidade de semeadura adequados também pode contribuir para o manejo, reduzindo custos, embora não eliminem a necessidade de outros métodos.

Entre os herbicidas seletivos ao feijoeiro e recomendados para o controle de dicotiledôneas (folhas largas), destaca-se o fomesafen (SILVA et al., 2013). Pertencente ao grupo químico dos difeniléteres, é um desregulador de membrana plasmática, assim, seu contato com as plantas causa rapidamente necrose de tecidos-alvo (MANCUSO et al., 2016). Contudo, apesar de sua seletividade, pode acarretar redução na taxa de crescimento da cultura principal, com reflexos na produtividade em função da dose aplicada (GALON et al., 2007). Pesquisas envolvendo a combinação dos fatores doses de herbicidas e populações de plantas de feijoeiro que atuem no controle de plantas daninhas ainda são escassas e contribuiriam para o máximo rendimento do feijoeiro.

Visando definir uma dose de fomesafen e uma densidade de cultivo adequada ao controle de plantas daninhas que permitam incremento da produtividade do feijoeiro-comum cv. BRS Majestoso, foi realizado o presente trabalho.

Material e métodos

Um experimento de campo foi desenvolvido no outono-inverno de 2014, na Fazenda Experimental de Lambari, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em área anteriormente utilizada com a cultura da batata e que apresentava infestação de plantas daninhas da família *Cyperaceae* (tiririca - *Cyperus rotundus*) e da classe *Dicotyledoneae* (trevo - *Oxalis latifolia*). O cultivo adotado foi o convencional, em um Latossolo Vermelho, cujas características químicas e físicas são apresentadas na Tabela 1. Com o objetivo de elevar a saturação por bases a 50 % (ALVAREZ; RIBEIRO, 1999), foi feita calagem em área total, incorporando 3,92 t ha⁻¹ de calcário dolomítico na profundidade de zero a 0,2 m, dois meses antes da semeadura. O preparo do solo foi realizado com uma aração e uma gradagem leve. Todas as parcelas receberam adubação de base equivalente a 200 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16, aplicado mecanicamente durante o sulcamento. A semeadura também foi mecanizada, com densidades suficientes para proporcionarem, após o desbaste, as populações desejadas. A adubação de cobertura correspondeu a 40 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia, aplicada entre os estádios V₃ e V₄ do ciclo cultural do feijoeiro. Um resumo das ocorrências meteorológicas durante o desenvolvimento do experimento é apresentado na Figura 1.

O delineamento estatístico foi blocos ao acaso, com três repetições e esquema fatorial 4 × 4 envolvendo quatro populações de feijoeiro (100, 167, 233 e 300 mil plantas ha⁻¹), correspondentes a 6, 10, 14 e 18 sementes por metro linear de sulco, e quatro doses de fomesafen (125, 250, 375 e 500 g i.a. ha⁻¹), correspondentes a 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 L ha⁻¹ do produto comercial empregado.

Tabela 1. Características químicas e físicas de material do solo utilizado, retirados na camada de 0 a 20 cm de profundidade.

Características Químicas	Unidades	Valores
pH (H ₂ O)	-	4,8
P	mg dm ⁻³	15,51
K	mg dm ⁻³	130,0
Ca	cmol _c dm ⁻³	1,2
Mg	cmol _c dm ⁻³	0,4
Al	cmol _c dm ⁻³	0,9
H + Al	cmol _c dm ⁻³	7,87
SB	cmol _c dm ⁻³	1,93
MO	dag kg ⁻¹	4,6
V	%	19,73
t	cmol _c dm ⁻³	2,83
T	cmol _c dm ⁻³	9,8
m	%	31,8
Cu	mg dm ⁻³	2,81
Fe	mg dm ⁻³	26,49
Mn	mg dm ⁻³	15,92
Zn	mg dm ⁻³	6,27
Características Físicas		
Areia	g kg ⁻¹	410
Silte	g kg ⁻¹	120
Argila	g kg ⁻¹	470

Análises realizadas nos Laboratórios de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA

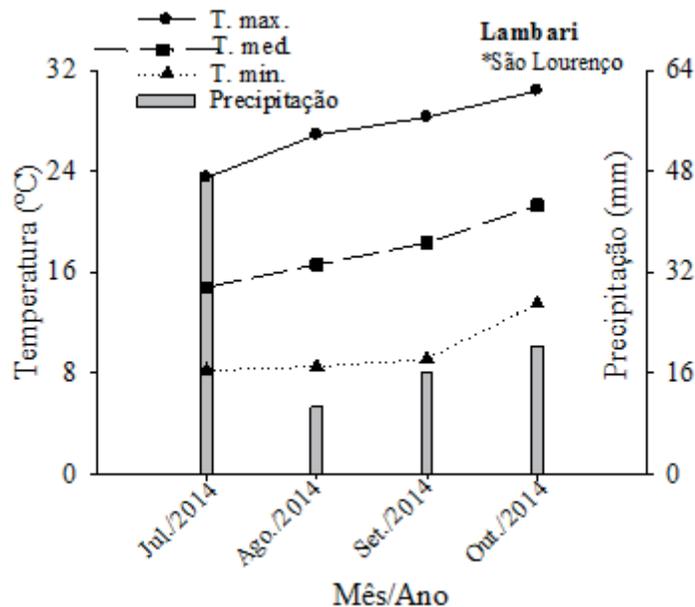
Fonte: Elaboração dos autores (2015)

A cultivar de feijoeiro utilizada foi a BRSMG Majestoso, recomendada para Minas Gerais e que possui porte entre prostrado e semiereto, crescimento indeterminado, hábito do tipo III, e resistência aos patótipos 55, 89, 95 e 453 de *Colletotrichum lindemuthianum*, reação intermediária ao fungo *Phaeoisariopsis griseola* e resistência ao vírus do mosaico comum (ABREU et al., 2007).

O fomesafen foi aplicado em pós-emergência quando o feijoeiro se encontrava no estágio V4 (três trifólios completamente expandidos). A distribuição da calda foi feita com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra munida com quatro pontas de pulverização e bicos tipo leque, que produz gotas médias e ângulo de 110°, com pressão média de 2,0 bar e consumo de calda equivalente a 200 L ha⁻¹.

Cada parcela foi constituída por sete linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m e a área útil correspondeu às três fileiras centrais. Na maturação (estádio R9), aos 110 dias após emergência, após dessecação com o herbicida Paraquat na concentração de 2,0 L ha⁻¹, foram determinados o rendimento de grãos (kg ha⁻¹) com seus componentes primários (número de vagens por planta e de grãos por vagem, e massa de 100 grãos, em gramas). O rendimento de grãos, corrigido a 130 g kg⁻¹ de umidade, foi o resultado da trilha das vagens de todas as plantas da parcela útil e os componentes foram determinados por amostragem de dez plantas ao acaso.

Figura 1. Variação mensal da temperatura máxima, média e mínima e da precipitação pluvial de 01 de julho a 31 de outubro de 2014, em Lambari*. Safra de outono-inverno, 2014. *São Lourenço - Estação INMET mais próxima à Lambari (MG).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2015)

Os dados foram submetidos à análise de variância com o emprego do software Sisvar versão 4.0 (FERREIRA, 2011), após terem sido previamente submetidos aos testes de normalidade e de homocedasticidade de variâncias e, nos casos de significância de um dos fatores, recorreu-se à análise de regressão (BANZATTO; KRONKA, 2006). Para a seleção das equações foram usados, concomitantemente, os critérios de significância do modelo (teste F), dos seus coeficientes (teste t) e o valor do coeficiente de determinação (PIMENTEL-GOMES, 2009).

Resultados e discussão

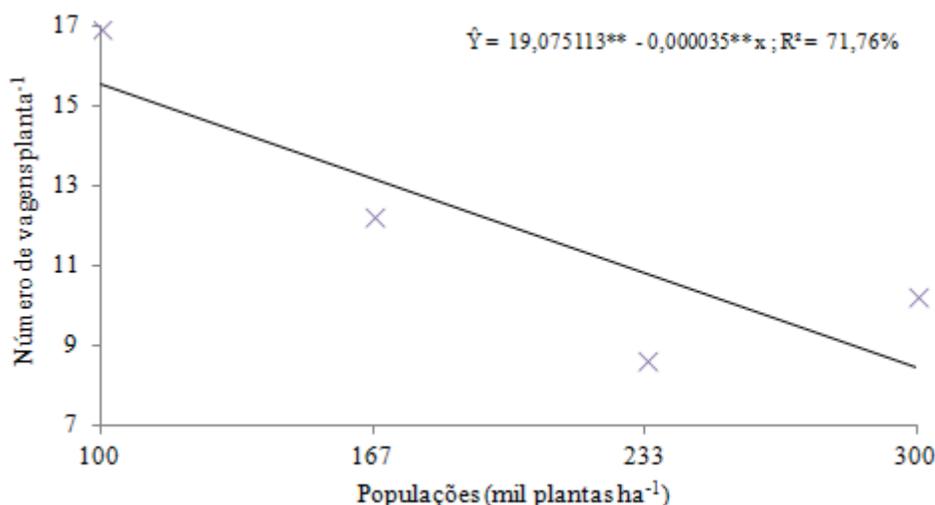
Na análise de variância dos dados da maturação verificou-se significância de populações de plantas (P) sobre o número de vagens por planta, mas não houve efeito significativo das doses de fomesan (DF) ou da interação $P \times DF$ sobre quaisquer das variáveis em estudo. Com exceção do rendimento de grãos, os coeficientes de variação indicaram boa precisão experimental (valores de CV entre 4,21 e 20,69 %), dentro do esperado em experimentos dessa natureza (OLIVEIRA et al., 2009).

Com o aumento da densidade populacional houve diminuição do número de vagens por planta (Figura 2), o que coincide com vários estudos com o feijoeiro (SOUZA et al., 2004, 2008, 2014). Certamente o ambiente de competição interferiu nesse componente do rendimento, de modo que nas menores densidades houve melhor utilização dos recursos luz, água e nutrientes pelas plantas sobreviventes. A maior nutrição disponibilizada a essas plantas certamente garantiu maior produção de flores, resultando, conseqüentemente, em mais vagens por planta. Esse resultado, contudo, não interferiu no número de grãos formados (Tabela 2). De fato, o número de grãos por vagem variou muito pouco e não mostrou qualquer relação com os tratamentos, confirmando outros estudos, os quais relacionam essa variável à herdabilidade genética (SOUZA et al., 2004, 2008, 2014) e que sinalizam menor resposta dessa característica a modificações do ambiente.

Apesar do incremento da densidade de plantas, não se verificaram acréscimos na massa ou no rendimento de grãos (Tabela 2), evidenciando certa plasticidade ou capacidade de compensação. Esse efeito é bastante conhecido na literatura e é traduzido pela capacidade das plantas se adaptarem ao ambiente (WESTERMANN; CROTHERS, 1977; COSTA et al., 1983; SOUZA et al., 2014). Feijoeiros de hábito de crescimento do tipo I e II possuem menor plasticidade que os tipos III e IV, os quais são mais prejudicados em crescimento e produção quando o número de plantas por área é aumentado. No caso específico do presente trabalho, o feijoeiro BRSMG Majestoso, mesmo de hábito do tipo III, pôde proporcionar produtividades comparáveis com base no equilíbrio entre os componentes do rendimento, não comprometendo sua produtividade.

O comportamento equivalente das populações, em termos de rendimento de grãos (Tabela 2), por sua vez, indica que, mesmo se tratando de uma cultivar com hábito de crescimento do tipo III, nas condições do estudo não houve vantagem em se aumentar a população de plantas, principalmente porque representaria custo adicional de sementes. Os resultados sinalizam, ainda, para o emprego de populações próximas das recomendadas, da ordem de 200-250 mil plantas.ha⁻¹ (SOUZA et al., 2008), uma vez que populações inferiores poderiam significar fechamento insuficiente da lavoura, com sérias conseqüências para o manejo de plantas daninhas.

Figura 2. Número de vagens por planta do feijoeiro cv. BRSMG Majestoso em função de populações de plantas. Safra outono-inverno 2014.



Fonte: Elaboração dos autores (2015)

Em relação ao efeito do fomesafen, as doses aplicadas no controle de plantas daninhas não interferiram nas avaliações do feijoeiro (Tabela 2). Com a mesma leguminosa, Machado et al. (2006) também não verificaram efeitos da aplicação desse ingrediente ativo em mistura com fluazifop-p-butil. Embora não tenham sido realizados testes de fitotoxicidade, observaram-se sinais de necrose foliar poucos dias após aplicação do herbicida. De acordo com Silva et al. (2013), mesmo sendo seletivo para o feijão, o fomesafen pode causar intoxicação às plantas, não afetando a produtividade de grãos. Este resultado certamente está relacionado ao seu mecanismo de ação de contato, haja vista que o produto atua como inibidor da protox, expressando tais injúrias quando aplicado em pós-emergência, após 4-6 horas de exposição à luz solar (FERREIRA et al., 2005 apud OLIVEIRA et al., 2013). Segundo o fabricante, o herbicida pode proporcionar uma leve descoloração das folhas da cultura, que desaparece 15 dias após a aplicação; assim, problemas de fitotoxicidade no feijoeiro são comumente verificados logo após sua aplicação, diminuindo a severidade com o decorrer do seu ciclo (OLIVEIRA

et al., 2013). A ausência de efeito sistêmico garante que, mesmo após danificar algumas folhas, não há comprometimento no crescimento da cultura.

Tabela 2. Valores médios de grãos por vagem, massa de cem grãos e rendimento de grãos do feijoeiro cv. BRSMG Majestoso. Safra outono-inverno 2014

População de feijão (mil plantas ha ⁻¹)	Número de grãos por vagem	Massa de cem grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
100	4,2	20,4	675
167	4,1	19,9	1.084
233	4,5	20,2	956
300	4,1	20,1	1.040
Doses de Fomesafen (g i.a. ha ⁻¹)			
125	4,1	19,5	893
250	4,4	20,4	958
375	4,2	20,4	864
500	4,4	20,3	1.041

Fonte: Elaboração dos autores (2015)

Ressalta-se que, apesar de o herbicida fomesafen não prejudicar a produção do feijoeiro, mesmo quando aplicados 2 L ha⁻¹ do produto comercial, a persistência do ingrediente ativo no solo é variável, dependendo ainda de características do solo (COBUCCI, 1996; COBUCCI et al., 1998; JAKELAITIS et al., 2006; SILVA et al., 2013). Dessa forma, torna-se indispensável o conhecimento dos níveis de resíduos do fomesafen no solo no momento da instalação da cultura em sucessão. O uso seguro e eficiente desse herbicida requer, portanto, conhecimentos para detecção da presença de seus resíduos no solo, de sua seletividade para a cultura e seus efeitos sobre as espécies daninhas e também dos processos que controlam sua persistência no meio ambiente.

Conclusões

O aumento da população no intervalo entre 100 e 300 mil plantas por hectare reduz o número de vagens por planta, mas não afeta o rendimento de grãos. As doses 125, 250, 375 e 500 g ha⁻¹ de fomesafen apresentam igual comportamento sobre a produção do feijoeiro.

Fomesafen application rates on dry bean grown at different sowing densities

Abstract

Dry bean is a plant with a short vegetative cycle, broad adaptation to edaphoclimatic conditions, and considerable sensitivity to interference from weeds. Fomesafen is a herbicide recommended for this crop; however, in the V4 phenological stage of dry bean, any stress can hinder its development. Thus, we aimed to evaluate the effects of plant populations and different rates of fomesafen applied in the V4 stage on the primary grain yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The experiment was developed at the Lambari Experimental Farm – EPAMIG in a randomized block design in a 4 × 4 factorial arrangement, with three replications, involving four populations of the dry bean cultivar BRS Majestoso (100, 167, 233, and 300 thousand plants ha⁻¹) and four application

rates of fomesafen (125, 250, 375, and 500 g a.i. ha⁻¹), corresponding to 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 L ha⁻¹ of the commercial product used. Fomesafen was applied in post-emergence at the V4 stage of dry bean. At maturity, grain yield and its primary components (number of pods per plant and of grains and 100 grain weight) were evaluated. Results show that an increase in the population in the range of 100 to 300 thousand plants per hectare reduces the number of pods per plant, but does not affect grain yield and, in general, the four application rates of fomesafen tested have the same behavior on common bean production.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Herbicide. Yield.

Agradecimentos

À EPAMIG, pela cessão das áreas, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto e pela concessão de bolsas de produtividade e de estudo.

Referências

- ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S.; DEL PELOSO, M. J.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; FARIA, L. C. de; MELO, L. C.; BARROS, E. G. de; MOREIRA, M. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARTINS, M.; SANTOS, J. B. dos; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da; SARTORATO, A. BRSMG Majestoso: another common bean cultivar of carioca grain type for the state of Minas Gerais. Brazilian Society of Plant Breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 7, p. 403-405, 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66417/1/BRSMG-Majestoso.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2015.
- ANDRADE, M. J. B. Cultura do Feijoeiro. In: SCORSOLINI-COMIN, F. (Org.). **Aperfeiçoamento em agronegócio**. Ribeirão Preto: INEPAD, 2010, v. 2, p. 48-62.
- ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. p. 44-57.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 73-96.
- BORCHARTT, L.; JAKELAITIS, A.; VALADÃO, F. C. A.; VENTUROSOS, L. A. C.; SANTOS, C. L. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 725-734, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000300019>>. Acesso em: 30 nov. 2013.
- COBUCCI, T. **Avaliação agrônômica dos herbicidas fomesafen e bentazon e efeito de seus resíduos no ambiente, no sistema irrigado feijão-milho**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 106p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 1996.
- COBUCCI, T.; PRATES, H. T.; FALCÃO, C. L. M.; REZENDE, M. M. V. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops. **Weed Science**, v. 46, n. 2, p. 258-263, 1998.

Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66768/1/Effect-imazamox.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

COSTA, J. G. C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S. M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n. 2, p. 159-167, 1983. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/15172/8979>>. Acesso em: 15 maio 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar, a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>>. Acesso em: 17 maio 2016.

GALON, L.; AGOSTINETTO, D.; MORAES, P. V. D.; DAL MAGRO, T.; PANOZZO, L. E.; BRANDOLT, R. R.; SANTOS, L. S. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 709-718, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000400007>>. Acesso em: 05 maio 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estações Convencionais – Gráficos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf>. Acesso em: 06 jul. 2015.

JAKELAITIS, A.; VIVIAN, R.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; SILVA, A. F. Atividade residual no solo da mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen utilizados no cultivo convencional e direto do feijoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 533-540, 2006. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000300016>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

LAMEGO, F. P.; BASSO, C. J.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M.; SANTI, A. L.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; GALLON, N. Seletividade dos herbicidas s-metolachlor e alachlor para o feijão-carioca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 877-883, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000400018>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

MACHADO, A. F. L.; CAMARGO, A. P. M.; FERREIRA, L. R.; SEDIYAMA, T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G. Misturas de herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 107-114, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000100014>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

MANCUSO, M. A. C.; AIRES, B. C.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M. R.; SORATTO, R. P. Seletividade e eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 1, p. 025-032, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201663010004>>. Acesso em: 05 maio 2016.

OLIVEIRA, M. B.; ALVES, P. F.; TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, H. D.; SÁ, R. A.; CAMPOS, R. G. C.; CARVALHO, A. J.; ASPIAZÚ, I. Fitotoxicidade de herbicidas aplicados em diferentes épocas em pós-emergência do feijão-caupi. **Revista UniMontes Científica**, Montes Claros, v. 15, n. 1, jan./2013. Disponível em: <<http://www.ruc.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/135/127>>. Acesso em: 05 maio 2016.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, R. L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000100016>>. Acesso em: 07 fev. 2017.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ª Ed. Piracicaba: FEALQ, 2009, p. 35-60.

SILVA, V. P.; FERREIRA, L. R.; D'ANTONINO, L.; CARNEIRO, J. E.; SILVA, G. R.; FONTES, D. R. Eficiência e residual no solo de herbicidas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 961-970, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000400022>>. Acesso em: 10 maio 2016.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; ALVES, V. G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. IAPAR 81) em Gleissolo de Ponta Grossa, estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i3.1835>>. Acesso em: 05 maio 2015.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, N. M. B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio convencional em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 1, p. 39-43, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2530/253020353007.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2016.

SOUZA, A. B.; OLIVEIRA, D. P.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A. Populações de plantas e doses de nitrogênio para o Feijoeiro em sistema convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 998-1006, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21850/14744>>. Acesso em: 05 maio 2016.

WESTERMANN, D. T.; CROTHERS, S. E. Plant population effects on the seed yield components of beans. **Crop Science**, Madison, v. 17, n. 4, p. 493-496, 1977. Disponível em: <<http://doi:10.2135/cropsci1977.0011183X001700040002x>>. Acesso em: 17 maio 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 20/05/2016

Aceito em: 02/03/2017

Como citar:

ABNT

SILVA, L. O.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, F. A. D.; MORAIS, A. R. de; GONÇALVES, A. H.; ANDRADE, M. J. B. de. Doses de fomesafen no feijoeiro-comum cultivado em diferentes densidades de semeadura. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 57-66, jan./mar.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181001>

APA

SILVA, L. O., OLIVEIRA, D. P., MARTINS, F. A. D., MORAIS, A. R. de, GONÇALVES, A. H. & ANDRADE, M. J. B. de. (2018). Doses de fomesafen no feijoeiro-comum cultivado em diferentes densidades de semeadura. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 57-66. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181001>

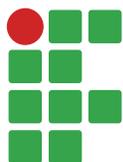
ISO

SILVA, L. O.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, F. A. D.; MORAIS, A. R. de; GONÇALVES, A. H. e ANDRADE, M. J. B. de. Doses de fomesafen no feijoeiro-comum cultivado em diferentes densidades de semeadura. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 57-66. Eissn 2316-1817.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181001>

VANCOUVER

Silva LO, Oliveira DP, Martins FAD, Morais AR de, Gonçalves AH, Andrade MJB de. Doses de fomesafen no feijoeiro-comum cultivado em diferentes densidades de semeadura. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 57-66. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181001>



Determinação de funções de produtividade de algodão e soja em cultivo sequeiro no extremo oeste da Bahia

Flávio Bittencourt¹

Everardo Chartuni Mantovani²

Gilberto Chohaku Sedyama³

Nerilson Terra Santos⁴

Resumo

Um estudo de caso foi realizado em fazendas localizadas nos municípios de São Desidério e de Correntina, região oeste da Bahia, nas safras de algodão e soja de 2008/2009 e 2009/2010, com o objetivo de determinar funções de produção por meio de modelos de regressão linear múltipla. Como variável dependente adotou-se a produtividade e como variáveis independentes foram adotadas a data do plantio, a evapotranspiração de referência, a evapotranspiração da cultura e a disponibilidade real de água no solo em três profundidades (0 a 30, 30 a 60 e 60 a 90 cm). Nenhum modelo se ajustou aos dados de produtividade da safra do algodão de 2008/2009. Entretanto, na safra 2009/2010 a produtividade do algodão foi descrita por um modelo composto pelas variáveis data do plantio e precipitação efetiva. A produtividade da soja na safra 2008/2009 pode ser explicada por um modelo com as variáveis data do plantio e evapotranspiração da cultura, e na safra 2009/2010 com as variáveis data do plantio e disponibilidade real de água no solo na profundidade de 0 a 30 cm. Concluiu-se que as produtividades de algodão e soja não puderam ser modeladas por um modelo único de função de produção, que a data do plantio correlacionou negativamente em todas as culturas, exceto para o algodão na safra 2008/2009 e a interrelação entre as variáveis estudadas em cada período e cultura indica que a influência de determinado parâmetro na produtividade varia estatisticamente em cada situação.

Palavras-chave: Precipitação. Bahia. IRRIPLUS.

Introdução

Na região oeste da Bahia, em 2011, o algodão alcançou uma produtividade de 270 arrobas por hectare, valor somente ultrapassado pela Austrália cujo plantio é irrigado. Neste mesmo ano a produtividade da soja foi de 56 sacas por hectare atingindo um patamar superior à média brasileira e à americana (ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA – AIBA, 2012).

Em 2015, o fator climático, a queda de preço e o alto custo de produção forçaram a retração da área plantada da cultura do algodão. Todavia, a distribuição espacial da chuva favoreceu a cultura que teve produtividade média de pluma de 107 arrobas por hectare e superou a média nacional. A

1 Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), professor. flavio.bittencourt@unifal-mg.edu.br. Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro, Alfenas, MG, CEP 37130-000.

2 Universidade Federal de Viçosa (UFV), professor. everardo@ufv.br.

3 Universidade Federal de Viçosa (UFV), professor. g.sedyama@ufv.br.

4 Universidade Federal de Viçosa (UFV), professor. nsantos@ufv.br.

soja alcançou a produtividade de 49 sacas por hectare, um pouco abaixo da média brasileira, devido às estiagens. Entretanto, a expectativa para a safra 2015/2016 é que a produtividade conquiste um valor histórico de 57 sacas por hectare (ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA – AIBA, 2015).

Bons índices pluviométricos são observados entre os meses de outubro e março e, entre os anos 1997 e 2010, as médias mensais da precipitação pluvial variaram entre 131,3 e 250,5 mm, embora com grande irregularidade na distribuição espacial e temporal (ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA – AIBA, 2011).

Um conjunto de fatores como as características fisiográficas e a influência de vários sistemas atmosféricos colaboram para a irregularidade da distribuição espacial e temporal das chuvas na região oeste da Bahia. No período mais chuvoso, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, a precipitação pluvial está mais concentrada no oeste do Estado, diminuindo a partir de março até junho-julho-agosto e aumentando em setembro até fevereiro (ARAÚJO et al., 2008; TANAJURA et al. 2010).

Em condições de sequeiro, a produtividade das culturas é altamente dependente das interações entre os estádios de desenvolvimento da cultura e as variações climáticas. A intensidade, a regularidade e a distribuição da precipitação pluvial interferem significativamente nesse tipo de cultivo. O suprimento de água para uma cultura resulta de interações que se estabelecem ao longo do sistema solo-planta-atmosfera; à medida que o solo seca, mais difícil é para a planta absorver água, ocasionando déficit hídrico. A deficiência hídrica afeta acentuadamente alguns processos morfofisiológicos nas culturas, como a redução da produção da massa foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas.

A precipitação pluvial é uma variável que pode ser quantificada e é um elemento climático fundamental para as plantas, sendo essencial para o crescimento, desempenhando um papel importante na fotossíntese e, portanto, na produção. Se os demais fatores de produção são fixos, em nível ótimo, a produtividade depende exclusivamente da água (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005) e no caso do cultivo em sequeiro da precipitação pluvial.

Assim, depreende-se que a produtividade das culturas agrícolas é resultado da interação de vários fatores referentes ao solo, à planta e à atmosfera. São relações complexas que envolvem processos biológicos, fisiológicos, físicos e químicos. A relação funcional entre esses fatores e a produção das culturas é denominada de função de produção (MAÑAS; VALERO, 1993; DOORENBOS; KASSAN, 1994; LEAL, 2000; FACCIOLI, 2002; FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005).

Na região oeste da Bahia, São Desidério e Correntina são dois municípios entre aqueles com maior volume de exportação do estado. Os dois municípios fazem parte de uma região da Bahia em que a produção de algodão já alcança 98 % da produção estadual e 30 % da produção nacional, e a soja, 100 % da estadual e 5 % da nacional (ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA – AIBA, 2011).

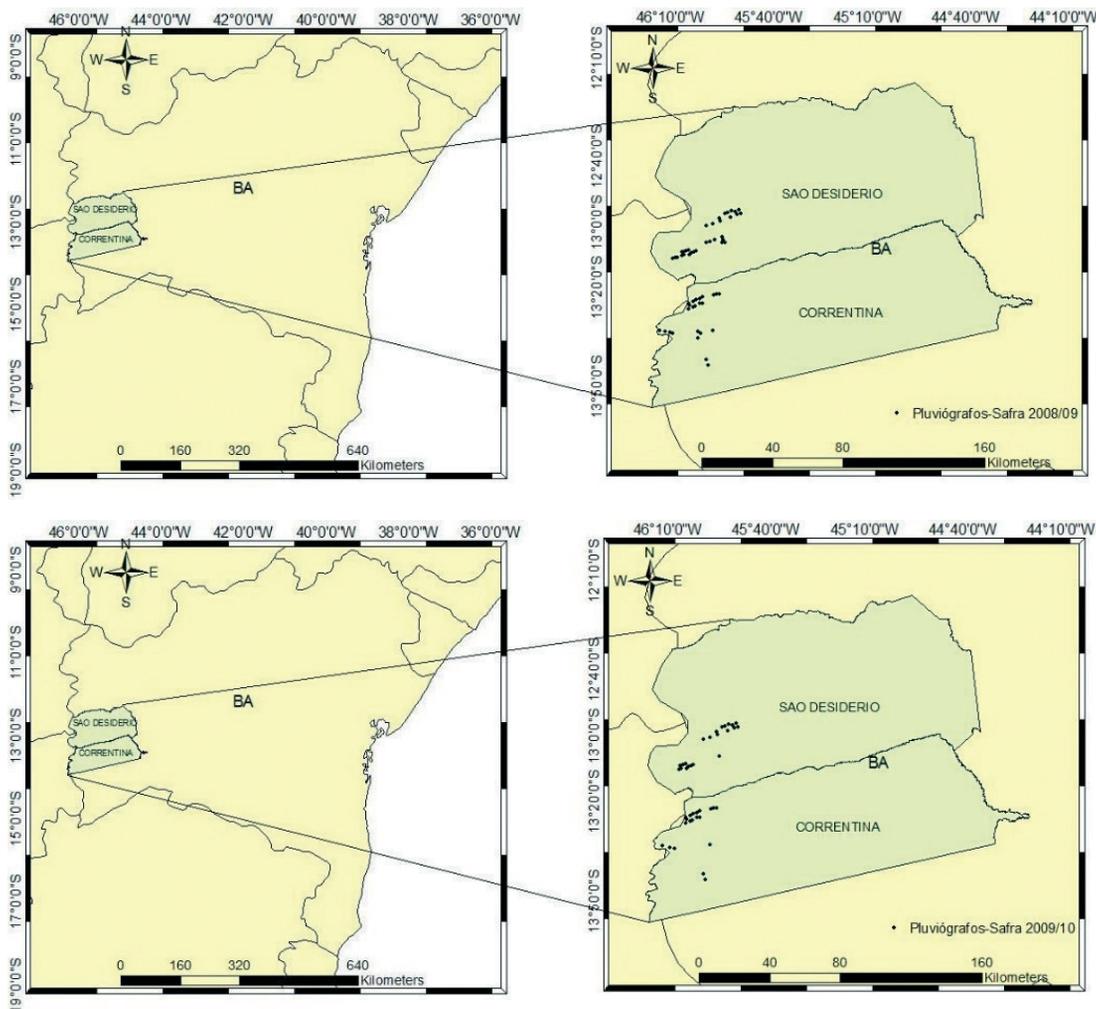
O cultivo sequeiro é predominante na região oeste da Bahia, principalmente nos municípios mencionados acima, além disso, não foram encontrados na literatura trabalhos que apresentem estudos sobre funções de produção de algodão e soja para esta região. Devido a esses fatores, o objetivo deste trabalho foi o de modelar funções de produção para as culturas de algodão e soja a partir dos dados cedidos pela empresa IRRIGER de fazendas situadas nestes municípios nas safras 2008/2009 e 2009/2010.

Material e métodos

Os dados utilizados neste trabalho são oriundos de 15 fazendas do Grupo MAEDA S/A, localizadas nos municípios de São Desidério e Correntina, extremo oeste baiano, somando-se um total de mais de 30 mil hectares de área. São referentes às safras 2008/2009 e 2009/2010 das culturas de algodão e soja e foram fornecidos pela IRRIGER, empresa que se dedica à prestação de serviços relacionados à gestão da irrigação e da precipitação pluviométrica em área de produção agrícola extensiva, utilizando critérios técnicos adequados e ferramentas de análise comprovadas cientificamente (MANTOVANI; MOREIRA, 2010).

Foram instalados 58 pluviômetros para acompanhar a precipitação pluvial das glebas cultivadas, distanciados, no mínimo, por aproximadamente dois mil metros um do outro, podendo em uma mesma fazenda ter mais de um pluviômetro dependendo do número de gleba cultivada. Na safra 2008/2009 foram utilizados os dados de 56 deles e na safra 2009/2010 de 42. A disposição dos pluviômetros na área estudada pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1. Distribuição espacial dos pluviômetros na área estudada de acordo com as safras



Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

As curvas de retenção de água do solo das fazendas do estudo foram obtidas para determinar a capacidade de campo (cc) e o ponto de murcha permanente (pm) e a densidade aparente do solo

em três profundidades (0 a 30, 30 a 60 e 60 a 90 cm). Para cada cultura e cultivar foi adotado um fator de disponibilidade de água no solo, fator f , parâmetro que limita a parte da água que está disponível no solo para a planta e funciona como um fator de segurança abaixo do qual a cultura sofre pelo déficit hídrico; conforme a gleba cultivada o valor estava entre 0,6 e 0,7.

O programa IRRIPLUS (IRRIPLUS, 2008) foi utilizado em diversas situações, como para o monitoramento da água disponível no solo, para o cálculo da precipitação efetiva, da evapotranspiração de referência, da evapotranspiração da cultura, entre outros.

A disponibilidade total de água no solo (DTA) calculada pela Equação 1 é uma característica do solo que corresponde à água armazenada no intervalo entre as umidades correspondentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente. Pode ser expressa em altura de lâmina de água por profundidade do solo, geralmente em mm de água por cm de solo ou em volume de água por unidade de área de solo (BERNARDO et al., 2006).

$$DTA = \frac{cc - pm}{10} da \quad (1)$$

em que:

DTA - disponibilidade total de água no solo (mm cm⁻¹);

cc - capacidade de campo (%);

pm - ponto de murcha permanente (%);

da - densidade aparente do solo (g cm⁻³).

Com os valores de f , cc e pm foi calculada a disponibilidade real de água no solo (DRA) para cada gleba onde estavam os pluviógrafos. A DRA é definida como a fração da disponibilidade total de água no solo que a cultura poderá utilizar sem afetar significativamente a sua produtividade, dada pela Equação 2 (BERNARDO et al., 2006).

$$DRA = DTA \times f \quad (2)$$

em que:

DRA: disponibilidade real de água no solo (mm cm⁻¹);

DTA: disponibilidade total de água no solo (mm cm⁻¹);

f : fator de disponibilidade de água no solo.

As entradas no modelo do balanço hídrico são as variáveis precipitação e irrigação. A saída considera a evapotranspiração, o escoamento superficial e a percolação. O IRRIPLUS (IRRIPLUS, 2008) calcula a evapotranspiração de referência (ET_o), Equação 3, por meio do modelo de Penman-Monteith sendo representado segundo Hamakawa (2002) por:

$$ET_o = \frac{\delta}{(\delta + \gamma^*)} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{(\delta + \gamma^*)} \frac{900}{(t + 275)} U_2 (e_s - e_d) \quad (3)$$

em que:

ET_o - evapotranspiração de referência (mm d⁻¹)

R_n - saldo da radiação (MJ m⁻² d⁻¹)

G - fluxo de calor no solo (MJ m⁻² d⁻¹)

t - temperatura média do ar (°C)

U₂ - velocidade média do vento, medida a 2 metros de altura no período de 24 horas (m s⁻¹)

- e_s - pressão de vapor de saturação à temperatura média (kPa)
 e_d - pressão de vapor média diária (kPa)
 δ - declividade da curva de pressão de vapor de saturação na temperatura t (kPa °C⁻¹)
 γ - coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹)
 γ^* - coeficiente psicrométrico modificado (kPa °C⁻¹)
 λ - calor latente de evaporação à temperatura t (MJ kg⁻¹ - vapor de água)

Para o cálculo da evapotranspiração da cultura, Equação 4, o programa considera o modelo formulado por Mantovani e Costa (1998) citado por Mantovani et al. (2013):

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \cdot K_s \cdot K_l \quad (4)$$

em que:

- ET_c - evapotranspiração da cultura, em mm d⁻¹;
 ET_o - evapotranspiração de referência, em mm d⁻¹;
 K_c - coeficiente de cultura, adimensional;
 K_s - coeficiente de estresse hídrico, adimensional;
 K_l - coeficiente de localização, adimensional.

O valor do coeficiente de estresse (K_s), Equação 5, é calculado utilizando o modelo logarítmico proposto por Bernardo et al. (2006):

$$K_s = \frac{\ln(LAA+1)}{\ln(CTA+1)} \quad (5)$$

em que:

- K_s - coeficiente de estresse;
 LAA - lâmina atual de água no solo, em mm;
 CTA - capacidade total de água no solo, em mm.

No caso de utilização de sistemas irrigados, utiliza-se do valor do coeficiente de localização de irrigação (K_l), que é calculado em função da porcentagem de área molhada ou sombreada, sendo descrito por diversos modelos (MANTOVANI et al., 2009) e o mais utilizado é o desenvolvido por Keller e Bliesner (1990), Equação 6:

$$K_l = 0,1\sqrt{P} \quad (6)$$

em que:

- K_l - coeficiente de localização de irrigação, adimensional;
 P - porcentagem de área molhada ou sombreada, %.

A precipitação efetiva considerada neste trabalho é aquela que fica armazenada no solo até a profundidade efetiva das raízes das plantas, atendendo às necessidades hídricas e representa a parcela da precipitação total deduzida das perdas por escoamento superficial e percolação (BACK et al., 1998; SAMPAIO et al., 2000; BARBOSA et al., 2005).

A data do plantio das culturas variou de safra e de fazendas, o plantio do algodão na safra 2008/2009 foi de 06/12/2008 a 09/01/2009 e na safra 2009/2010 de 30/11/2009 a 21/12/2009.

Para a soja, a safra 2008/2009 foi de 05/11/2008 a 22/12/2008 e a safra 2009/2010 de 22/10/2009 a 16/12/2009.

O modelo de regressão linear múltipla foi adotado para modelar a função de produção de cada cultura e safra e está representado pela Equação 7.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^7 \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

em que:

Y - produtividade da cultura (algodão ou soja) nas safras estudadas (@ ha⁻¹ ou sc ha⁻¹);

β_0 e β_i - são os coeficientes de regressão a serem estimados, $i = 1, \dots, 7$;

X_1 - data do plantio (dias);

X_2 - evapotranspiração de referência total da cultura (mm d⁻¹);

X_3 - evapotranspiração total da cultura (mm d⁻¹);

X_4 - precipitação efetiva total (mm);

X_5, X_6, X_7 - disponibilidade real de água no solo em três profundidades (mm cm⁻¹);

ε_i - erro aleatório assumido como independente com distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Antes de obter as estimativas dos coeficientes de cada modelo, foram mensuradas as correlações (r) entre as variáveis. O desejável é que as variáveis independentes apresentem correlação forte com a variável dependente e correlações fracas entre si. Para Devore (2012), a correlação é fraca se $0 \leq |r| \leq 0,5$, forte se $0,8 \leq |r| \leq 1$, e moderada caso contrário. Além disso, observou-se a dependência entre duas variáveis independentes, averiguada por meio da estatística fator de inflação da variância (VIF), Equação 8. Heiberger (2013) afirma que variáveis independentes com VIF acima de 5 apresentam colinearidade com outra variável independente e não devem fazer parte do modelo. O VIF foi calculado utilizando o pacote *car* (FOX; WEISBERG, 2011) do programa R (R CORE TEAM, 2015).

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}, j = 1, 2, \dots, p \quad (8)$$

em que:

R_j^2 - é o quadrado do coeficiente de correlação múltipla resultante quando a variável X_j é regredida contra as outras variáveis preditoras;

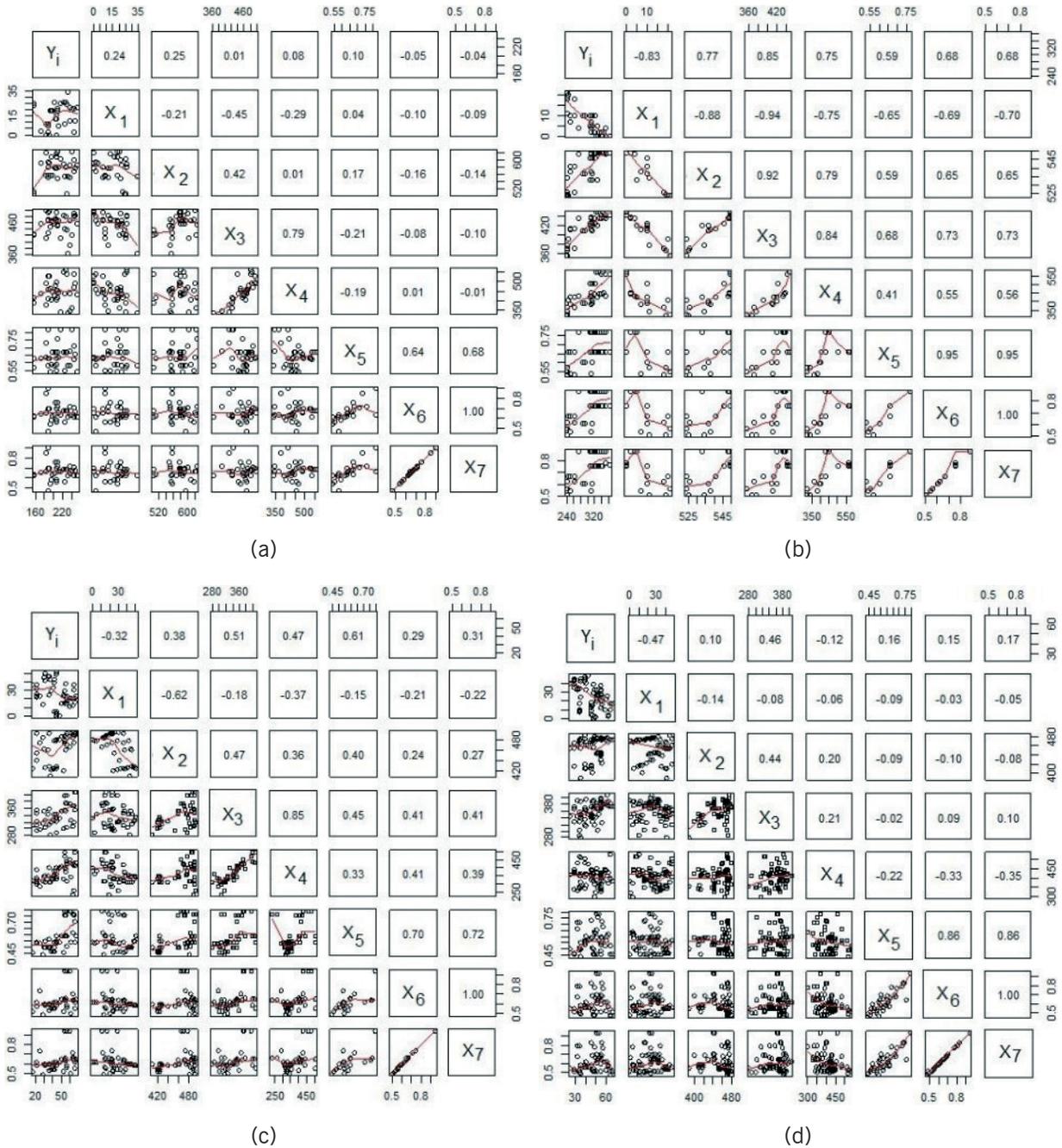
p - é o número de variáveis preditoras.

O método *stepwise* foi adotado para buscar o modelo que apresentasse variáveis independentes influentes e menor AIC (Critério de Informação de Akaike).

Resultados e discussão

As correlações entre as variáveis foram obtidas e são apresentadas para cada safra e cultura na Figura 2. Os gráficos foram confeccionados pelo programa R (R CORE TEAM, 2015) e exibem, além do valor da correlação entre duas variáveis, os diagramas de dispersão entre as variáveis.

Figura 2. Correlação múltipla entre as variáveis candidatas aos modelos das safras e culturas: (a) safra 2008/2009 e (b) safra 2009/2010 da cultura do algodão; (c) safra 2008/2009 e (d) safra 2009/2010 da cultura da soja



Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

A primeira linha de cada figura representa as correlações entre a variável dependente (Y) e as demais variáveis independentes (X_i). Na segunda linha são mostradas as correlações entre a variável X_1 e as demais variáveis independentes e assim sucessivamente.

Na safra 2009/2010 da cultura do algodão pode ser observado que as correlações são de moderadas a fortes e nos demais casos se classificam como de fracas a moderadas. Algumas variáveis independentes apresentam correlações de moderadas a fortes entre si, o que é um indicativo de colinearidade (ou multicolinearidade).

A colinearidade das variáveis independentes foi mensurada pela estatística VIF e após extinguir todas as combinações possíveis foram obtidas as seguintes variáveis candidatas e valores dos VIFs para cada cultura e safra, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores do fator de inflação de variância das variáveis independentes candidatas aos modelos segundo as culturas e safras

Culturas	Safras	Variáveis						
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Algodão	2008/09	1,15	1,08	-	1,13	1,07	-	-
	2009/10	3,43	-	-	2,37	1,78	-	-
Soja	2008/09	1,03	1,28	1,26	1,21	1,07	-	-
	2009/10	1,77	1,95	-	1,28	1,03	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Na safra 2008/2009 da cultura do algodão, as variáveis candidatas foram X_1 , X_2 , X_4 e X_5 . Na safra 2009/2010, X_1 , X_4 e X_5 . Na safra 2009/2010 da cultura da soja, X_1 , X_2 , X_3 , X_4 e X_5 . E na safra 2009/2010, X_1 , X_2 , X_4 e X_5 .

Embora essas sejam as variáveis candidatas por apresentar menor VIF, ainda não é suficiente para que elas componham o modelo. Em todos os casos acima foi utilizado o método stepwise e o AIC e obteve-se os modelos ajustados e estatísticas apresentados pelas Equações 9, 10 e 11.

$$Y_1 = 260,0426 - 3,5627X_1 + 0,1540X_4 \quad (9)$$

sendo $F = 43,64$; $p < 0,0001$; $R_{aj}^2 = 70,9\%$

$$Y_2 = -4,0526 - 0,3507X_1 + 0,1646X_3 \quad (10)$$

sendo $F = 22,42$; $p < 0,0001$; $R_{aj}^2 = 38,3\%$

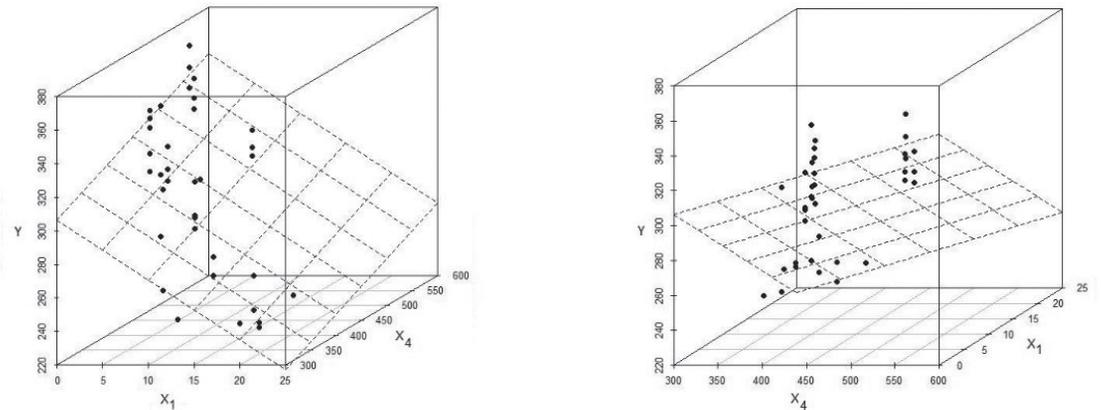
$$Y_3 = 2,5729 - 0,2857X_1 + 88,4812X_5 \quad (11)$$

sendo $F = 25,43$; $p < 0,0001$; $R_{aj}^2 = 38,51\%$

Para descrever a produtividade da safra 2008/2009 da cultura do algodão não se obteve um modelo cujos coeficientes fossem significativos. Os modelos obtidos Y_1 , que descrevem a produtividade da safra 2009/2010 da cultura do algodão, Y_2 e Y_3 , que descrevem, respectivamente, a produtividade das safras 2008/2009 e 2009/2010 da cultura da soja, apresentaram em comum a variável X_1 , além de apresentar estimativa negativa para o coeficiente β_1 . Tal resultado implica redução da produtividade quanto mais tarde for o plantio.

Os diagramas de dispersão e o plano ajustado para cada modelo ajustado foram confeccionados por meio do pacote *scatterplot3d* (LIGGES; MÄCHLER, 2003) do programa R (R CORE TEAM, 2015). Para a safra 2009/2010 do algodão, o plano ajustado e o diagrama de dispersão dos valores observados podem ser visualizados em duas perspectivas na Figura 3, na qual a variável dependente está representada no eixo vertical e as variáveis independentes estão representadas nos eixos horizontais.

Figura 3. Diagrama de dispersão e plano ajustado à produtividade da cultura do algodão na safra 2009/2010 em duas perspectivas

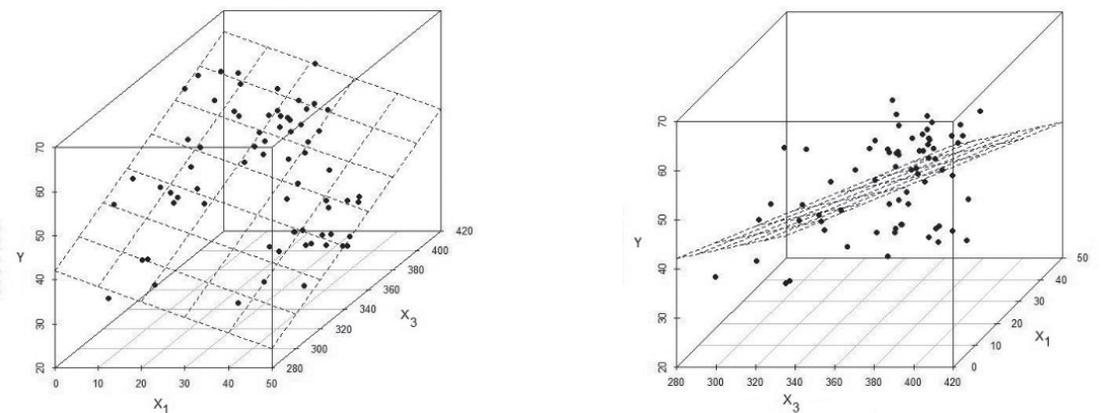


Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Pode-se observar que quando o plantio foi realizado mais tarde e quando a precipitação efetiva total foi menor, a produtividade, como variável dependente, diminui. O início do plantio ocorrido em 30/11/2009, $X_1 = 0$, apresenta maior produtividade, valor este que vai decrescendo a partir de $X_1 = 5$. Por outro lado, a precipitação efetiva total apresenta valores positivos de produtividade quando $450 < X_4 < 500$ mm.

Na Figura 4 o plano ajustado, Equação 10, e o diagrama de dispersão apresentam no eixo vertical a produtividade e nos eixos horizontais a data de plantio e a evapotranspiração total da cultura.

Figura 4. Diagrama de dispersão e plano ajustado à produtividade da cultura da soja na safra 2008/2009 em duas perspectivas

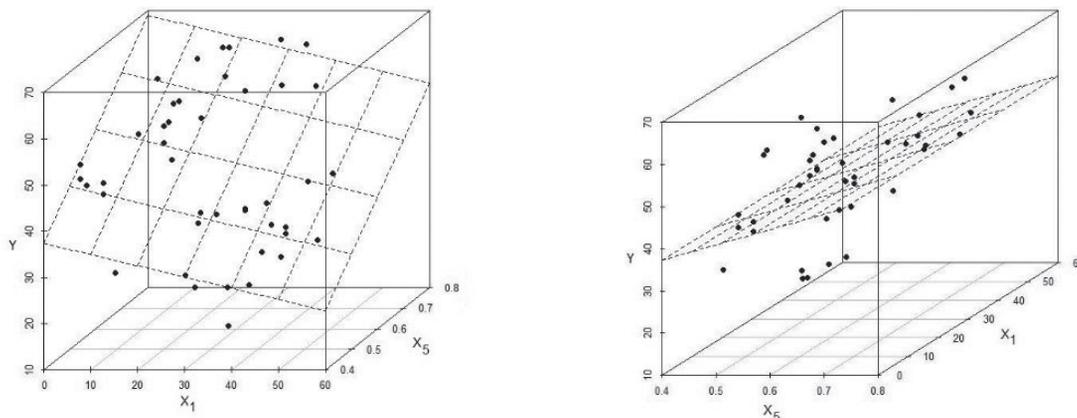


Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

A soja produziu mais quando a data do plantio estava mais próxima do dia 05/11/2008 ($X_1=0$) e quando a variável X_3 apresentava valores acima de 320 mm d⁻¹.

A Figura 5 exibe o plano ajustado, Equação 11, e o diagrama de dispersão dos valores observados da safra 2009/2010 da cultura da soja. No eixo vertical está apresentada a variável dependente e nos eixos horizontais as variáveis X_1 e X_5 .

Figura 5. Diagrama de dispersão e plano ajustado à produtividade da cultura da soja na safra 2009/2010 em duas perspectivas



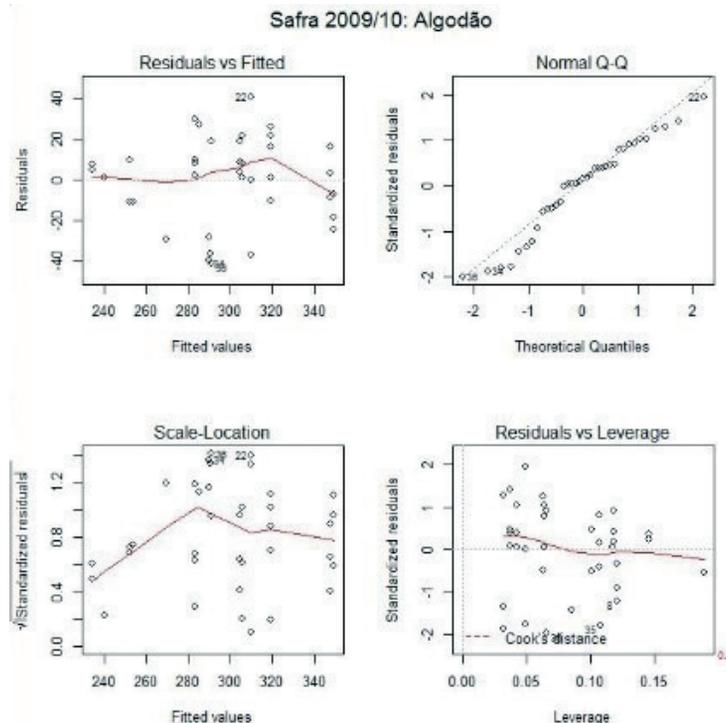
Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Observa-se que quando $10 < X_1 < 30$ dias após o início do plantio (22/10/2009) e para valores observados maiores de X_5 a produtividade obtida foi maior do que para outros valores.

Os diferentes modelos encontrados e a visualização dos gráficos permitem observar que a estimativa da produtividade não possui um único padrão de comportamento, sendo diferente para cada safra e cultura, quando consideradas as variáveis independentes adotadas neste trabalho. Pode-se observar que poucos pontos se distribuem sobre o plano encontrado para estimar a produtividade, o que corrobora os valores do R_{aj}^2 encontrados para cada modelo.

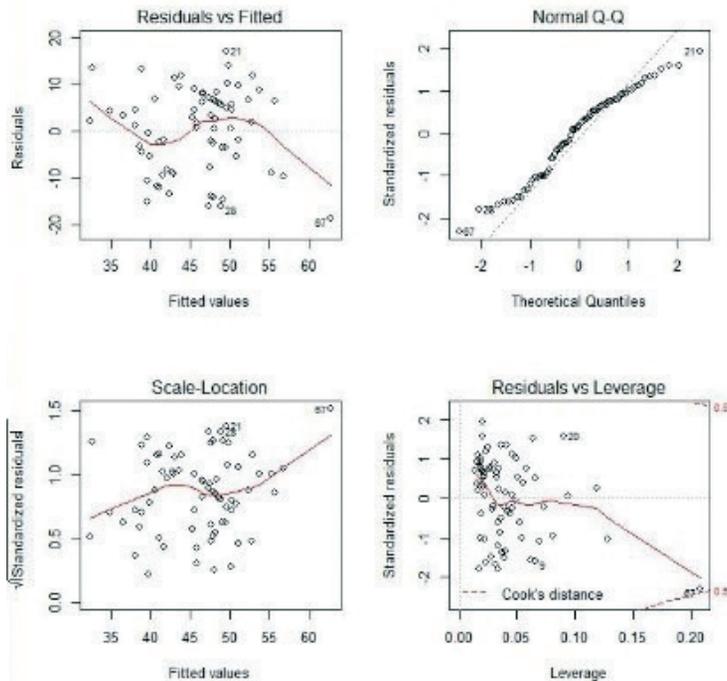
Os modelos ajustados tiveram as suas pressuposições testadas: normalidade, homogeneidade de variância e independência dos resíduos, sendo as análises gráficas apresentadas na Figura 6.

Figura 6. Comportamento dos resíduos dos modelos ajustados segundo as safras e culturas para a visualização das violações das pressuposições



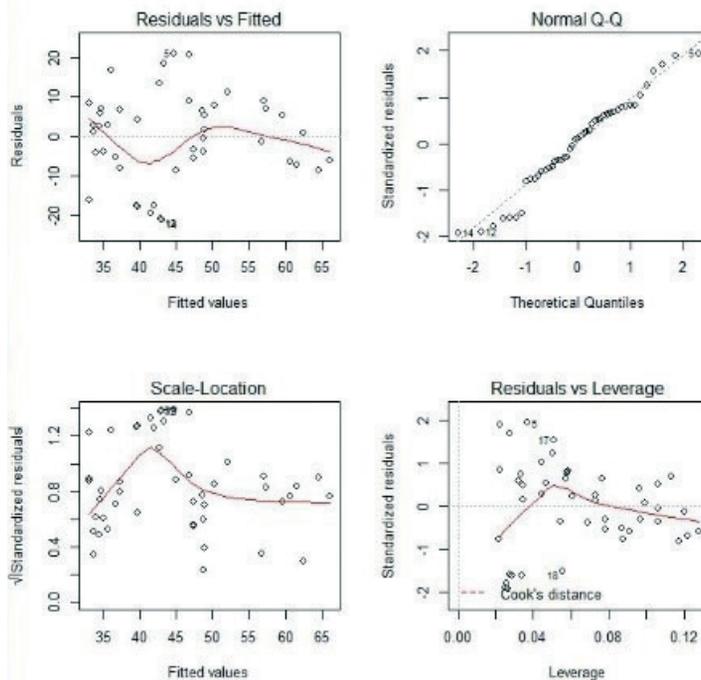
(a)

Safra 2008/09: Soja



(b)

Safra 2009/10: Soja



(c)

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Para cada modelo ajustado são apresentados quatro gráficos, em que o primeiro deles avalia a homogeneidade de variâncias e a independência dos resíduos. No segundo gráfico, à direita do anterior, pode ser observado se os resíduos se distribuem normalmente. A homogeneidade de vari-

âncias e a independência dos resíduos também podem ser avaliadas no terceiro gráfico, o qual é o mais indicado para tal fim. O último gráfico permite visualizar se há valores influentes no conjunto de dados. Conclui-se pela visualização dos gráficos que as pressuposições dos modelos ajustados em todos os casos foram atendidas.

O pacote *lmtest* (ZEILEIS; HOTHORN, 2002) do programa R (R CORE TEAM, 2015) foi utilizado para testar as pressuposições, sendo apresentados os testes e os respectivos valores-p na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos testes estatísticos das pressuposições dos modelos adotados

Culturas	Safras	Valor-p		
		Shapiro-Wilk	Breusch-Pagan	Breusch-Godfrey
Algodão	2009/10	0,2036	0,8131	0,1787
Soja	2008/09	0,0594	0,9046	0,3771
	2009/10	0,2281	0,1823	0,09511

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

A hipótese nula do teste Shapiro-Wilk é a de que os resíduos seguem distribuição normal, no teste Breusch-Pagan a hipótese nula é a de que há homogeneidade de variância e no teste Breusch-Godfrey, a hipótese nula é a de que os resíduos são independentes. Assim, depreende-se, de acordo com os testes ora apresentados, que as pressuposições dos modelos ajustados foram atendidas.

Conclusões

A partir dos resultados apresentados e da discussão discorrida conclui-se que: as produtividades de algodão e soja das fazendas estudadas não puderam ser modeladas por meio de um modelo único de função de produção para cada cultura e safra, pois apresentaram variáveis independentes diferentes. As variáveis independentes adotadas para modelar a produtividade apresentaram forte correlação entre si e, em alguns casos, fraca correlação com a variável dependente. Pode-se observar que poucos pontos se distribuem sobre o plano encontrado para estimar a produtividade, o que corrobora os valores encontrados para o R_{aj}^2 .

Como a estimativa do coeficiente da variável X_1 apresentou valor negativo, sugere-se que o intervalo de plantio entre as fazendas seja diminuído e que se adote uma data ótima para o início do plantio, que poderia ser no início de dezembro para o algodão e no início de novembro para a soja.

A interrelação entre as variáveis estudadas em cada período e cultura indica que a influência de determinado parâmetro na produtividade varia estatisticamente em cada situação.

Agradecimentos

À IRRIGER e ao grupo MAEDA pela cessão dos dados.

À Capes pelo auxílio financeiro.

Productiveness functions determination in cotton and soybeans harvested by dry cultivation in far western Bahia

Abstract

A case study was carried out on cotton and soybean farms located in the communities of São Desidério and Correntina, western region of Bahia in 2008/2009 and 2009/2010, aiming to determine production functions through multiple linear regression models. As dependent variable, productiveness was adopted. On the other hand, for the independent variables, cropping date, referential evapotranspiration, cropping evapotranspiration and the ground factual water availability in 3 field depth (0 to 30, 30 to 60, and 60 to 90 cm) were adopted. None of the models adjusted to cotton and soybean productiveness data of 2008/2009. Nevertheless, in the harvest of 2009/2010, cotton productiveness was described by a model arranged by planting date and effective precipitation variables. 2008/2009 soybean productiveness can be justified by a model with cropping date variant and ground factual water availability in the depth from 0 to 30 cm. It is possible to conclude that cotton and soybean productiveness could not be modelled by a single functional production model, planting date correlated adversely in all cropping models, except for the 2008/2009 cotton production and the inter-relation between the studied variants in each term and production shows that the influence of a specific cropping parameter statistically vary in each situation.

Keywords: Precipitation. Bahia. IRRIPLUS.

Referências

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA (AIBA). **Anuário da Região Oeste da Bahia**: Safra 2010/11. Bahia, 2011. Disponível em: http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2013/11/anuario_oeste_bahia_2011.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2016.

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA (AIBA). **Anuário da Região Oeste da Bahia**: Safra 2010/12. Bahia, 2012. Disponível em: http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2013/11/anuario_oeste_bahia_2012.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2016.

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA (AIBA). **Anuário da Região Oeste da Bahia**: Safra 2014/15. Bahia, 2015. . Disponível em: <http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2015/12/Anu%C3%A1rio-Aiba-2014-15-WEB.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

ARAÚJO, L. E.; SOUSA, F. A. S.; RIBEIRO, M. A. F. M.; SANTOS, A. S. S.; MEDEIROS, P. C. Análise estatística de chuvas intensas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 32, n. 2, p. 162-169, mar. 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v23n2/05.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

BACK, A. J.; DORFMAN, R.; CLARKE, R. Avaliação de métodos para dimensionamento da irrigação suplementar em clima úmido. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 4, p. 33-49, out./dez. 1998. Disponível em: <https://abrh.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/51/f90e-002f3f0f05b199a6ca2fe5c0bc65_3f99c48907217bd50870695d8dcb3089.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2016.

BARBOSA, F. C.; TEIXEIRA, A. S.; GONDIM, R. S. Espacialização da evapotranspiração de referência e precipitação efetiva para estimativa das necessidades de irrigação na região do Baixo Jaguaribe – CE. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 36, n. 1, p. 24-33, jan./abr. 2005. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/4/5>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV-Imprensa Universitária, 2006.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

DOORENBOS, J. ; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande, PB: UFPB, 1994. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

FACCIOLI, G. G. **Modelagem da uniformidade e da lâmina de irrigação na produtividade do feijoeiro**. 2002. 192 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

FOX, J.; WEISBERG, S. **An R Companion to Applied Regression**. Second. Thousand Oaks CA: Sage, 2011. Disponível em: <<http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. (Editores Técnicos). **Planejamento de Irrigação: análise de decisão de investimento**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

HAMAKAWA, P. J. **Análises multivariadas e de séries temporais de elementos meteorológicos e de parâmetros fenológicos do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) sob diferentes estratégias de irrigação**. 2002. 165 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

HEIBERGER, R. M. **HH: Statistical Analysis and Data Display: Heiberger and Holland**. Vienna, Austria, 2013. R package version 2.1-32. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/HH/index.html>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

IRRIPLUS. 2008. **Sistema para Manejo de Irrigação: Versão 2.8: UFV/GESAI/CIENTEC-Viçosa**, 2008. Disponível em: <<http://www.irriplus.com.br/>>. Acesso em: 9 mar. 2016.

KELLER J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: AVI Book, 1990.

LEAL, B. G. **Sistema computacional para avaliação e estimativa das produtividades potencial e real das culturas agrícolas**. 2000. 96 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

LIGGES, U.; MÄCHLER, M. Scatterplot3d – an R packages for visualizing multivariate data. **Journal of Statistical Software**, v. 8, n. 11, p. 1-20, 2003. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

MAÑAS, M. S. O.; VALERO, J. (Coord.). **Agronomia Del Riego**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1993.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação**: princípios e métodos. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

MANTOVANI, E. C.; DELAZARI, F. T.; DIAS, L. E.; ASSIS, I. R.; VIEIRA, G. H. S.; LANDIM, F. M. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 602-606, out. - dez. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v31n4/15.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

MANTOVANI, E. C.; MOREIRA, H. M. Sistema Irriger de gerenciamento de irrigação. In: REUNIÓN INTERNACIONAL DE RIEGO, 2., 2010. **Anais...** Córdoba, AR, 2010. p. 29-38. (E. E. A. Manfredi, 9 y 10 de Noviembre, 2010). Disponível em: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-2010_riego.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SANO, E. E.; SANTOS, C. C. M.; SILVA, E. M.; CHAVES, J. M. Fronteira agrícola do oeste baiano: considerações sobre os aspectos temporais e ambientais. **Geociências**, UNESP, São Paulo, v. 30, n. 3. p. 479-489, jan. 2011. Disponível em: <http://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/30_3/Art%2013_Sano.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2016.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

SAMPAIO, S. C.; CORRÊA, M. M.; VILLAS-BÔAS, M. A.; OLIVEIRA, L. F. C. Estudo da precipitação efetiva para o município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 210-213, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v4n2/v4n2a13.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

TANAJURA, C. A. S.; GENZ, F.; ARAÚJO, H. A. Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: validação da simulação do clima presente do HADRM3P e comparação com os cenários A2 e B2 para 2070 e 2100. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 25, n. 3, p. 345-358, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n3/a06v25n3.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2016.

ZEILEIS, A.; HOTHORN, T. Diagnostic checking in regression relationships. **R News**, v. 2, n. 3, p. 7-10, 2002. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/doc/Rnews/>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 06/09/2016

Aceito em: 03/03/2017

Como citar:

ABNT

BITTENCOURT, F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; SANTOS, N. T. Determinação de funções de produtividade de algodão e soja em cultivo sequeiro no extremo oeste da Bahia. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 67-82, jan./mar. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181089>

APA

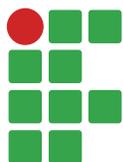
BITTENCOURT, F., MANTOVANI, E. C., SEDIYAMA, G. C. & SANTOS, N. T. (2018). Determinação de funções de produtividade de algodão e soja em cultivo sequeiro no extremo oeste da Bahia. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 67-82. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181089>

ISO

BITTENCOURT, F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. e SANTOS, N. T. Determinação de funções de produtividade de algodão e soja em cultivo sequeiro no extremo oeste da Bahia. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 67-82. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181089>

VANCOUVER

Bittencourt F, Mantovani EC, Sedyama GC, Santos NT. Determinação de funções de produtividade de algodão e soja em cultivo sequeiro no extremo oeste da Bahia. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 67-82. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181089>



Produção de biomassa de *Brachiaria ruziziensis* adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos

João Batista Dias Damaceno¹

Elvino Ferreira²

Danielle Monteiro de Oliveira³

Rodrigo de Souza Guimarães⁴

Romildo Torres da Gama⁵

Felipe de Jesus Padilha⁶

Resumo

Com as reservas de fósforo diminuindo gradativamente, o interesse em desenvolver alternativas para suprir a demanda de fertilizantes na agricultura vem sendo cada dia maior. Com isso, atentou-se para os resíduos orgânicos advindos do abate de animais, como ossos bovinos, que são fontes de fósforo (P) e cálcio (Ca) e podem ser destinados à agricultura. O único impasse na sua utilização é sua baixa solubilidade e disponibilidade de nutrientes às plantas. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos produtivos da forrageira *Brachiaria ruziziensis* quando submetida à adubação com farinha de ossos calcinada (FOC) sob tratamentos ácidos (oxálico a 10 %, acético a 10 % e clorídrico a 1 e 0,5 %, respectivamente). Nas avaliações foram consideradas as seguintes variáveis: matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e potencial hidrogeniônico (pH). Como padrão utilizou-se do superfosfato simples (SFS) para comparação. A acidificação da FOC proporcionou ganhos significativos de MFPA e MSPA na presença HCl_{1%} e o Acé_{10%} como extratores de P em relação à testemunha e à FOC sem utilização dos ácidos. A utilização de todos os ácidos na FOC proporcionou aumentos significativos no pH do solo.

Palavras-chave: Fósforo. Fontes alternativas. Resíduos pecuários. Forrageiras.

Introdução

De acordo com levantamentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), o Brasil possui um rebanho bovino de aproximadamente 210 milhões de cabeças e sua maioria é criada a pasto de forma extensiva. Entre as pastagens brasileiras utilizadas para este fim, estima-se que entre 60 e 80 % das pastagens plantadas no Brasil estejam sofrendo processos de degradação (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (2009), as principais causas de degradação de pastagens são o manejo inadequado, a capacidade de recuperação do pasto, as altas taxas de lotação e o pisoteio por animais. Além dessas

1 Fundação Universidade Federal do Amazonas (UFAM), doutorando em Agronomia (Produção Vegetal). Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP 69060-001. Manaus, Amazonas, Brasil. joaodiasrm@gmail.com.

2 Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), professor titular do Departamento de Agronomia. elvinoferreira@yahoo.com.br.

3 Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP), doutora em Ciências Florestais. dmoliveira.am@gmail.com.

4 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), mestre em Agronomia (Agricultura no Trópico Úmido). rsg_fca@yahoo.com.br.

5 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), mestrando em Agronomia (Agricultura no Trópico Úmido). romildo.ufpa@hotmail.com.

6 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), mestre em Agronomia (Agricultura no Trópico Úmido). felipepadilha@gmail.com.

causas, Dias-Filho (2011) inclui como fator importante de contribuição a ausência ou ineficiência das adubações corretivas ou de manutenção.

Na região amazônica, é estimado que cerca de 50 % das pastagens plantadas sofram algum processo de degradação ou já estejam degradadas pelo seu uso explorativo (SALMAN, 2007; COSTA et al., 2009; DIAS-FILHO, 2011). Entre os estados da Amazônia, o estado de Rondônia configura-se como um dos principais no setor de bovinocultura e pastagens. No entanto, é estimado que aproximadamente 5 milhões de hectares, onde havia florestas nativas, estão ocupados por pastagens cultivadas. Deste total, cerca de 40 % apresentam diferentes estágios de degradação e esses processos resultam na abertura de novas áreas (COSTA et al., 2004; DIAS-FILHO, 2011). Nos estudos de Dias-Filho (2011) sobre as principais causas de degradação de pastagens em Rondônia, observou-se que a ausência de adubação, principalmente a fosfatada, aparece como causa principal desse processo.

A principal deficiência observada nos solos tropicais é a do fósforo (P), que apresenta níveis muito baixos, sendo necessário que se promova a manutenção desse nutriente por meio de fontes externas de P. Sugere-se que a principal limitação na produtividade das pastagens seja a limitação de P e, em áreas degradadas, as forrageiras respondem bem à adubação com esse nutriente (DIAS-FILHO, 1998, 2014). No entanto, para realizar a manutenção de P nesses solos, as principais opções de fontes utilizadas que suprem essa demanda pelas pastagens são o superfosfato simples (SFS) e o superfosfato triplo (SFT) que são fertilizantes solúveis.

O grande impasse em utilizar de forma sistemática esses fertilizantes é a capacidade de produção das reservas de fosfato provenientes de rochas, pois há um indicativo de que as reservas comerciais desses fosfatos irão se esgotar entre 60 e 150 anos, resultando também em uma elevação gradual dos preços esperada para as próximas décadas (OELKERS; VALSAMI, 2008; LAPIDO-LOUREIRO et al., 2009). Devido a esse fato, torna-se necessário o desenvolvimento e estudo de fontes alternativas de P que supram essa demanda por fertilizantes com a mesma eficiência e garantia desse nutriente (PORTO et al., 2012). Estudos realizados por Costa et al. (2009) evidenciaram que resíduos sólidos processados, como a farinha de ossos bovinos, podem suprir a demanda das plantas por nutrientes essenciais, como o P, devido a suas composições químicas. Gomes, Malavolta e Alcarde (2002) mencionam que o uso da farinha de ossos tem potencial como adubo fosfatado, tal como o superfosfato simples e o superfosfato triplo.

No Brasil, segundo o IBGE (2015), apenas no 2º trimestre de 2015 foram abatidas 7,63 milhões de cabeças de bovinos, gerando 1,84 milhões de toneladas de carcaças. Esses ossos bovinos apresentam grande concentração de P, sendo relatados quase o dobro em sua composição quando comparados ao superfosfato simples; além disso, com o processo de queima desses ossos, evidencia-se a calcinação que, após a moagem, torna-se a farinha de ossos calcinada (FOC), com concentração elevada de óxido de cálcio.

O ponto negativo em se utilizar a FOC na agricultura é o fato de essa ser uma fonte de P de baixa solubilidade em água, sendo praticamente indisponível às plantas quando aplicada, o que demanda de acidificação para solubilização do fósforo presente, assim como ocorre com os fosfatos de rocha. Os pontos positivos na sua utilização são as quantidades dessa matéria-prima no Brasil, o aproveitamento de resíduos, a produção de forma manual e a sustentabilidade do sistema, uma vez que FOC pode retornar como fertilizante de pastagens (KOZEN; ALVARENGA, 2010; FERRO; CUNHA; FERREIRA, 2013). O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência da FOC como fertilizante quando submetida a distintos tratamentos ácidos aplicada em *Brachiaria ruziziensis*.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado na área da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Rondônia, município de Rolim de Moura nas coordenadas 11° 34' 58,60" S e 61°46'22,30" W a 277 m acima do nível do mar. O clima segundo classificação de Köppen é do Tipo Aw, com estação seca bem definida, temperatura mínima de 24 °C, máxima de 32 °C e média de 28 °C, com precipitação anual de 2.250 mm e com umidade relativa do ar elevada, oscilando em torno de 85 % (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). O experimento foi conduzido no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando cinco meses de avaliação. Os tratamentos utilizados estão descritos abaixo (Tabela 1).

O estudo foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e três repetições. Como fontes fosfatadas, foi utilizada a farinha de ossos calcinada (FOC), submetidas a diferentes concentrações de extratores e o superfosfato simples (SFS), visto que este último foi utilizado como padrão para os outros tratamentos (Tabela 1). Para cada fonte foram utilizados 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respeitando-se as concentrações de P₂O₅ cada uma. Adicionalmente, adotou-se uma testemunha geral (sem adubação) e uma testemunha para FOC (sem uso de extratores). As duas fontes de P estudadas foram trituradas e passadas em peneira de 2 mm para que fossem avaliadas em iguais condições.

Tabela 1. Tratamentos experimentais utilizando Farinha de Ossos Calcinada

Trat.	Descrição	Símbolo
1	Nitrogênio (Ureia) + Potássio (Cloreto de Potássio) + Fósforo (Superfosfato Simples)	SFS
2	Nitrogênio (Ureia) + Potássio (Cloreto de Potássio) + Fósforo (Farinha de Ossos Calcinada tratada com Ácido Oxálico a 10 %)	Oxá _{10%}
3	Nitrogênio (Ureia) + Potássio (Cloreto de Potássio) + Fósforo (Farinha de Ossos Calcinada tratada com Ácido Acético a 10 %)	Acé _{10%}
4	Nitrogênio (Ureia) + Potássio (Cloreto de Potássio) + Fósforo (Farinha de Ossos Calcinada tratada com Ácido Clorídrico a 1 %)	Hcl _{1%}
5	Nitrogênio (Ureia) + Potássio (Cloreto de Potássio) + Fósforo (Farinha de Ossos Calcinada tratada com Ácido Clorídrico a 0,5 %)	Hcl _{0,5%}
6	Nitrogênio (Ureia) + Potássio (Cloreto de Potássio) + Fósforo (Farinha de Ossos Calcinada sem tratamento ácido)	FOC
7	Testemunha Sem adubação	Test.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

O solo utilizado foi coletado e peneirado na própria área experimental e foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006) apresentando as seguintes características: pH em água = 5,4; Matéria Orgânica = 3 dag kg⁻¹; P = 3,7 mg dm⁻³; K = 102 mg dm⁻³; S-SO⁻² = 3,6 mg dm⁻³; Ca = 4,1 cmolc dm⁻³; Mg: 1,4 cmolc dm⁻³; Fe = 88 mg dm⁻³; Cu = 1,8 mg dm⁻³; Zn = 1,5 mg dm⁻³; Mn = 25 mg dm⁻³; B = 0,14 mg dm⁻³; H+Al = 4,8 cmolc dm⁻³; Al = 0,12 cmolc dm⁻³; SB = 5,7 cmolc dm⁻³; T = 10,5 cmolc dm⁻³; V = 54 %; m = 2 %; Areia = 530 g kg⁻¹; Silte = 83 g kg⁻¹; Argila = 381 g kg⁻¹ para a camada de 0-20 cm.

Adicionalmente aos tratamentos com adição de fontes fosfatadas, realizou-se a adubação complementar conforme as recomendações de Costa (2004). Foram aplicados para correção e manutenção dos níveis de N e K do solo, respectivamente: 100 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Não foi realizada calagem com o objetivo de verificar a influência da FOC sobre o pH. As fontes, concentrações e parcelamento da adubação estão descritas abaixo (Tabela 2).

Tabela 2. Fontes e concentrações dos fertilizantes aplicados no transplantio e em cobertura

Fontes	Concentrações	Plantio (g ⁻¹ /Vaso)	Cobertura (g ⁻¹ /Vaso)	
			60 DAT ¹	90 DAT
Ureia	45 % N	0,430	0,430	0,430
Cloreto de Potássio	60 % K ₂ O	0,226	—	—
Superfosfato Simples	18 % P ₂ O ₅	1,261	—	—
Farinha de Ossos Calcinada	35,7 % P ₂ O ₅	0,635	—	—

¹ Dias Após Transplantio.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

O plantio da *B. ruziziensis* foi realizado por meio de mudas coletadas e padronizadas na área experimental com altura média de 12 cm e massa média de 4,52 g, totalizando três mudas por recipiente, dispostas uniformemente. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos, com capacidade de 3,9 kg de solo peneirado. Os vasos foram dispostos a céu aberto e sob condições naturais, as quais se aproximam ao máximo das condições reais para o período. As regas diárias foram feitas até que as chuvas se estabilizassem (a partir de dezembro) e não houvesse mais necessidade, mantendo-se a mesma quantidade de água/ recipiente (300 ml/vaso/dia), utilizando regador manual. A retirada de plantas daninhas provenientes do banco de sementes do solo coletado foi feita de forma manual e conforme a ocorrência dentro de cada recipiente no início da implantação.

A FOC utilizada no experimento foi produzida de forma manual, em que foram coletados ossos bovinos de firma idônea, sendo realizada a queima desses para eliminação dos componentes orgânicos e maceração para diminuição das partículas. No processo de obtenção da FOC, os ossos bovinos foram alocados em churrasqueira de alvenaria e acomodados em grades de tela moeda, utilizando carvão para a queima. O material foi queimado por aproximadamente 8 horas, apresentando coloração acinzentada após o resfriamento. Logo após, os ossos foram triturados com uso de gral e pistilo e peneirados em malha de 2 mm para padronização. Amostras de FOC foram enviadas para análises dos teores de nutrientes. Foi constatada a presença de 35,7 % de P₂O₅, 43,76 % de CaO.

No sentido de aumentar a solubilidade do fosfato, foram utilizados os ácidos oxálico, acético e clorídrico (PAs) como extratores de P para a farinha de ossos. Para os ácidos oxálicos e acético, foi utilizada uma diluição de 10 ml dos produtos para cada 100 ml de água destilada. Para o ácido clorídrico (PA) foi utilizada uma diluição de 1 e 0,5 ml do ácido para cada 100 ml de água destilada. As soluções foram aplicadas para 100 g de farinha de ossos. Após as aplicações, a farinha foi homogeneizada e levada à estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 65 °C até atingir massa constante.

Para efeito de avaliação dos resultados foram analisadas as seguintes variáveis: massa fresca da parte aérea (MFPA); massa seca da parte aérea (MSPA) e potencial hidrogeniônico (pH). A MFPA foi obtida por meio da realização dos cortes da forrageira e posterior pesagem, utilizando balança digital de precisão. A MSPA foi obtida da mesma forma, porém com posterior secagem em estufa

de circulação de ar forçada com temperatura de 65 °C, durante 72 horas até a obtenção de massa constante.

Foram consideradas três épocas de avaliação: 60, 90 e 120 dias após o transplântio das mudas. Foram realizadas análises estatísticas de cada época de avaliação e, com as médias de cada período avaliado, obteve-se uma média geral das produções de MFPA e MSPA, realizando-se a análise geral. Para a avaliação do pH, ao final do experimento (120 dias), foi adotado o método de avaliação de pH em água na relação 1:2,5 (EMBRAPA, 1997). Os dados foram submetidos à análise de variância e o contraste de médias pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para auxiliar nas análises foi utilizado o programa Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Resultados e discussão

As plantas de *B. ruziziensis* se desenvolveram até 60 dias após o transplântio, possibilitando o primeiro corte da forrageira com 25 cm do solo. Obtiveram-se maiores incrementos de MFPA e MSPA quando foi aplicado o tratamento com P mais solúvel e prontamente disponível à forrageira. O SFS proporcionou acúmulo de MFPA e MSPA de 509,8 % e 592,3 %, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha absoluta (Tabela 3).

Tabela 3. Produção de Matéria Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) de *B. ruziziensis* (g kg⁻¹)¹ aos 60, 90 e 120 dias após plantio.

Trat. ²	Dias Após Transplântio -DAP							
	60		90		120		Média	
	MFPA	MSPA	MFPA	MSPA	MFPA	MSPA	MFPA	MSPA
SFS	41,3 a ³	10,2 a	24,9 a	6,5 a	27,0 a	6,4 a	31,1 a	7,7 a
Oxá _{10%}	23,7 bc	5,5 bc	21,4 a	5,4 ab	23,1 a	5,5 a	22,7 abc	5,5 abc
Acé _{10%}	26,9 b	6,5 bc	20,1 ab	5,0 abc	22,8 a	5,4 a	23,3 ab	5,6 ab
HCl _{1%}	28,7 b	8,0 ab	18,3 ab	4,5 abc	23,4 a	5,6 a	23,5 ab	6,0 ab
HCl _{0,5%}	16,3 cd	3,8 cd	12,6 bc	3,2 bcd	14,0 b	3,3 b	14,3 bcd	3,4 bcd
FOC	11,2 de	2,3 d	12,2 bc	2,6 cd	10,2 bc	2,4 bc	11,2 cd	2,4 cd
Test.	6,0 e	1,4 d	6,1 c	1,2 d	6,3 c	1,5 c	6,1 d	1,3 d
CV (%)	15.27	19.90	8.07	23.58	10.57	10.60	22.26	23.95
F	37.4	25.2	14.0	10.7	50.6	50.4	12.5	12.2
p	< 0.001	<.0001	<.0001	<.0001	<0.001	<0.001	<.0001	<.0001

¹ Recipiente plástico (3,9 kg). ² Tratamentos aplicados: Superfosfato Simples (SFS); FOC + Ácido oxálico a 10% (Oxá_{10%}); FOC + Ácido Acético a 10% (Acé_{10%}); FOC + Ácido Clorídrico a 1% (HCl_{1%}); FOC + Ácido Clorídrico a 0,5% (HCl_{0,5%}); Farinha de ossos calcinada (FOC) e Testemunha (Test.). ³ As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Quando comparado o tratamento padrão (SFS) com o tratamento FOC, observaram-se ganhos de produção de MFPA e MSPA de 277,6 % e 320,8 %, respectivamente, evidenciando que a baixa solubilidade inicial da FOC (0,26 %) (FERREIRA; BALBINO, 2014) prejudicou o desenvolvimento inicial da *B. ruziziensis*. A maior produção de MSPA pode estar ligada à alta disponibilidade de P pelo SFS, que oferece boas condições iniciais para a planta. Não foram observados sintomas pela deficiência de P, como manchas arroxeadas nas folhas, sintomas citados na literatura em gramíneas (COELHO et al., 2002). Contudo, mesmo aplicando doses recomendadas de N e K para a forrageira, o tratamento apenas com FOC promoveu decréscimos na produção de MFPA e MSPA. Esse efeito confirma que a ausência ou a baixa disponibilidade de P limita a produção vegetal (FAGERIA, 2008). O efeito dos baixos níveis de P disponível pode também ter diminuído a absorção de nitrogênio na planta e é reportado na literatura, pois existe interação entre os elementos (LIRA et al., 1994).

Quando utilizado os extratores ácidos, ocorreram maiores produções de MFPA e MSPA na *B. ruziziensis* em relação ao tratamento sem extrator (FOC). Na média dos três cortes realizados foram obtidos incrementos significativos, com o tratamento HCl 1% (23,5 g kg⁻¹) e (6,0 g kg⁻¹) e Acé 10% (23,3 g kg⁻¹) e (5,6 g kg⁻¹), respectivamente, para MFPA e MSPA. Tal comportamento é indicativo do potencial de uso da FOC acidificada para promoção da reciclagem de nutrientes a aproveitamento de resíduos para a agricultura familiar em locais onde o comércio de carnes ainda não conta com grande desenvolvimento e, por isso, os ossos são descartados de maneira não criteriosa no ambiente, provocando poluição e transtornos sanitários.

A relação de produção de MFPA e MSPA entre HCl 1%/Test. (3,85; 4,61) e entre Acé 10%/Test. (3,81; 4,30) não está tão distante daquela gerada com o uso do SFS (5,09; 5,92), havendo necessidade de ser estudado o uso da FOC como fonte de P com o uso de extratores ácidos em diferentes concentrações. O Ácido Clorídrico (HCl) é um ácido forte que apresenta maior potencial para solubilização e consequente disponibilidade de P para ser absorvido pelas plantas quando empregado em baixas concentrações. Em termos práticos, para o aproveitamento desses resíduos, conta-se comercialmente com o ácido muriático (HCl comercial) de custo menor aos reagentes PAs e ainda usado de forma diluída para obtenção de efeitos satisfatórios na solubilização de P em relação às diferentes exigências das forrageiras.

Na prática, esses extratores ácidos dissolvem predominantemente o P ligado ao Ca e quantidades menores de P ligado a Fe e Al, em função das características de solubilidade dos fosfatos (OLSEN; KHASAWNEH, 1980). O uso de reagentes comerciais contendo ácido sulfúrico para solubilização de P por poder deixar quantidade de enxofre na FOC, o que é interessante para solos com deficiência desse elemento. Quando aplicado o tratamento HCl 1%, obtiveram-se resultados superiores para MFPA (60,85%) e MSPA (56,66%) do que o tratamento HCl 0,5%, reforçando que concentrações em soluções com HCl menor que 1 % promovem decréscimo na disponibilidade de P às forrageiras e posterior utilização na solução (Tabela 3).

Alcançaram-se bons resultados para os ácidos orgânicos, que são considerados ácidos fracos, o Ácido Acético (CH₃COOH) e o Ácido Oxálico (H₂C₂O₄) a 10 %. Quando aplicado o Acé 10% e o Oxá 10% foram conquistados 51,93 % e 57,14 %; 50,66 % e 56,36 %, respectivamente, em incrementos na MFPA e MSPA em relação à FOC. Por serem ácidos fracos, necessitam de concentrações mais elevadas quando comparados a ácidos fortes (HCl). Cabe ressaltar que alguns ácidos, como o acetato, são produzidos pelas raízes das plantas, que por um lado inibem o crescimento radicular, mas auxiliam na quebra de fosfatos de baixa solubilidade (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

Em relação ao potencial hidrogeniônico (pH) do solo, houve pequeno decréscimo nos valores quando aplicado o SFS (5,3) em relação à testemunha (5,4) (Tabela 4). Isso provavelmente se deve ao fertilizante nitrogenado utilizado (Ureia), em que o NH_4^+ reage com o solo, liberando H^+ , promovendo acidificação (LOPES et al., 1990). Segundo Malavolta (1981), o superfosfato simples e o triplo não afetam a acidez do solo, mas poderão aumentá-la quando possuírem acidez livre e uma tonelada de fosfato natural, que tem baixa reatividade como a FOC tem uma alcalinidade equivalente a 100 kg de CaCO_3 .

A composição mineral da farinha de ossos calcinada é basicamente apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{OH})$), sendo que o mecanismo de neutralização da acidez do solo baseia-se na reação da hidroxila (OH^-) com o (H^+) da solução do solo (LOPES; SILVA; GUILHERME, 1990). A presença de óxido de cálcio (CaO) verificada em análise (43,76 %) em sua composição explica os aumentos nos valores de pH em função de sua reação alcalina.

Tabela 4. Potencial hidrogeniônico (pH) em solo com *B. ruziziensis* em função de fontes de P e tratamentos ácidos avaliados aos 120 dias após transplante

Tratamentos ¹	pH em H ₂ O
1. SFS	5,3 e ²
2. Oxá _{10%}	6,3 ab
3. Acé _{10%}	6,5 a
4. HCl _{1%}	6,6 a
5. HCl _{0,5%}	6,0 bc
6. FOC	5,7 cd
7. TEST.	5,4 de
CV (%)	2.25
F	47.2
p	<.0001

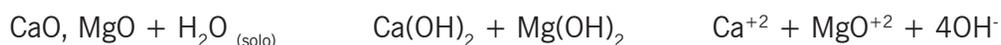
¹ Tratamentos aplicados: Superfosfato Simples (SFS); FOC + Ácido oxálico a 10% (Oxá_{10%}); FOC + Ácido Acético a 10% (Acé_{10%}); FOC + Ácido Clorídrico a 1% (HCl_{1%}); FOC + Ácido Clorídrico a 0,5% (HCl_{0,5%}); Farinha de ossos calcinada (FOC) e Testemunha (Test.). ² As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Os ossos são constituídos principalmente por hidroxiapatita, que com o processo de calcinação se decompõe em Beta-fosfato tricálcico, óxido de cálcio e água. Segundo Miyahara, Gouvea e Toffoli (2007), a reação a 775° C pode ser representada por:



Uma vez aplicado ao solo, o óxido de cálcio como também o de magnésio promovem a seguinte reação (ALCARDE, 2005) (Tabela 4):



Com o tratamento ácido aplicado, têm-se diferentes níveis de liberação de óxido de Cálcio (CaO) presente na FOC para o solo, que apresenta, conseqüentemente, valores de pH correlacionados a essa liberação, como pode ser observado principalmente nos tratamentos HCl_{1%} (6,6) e Acé_{10%} (6,5), que apresentaram os melhores índices de pH em detrimento da utilização de ácidos. Os outros ácidos testados necessitam de mais concentração para ter o mesmo efeito dos mencionados anteriormente, como é o caso do HCl 0,5 % (6,0).

A FOC, mesmo apresentando baixa solubilidade, pode promover ligeira elevação do pH (Tabela 4), porém sem significância. Outro aspecto que também pode ser considerado como um ponto positivo para sua utilização é o poder residual, considerado em outros fosfatos naturais e de liberação lenta e pouco vista em fertilizantes fosfatados mais solúveis, como o superfosfato simples. Este poder residual pode continuar neutralizando íons H⁺ ao longo do tempo, assim como imediatamente, tendo em vista suas concentrações de CaO.

Conclusões

A acidificação da farinha de ossos calcinada aumentou significativamente a produção de matéria fresca e seca da parte aérea da *B. ruziziensis* quando se utilizou o HCl 1% e o Acé 10% como extratores de fósforo. A utilização da FOC sem acidificação não promoveu efeitos significativos para essas variáveis em relação à testemunha. Houve elevação significativa do pH do solo com a utilização de todos os extratores quando comparados com a testemunha.

Production of *Brachiaria ruziziensis* biomass fertilized with calcinated bone meal under acid treatments

Abstract

With phosphorus reserves declining gradually, the interest in developing alternatives to supply the demand for fertilizers in agriculture has been increasing daily. Thus, organic residues from the slaughter of animals such as bovine bones, which are sources of phosphorus (P) and calcium (Ca), can be used for agriculture. The only impasse in its use is its low solubility and availability of plant nutrients. The objective of this study was to evaluate the productive effects of forage *Brachiaria ruziziensis* when submitted to fertilization with Calcinated Bone Meal (CBM) under acid treatments (10 % oxalic, 10 % acetic and 1 % hydrochloric acid, respectively). In the evaluations, the following variables were considered: fresh matter of the aerial part (MFPA) and dry matter of the aerial part (MSPA) and hydrogenation potential (pH). As standard, single superphosphate (SFS) was used for comparison. FOC acidification provided significant gains of MFPA and MSPA in the presence of 1 % HCl and Ace 10 % as extractors of P over control and FOC without the use of acids. The use of all acids in FOC provided significant increases in soil pH.

Keywords: Phosphorus. Alternative sources. Livestock waste. Forage

Referências

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos**: características e interpretação técnica. São Paulo: Associação Nacional para difusão de adubos, p. 3-4, 2005. Disponível em: <http://www.anda.org.br/multimedia/boletim_01.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.

COELHO, A. M.; KARAM, D.; WAQUIL, J. M.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. **Arquivo do agrônomo**, Piracicaba, n. 14, p. 8-9, 2002. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/A0432ED449E71B6883257AA0003C3BCA/\\$FILE/Sorgo.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/A0432ED449E71B6883257AA0003C3BCA/$FILE/Sorgo.pdf)>. Acesso em: 23 ago. 2016.

COSTA, M. S. S.; COSTA, L. A.; DECARL, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J.; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 100-107, jan. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n1/v13n01a15.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; PAULINO, V. T. Sistemas Silvopastoris. In: COSTA, N. L. (ed.). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004, p. 212-224. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54455/1/livro-pastagens.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. Belém: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2011, p. 200-210.

DIAS-FILHO, M. B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV-DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 136.

DIAS-FILHO, M. B. Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia: desafios, oportunidades e perspectivas. In: SAMBUICHI, R. H. R.; SILVA, A. P. M. da; OLIVEIRA, M. A. C. de; SAVIAN, M. (Org.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade**: desafios, oportunidades e lições aprendidas. Brasília, DF: Ipea, 2014. p. 149-169.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise do solo**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 1997, p. 102-105. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fz-vhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2006, p. 72-76. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/downloads/sistemabrasileirode-classificacaodosolos2006.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

FAGERIA, N. K. **The use of nutrients in crop plants**. New York: CRC Press, 2008, p. 91-123.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The state of food and agriculture**. Rome: FAO, 2009. Disponível em: <<http://bit.ly/dcsAFD>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-242. 2010. Disponível em: <<http://www.usp.br/gmab/publica/msjbsf2010.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

FERREIRA, E.; BALBINO, T. **Carta de cores para a avaliação qualitativa da farinha de ossos calcinada**. Diretoria de Patentes: Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Protocolo: BR2020140083923. 2014.

FERRO, L. A. B.; CUNHA, J. B.; FERREIRA, E. Farinha de ossos calcinada no desempenho agrônomico de estilosantes Campo Grande. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE; XII WORKSHOP DE POLÍTICAS PÚBLICAS; XIII SIMPÓSIO DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE LEITEIRA. 2013. **Anais...** Porto Velho: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatística da produção pecuária:** indicadores IBGE. Brasília: IBGE, 2015. Disponível em: < http://www1.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201502comentarios.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa da pecuária municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/ldMrHi> />. Acesso em: 11 mar. 2017.

KOZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Fertilidade dos solos:** adubação orgânica. Cultivo do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2010, 6p. (Sistema de Produção, n. 1). Disponível em: <http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/ferorganica.htm>. Acesso em: 23 ago. 2016.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. Capítulo 08- O fósforo na agroindústria brasileira. In: LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. **Fertilizantes:** agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Cetem, 2009, p. 257-305. Disponível em: < <http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Fertilizantes.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

LIRA, M. A.; FARIAS, I.; FERNANDES, A. P. M.; SOARES, L. M.; DUBEUX Jr., J. C. B. Estabilidade de resposta do capim-braquiária sob níveis crescentes de nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p. 1151-1157, jun. 1994. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/105143/>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez do solo e calagem.** 3. ed. São Paulo: ANDA, 1990, p. 2-6. (Boletim Técnico, n.1). Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Calagem_boletim_tecnicoID80pHHoncbJ.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola:** adubos e adubação. São Paulo: Ceres, 1981, p. 31-96.

GOMES, F. P; MALAVOLTA, E.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações:** adubos minerais e orgânicos. São Paulo: Nobel, 2002, p. 75-83.

MIYAHARA, R. Y.; GOUVÊA, D.; TOFFOLI, S. M. Obtenção e caracterização de cinza de ossos bovinos visando à fabricação de porcelanas de ossos - bone china. **Cerâmica**, São Paulo, v. 53, n. 327, p. 234-239, jul./set. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v53n327/a0453327.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Capítulo VII – Fósforo. In: NOVAIS R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 471-550.

OELKERS, E. H.; VALSAMI, J. E. Phosphate mineral reactivity and global sustainability. **Elements**, Raleigh, v. 4, n. 2, p. 83-87, abr. 2008. Disponível em: <<http://elements.geoscienceworld.org/content/4/2/83>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

OLSEN, S. R.; KHASAWNEH, F. E. Use and limitations of physical-chemical criteria for assessing the status of phosphorus in soils. In: KHASAWNEH, F. E.; SAMPLES, E. C.; KAMPRATH, E. J. **The role of phosphorus in agriculture.** Madison: American Society of Agronomy, 1980. p. 361-380.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Köppen-Geiger, update world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Science**, n. 11, p. 1633-1644. 2007. Disponível em: <<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

PORTO, E. M. V.; ALVES, D. D.; VITOR, C. M. T.; GOMES, V. M.; SILVA, M. F.; DAVID, A. M. S. S. Rendimento Forrageiro da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses crescentes de fósforo. **Scientia Agrária Paranaensis**, v. 11, n. 3, p. 25-34, set. 2012. Disponível em: <DOI: 10.18188/1983-1471/sap.v11n3p25-34>. Acesso em: 23 ago. 2016.

SALMAN, A. K. D. **Conceito de manejo de pastagem ecológica**. Rondônia: Embrapa, 2007, p. 8-14. (Documento, n. 121). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/709120/1/doc121pastagemecologica.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance. In: World congress on computers in agriculture, 7., 2009. **Anais...** Reno-Nevada, 2009. Acesso em: 23 ago. 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 23/08/2016

Aceito em: 13/03/2017

Como citar:

ABNT

DAMACENO, J. B. D.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, D. M. de; GUIMARÃES, R. S.; GAMA, R. T. da; PADILHA, F. J. Produção de biomassa de *Brachiaria ruziziensis* adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 83-94, jan./mar.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181078>

APA

DAMACENO, J. B. D., FERREIRA, E., OLIVEIRA, D. M. de, GUIMARÃES, R. S., GAMA, R. T. da & PADILHA, F. J. (2018). Produção de biomassa de *Brachiaria ruziziensis* adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 83-94.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181078>

ISO

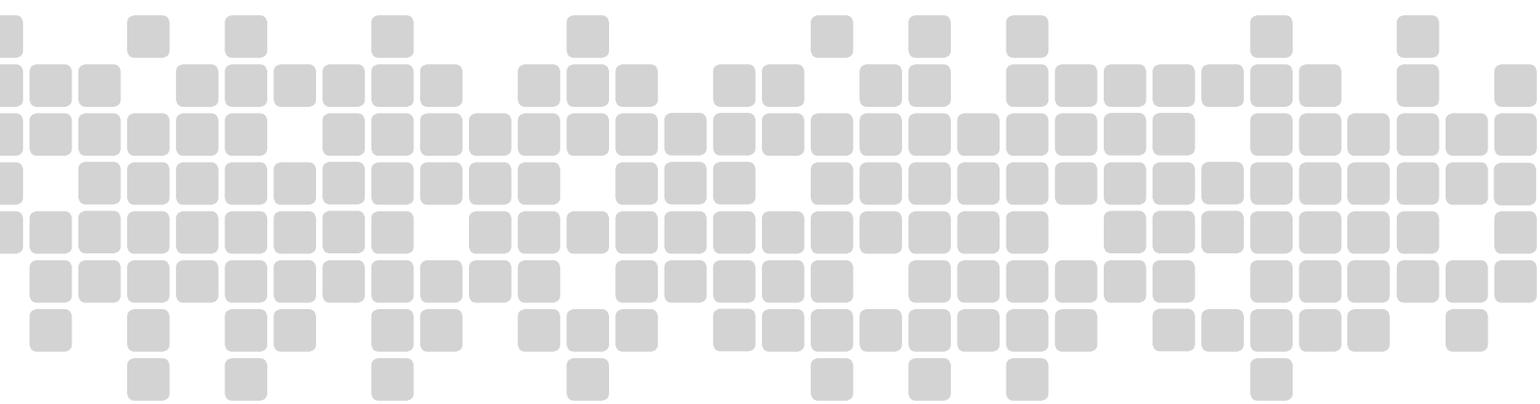
DAMACENO, J. B. D.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, D. M. de; GUIMARÃES, R. S.; GAMA, R. T. da e PADILHA, F. J. Produção de biomassa de *Brachiaria ruziziensis* adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 83-94. Eissn 2316-1817.

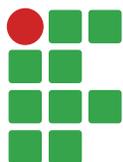
Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181078>

VANCOUVER

Damaceno JBD, Ferreira E, Oliveira DM de, Guimarães RS, Gama RT da, Padilha FJ. Produção de biomassa de *Brachiaria ruziziensis* adubada com farinha de ossos calcinada sob tratamentos ácidos. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 83-94.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181078>





New records to three Neotropical primates to Minas Gerais and Mato Grosso States and small expansion of occurrence area to *Cebus libidinosus* Spix, 1823

Aloysio Souza de Moura¹

Felipe Santana Machado²

Bruno Senna Corrêa³

Marco Aurélio Leite Fontes⁴

Abstract

Recent compiled papers demonstrate several gaps in occurrence records and distribution limits mainly due to information deficiency, hindering the management and planning of preservation and conservation efforts. Therefore, the objective of this study is to present and analyze new records of four Neotropical Primates species: *Callicebus moloch*, *Mico emiliae*, *Ateles marginatus* and *Cebus (Sapajus) libidinosus*. Data collection was assessed by interviews, census on pre-existing trails and direct observations. The expeditions took place in the cities of Pains (Minas Gerais state), Serra do Salitre (Minas Gerais state) and Guarantã do Norte (Mato Grosso state). *Mico emilie*, *C. moloch* and *A. marginatus* were recorded in Guarantã do Norte and *C. libidinosus* was recorded in Serra do Salitre and Pains. A small expansion of occurrence area to *C. libidinosus* was observed. We recommend new mammal inventories in order to understand the faunal diversity in these areas and propose new conservation actions.

Keywords: Distribution; Primates of the New World; Updated records.

Introduction

In Brazil the primate order has a total of 118 species and represents 16.8 % of the total mammal species (PAGLIA et al., 2012). This representation is directly related to the vast expanse of tropical forests that present favorable environment (AYRES et al., 2005). Some primate species suffer a reduction in their populations in response to human actions in their environment while others tend to adjust and adapt to changes at certain levels (TERBORGH, 1986).

A significant number of species of Neotropical primates is listed by International Union for Conservation of Nature (IUCN) as critically endangered (13.62 %) or lack of data (4.23 %) (IUCN, 2014). Primate conservation plans are developed for species or groups of species summarizing the knowledge of these data to build action plans (BLAIR et al., 2013).

Recent compiled papers demonstrate several gaps in occurrence records and distribution limits (e.g. GREGORIN et al., 2010) mainly due to information deficiency, hindering the management and planning of preservation and conservation efforts. Therefore, our intention is to present primate records to locations where there are no mammalian studies, adding new records to these locations.

1 Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciências Florestais – DCF, mestrando. thraupidaelo@yahoo.com.br. PO Box 3037, Lavras (MG), Brazil, Zip Code: 37200-000.

2 Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciências Florestais – DCF, doutor. epilefsama@hotmail.com.

3 Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), professor. brunocorrea@nepomuceno.cefetmg.br.

4 Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciências Florestais – DCF, professor. fontes@dcf.ufla.br.

The aim of this study is to present the new records of three Neotropical primate species: *Calli-*cebus moloch** (Hoffmannsegg, 1807), *Mico emiliae* (Thomas, 1920) and *Ateles marginatus* (E. Geoffroy, 1809) and expand the geographic range of *Cebus (Sapajus) libidinosus* Spix, 1823. The records in this paper are for the states of Minas Gerais and Mato Grosso. Both states have an important diversity from a conservationist point of view since the Cerrado and Atlantic Forest biomes are within them (MYERS; MITTERMEIER, 2000). These biomes are threatened mainly by the fragmentation and degradation of habitat and by the introduction of exotic species, which has the potential to endanger endemic and non-endemic species.

Materials and methods

The sampling focused on three areas: Guarantã do Norte (Mato Grosso state), Serra do Salitre and Pains (Minas Gerais state). The landscape of Guarantã do Norte is composed of seasonal forests, rainforests with palm trees, secondary vegetation, coffee and soybeans areas, grazing areas, riparian forests and Brazilian Savannah (“Cerrado campo sujo” in the Brazilian classification). Climate is represented by two distinct seasons: rainy summers (2.750 mm average) with higher intensities from January to March and dry winters with little variation in temperature, with an annual average of 26 °C, which is similar to typical tropical climate (Aw Koppen classification) (ALVARES et al., 2013).

The landscape of Serra do Salitre consists of Cerrado sensu-strict, fragments of semideciduous forests, grasslands, plantation areas (*Eucalyptus*, coffee, corn and beans, predominantly) and man-made areas.

The region of Pains is part of the karst region of Arcos, Pains and Doresópolis (ZAMPAULO, 2010). It is located in the karstic province of Bambuí, which is represented by an extensive metasedimentary cover composed of a mega pelitic of Neoproterozoic age (DARDENNE, 1978). Surrounding areas are composed of seasonal forest fragments, riparian forests, disturbed areas, farming areas (coffee, corn and beans, predominantly) and fragments of deciduous forest on limestone outcrops.

We interviewed local residents and government agencies (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA), censuses in pre-existing trails and direct observations with photographic records in order to gather the data. Interviews were applied to fifteen local hunters, who served as guides to locate the forests, which were inventoried by the census day method. During the interviews, we used both scientific and common names (RABELO et al., 2014).

The census occurred along pre-existing trails that were randomly selected for all areas. The first expedition was in Pains (Minas Gerais state) during the rainy (February) and dry (June) seasons in 2005 (six field days each). The second expedition happened in Serra do Salitre (Minas Gerais state) during the rainy season (April) in 2009 (six field days). The third expedition was in Guarantã do Norte (Mato Grosso state) during the rainy season (November) in 2011 (twelve field days). Five cameras-trap were used in Serra do Salitre, with a sampling effort of 30 traps-day. The cameras were disposed in a linear transect and the distance between them was five kilometers.

The identification of *C. moloch*, *M. emiliae* and *A. marginatus* followed a description of external features and distributions of localities, which was based on Gregorin et al. (2011) study. The description of *C. libidinosus* followed Gutiérrez and Marinho-Filho (2017).

Results

The record of *C. libidinosus* (Figure 1A) was performed by direct observation in the field and examination of photos of a small group located in an adjacent riverine semi-deciduous forest fragment located in an intermediate stage of regeneration in Serra do Salitre. The record of *C. libidinosus* was performed by direct observation of one group and by photos taken by a camera trap used for records of medium and large mammals (Figure 2B, 2C, 2D, 2E and 2F). The camera trap was placed in the middle of a seasonal deciduous forest fragment around the karst meso region in Pains (Figure 3).

Figure 1. Records of *Cebus (Sapajus) libidinosus* (1A), *Callicebus moloch* (1B) and *Mico emiliae* (1C and 1D).



Source: elaborated by the authors. Photos taken and made available by Aloysio S. de Moura.

Figure 2. Records from camera traps of *Ateles marginatus* (1A), *Cebus libidinosus* (2B, 2C, 2D, 2E and 2F) in natural areas.



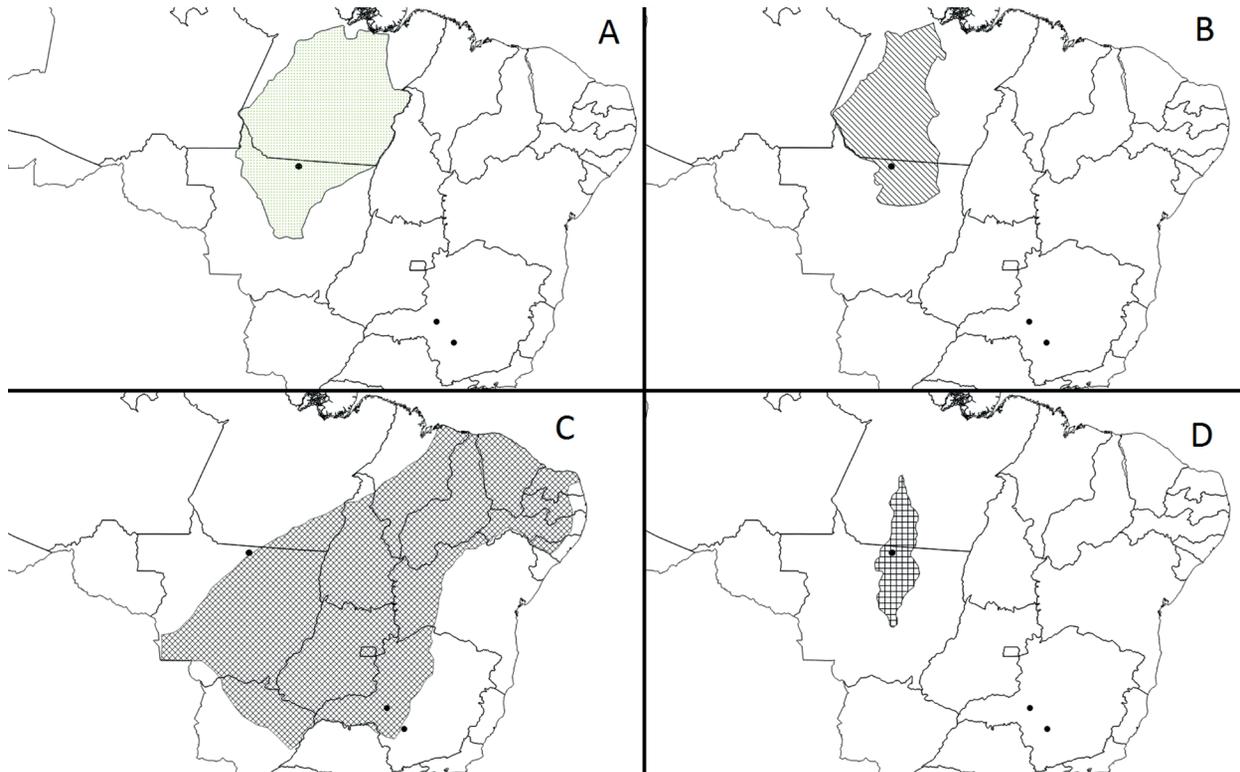
Source: elaborated by the authors. Photos taken and made available by Aloysio S. de Moura.

The record of *C. moloch* was obtained through a visit to IBAMA in Guarantã do Norte (Figure 1B). The individual was reintroduced in the river spring of Serra do Cachimbo Biological Reserve (Protected Area). Considering there is a proposed division in Serra do Cachimbo National Park and the Environmental Protection Area Vale of XV, IBAMA volunteers captured the animal in an area reported as the Porcão River in Guarantã do Norte (Figure 3).

The record of *M. emiliae* (Figure 1C and 1D) was performed by direct observation and photographic record. The individual was registered while crossing the highway BR PA 163, near the city limits of Guarantã do Norte (Figure 3).

The record of *A. marginatus* was performed by direct observation and photographic record (Figure 2A). The individual was recorded during the day in one of the censuses conducted in the region surrounding the river spring of Serra do Cachimbo Biological Reserve in Guarantã do Norte (Figure 3). The visualized group had six individuals and the photographic record shows a female with an infant on her back.

Figure 3. Maps of distribution areas for *Callicebus moloch* (3A), *Ateles marginatus* (3B), *Cebus libidinosus* (3C) and *Mico emiliae* (3D). The dots represent the cities and the new records. The gray area represents the occurrence sites. The city in Mato Grosso state is Gurantã do Norte. The southernmost city in Minas Gerais state is Pains and the other is Serra do Salitre.



Source: Maps from Qgis, locations obtained by the authors and distribution area (hatched) provided by IUCN.

Discussion

There is little concern regarding the conservation status of *Cebus (Sapajus) libidinosus* (Cebidae), but there is a population reduction trend. The southern limit of its geographic range is Bambuí, in the state of Minas Gerais. This study presents an occurrence site 40 km away from the distribution (Pains city) according to IUCN (RYLANDS; KIERULFF, 2015). The observation in Serra do Salitre city

is within the current distribution of the species, but this paper presents the first record since there is no published data related to mammal registries.

Pains region is exalted by researchers because of its underground biological relevance (ZAMPAULO, 2010). However, the non-speleological biological diversity requires further study. This work presents new records for rare primates that were not previously mentioned in the scientific literature. The geology and vegetation of Serra do Salitre is similar to Pains region. The gap in the current mammal studies demands further efforts aiming at providing the scientific community with records that can increase future mammal conservation programs.

Callicebus moloch (Pitheciidae) presents little concern regarding its conservation status (VEIGA; FERRARI, 2015). The record of *C. moloch* is within the range of the species, with observations of *C. moloch* in Porto Esperança city, Mato Grosso state and in Santarém city, Pará state in the south of the Amazon River (IUCN, 2008).

Mico emiliae (Cebidae) literature record is deficient regarding its ecology and biology (RYLANDS; SILVA, 2015). Pimenta and Silva Junior (2005) recorded some groups of *Mico emiliae* in Serra do Cachimbo, Pará state, and in Peixoto de Azevedo city, Mato Grosso state. However, Fialho (2010) recorded a group on the left bank of the Teles Pires river, in Jacareacanga city, Pará state. Therefore, this article increases the number of records of the *Mico emiliae* (Cebidae) species.

Ateles marginatus (Atelidae) was considered in the 80s (KONSTANT et al., 1985; MITTERMEIER et al., 1989) as one of the most endangered South American primates, given that their distribution is restricted to areas impacted by human activities (Martins et al., 1988). Recent classifications show it as “*endangered*” with a trend toward population reduction (MITTERMEIER et al., 2008). The species was recorded in north and west of Pará state, west of the low Tocantins river, east of the Tapajós and in Teles Pires river (AURICCHIO, 1995). The northern white-cheeked spider monkey records are restricted to the region of Santarém, Pará state (West), Altamira, Pará state (Southeastern) and Santarém, Pará state (Northeastern) (MITTERMEIER et al. 2008). This paper increases the number of records of the species. The importance of the forest fragments of Garantã do Norte city goes far beyond the primate records herein reported. Moura et al. (2012) mention an observation of one of the most powerful predators of the Neotropics: *Harpia harpyja*. State intervention in the preservation of flagship species is necessary. Vegetal and animal species richness, endemisms and rare records are indicative of the necessity of biodiversity centers.

We conclude the cities in which the primates described in this paper were recorded need mammalian inventories for full knowledge of local wildlife diversity. We present three new records: *C. moloch*, *M. emiliae* and *A. marginatus*; we also present a small expansion of the area of occurrence for *C. libidinosus*.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge Claudia Guimarães Costa, José de Souza e Silva Junior (Cazuza) and Fabiano R. de Melo for providing important information about primates' biology and the IUCN for providing the maps of distribution.

Novos registros de quatro primatas neotropicais para os estados de Minas Gerais e Mato Grosso

Resumo

Recentes compilados demonstram algumas lacunas nos registros de ocorrência e limites de distribuição de primatas principalmente devido a informações deficientes, dificultando o planejamento e manejo de ações preservacionistas e conservacionistas. Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar e analisar novos registros de quatro espécies de primatas Neotropicais; *Callicebus moloch*, *Mico emiliae*, *Ateles marginatus* e *Cebus (Sapajus) libidinosus*. Os métodos de coleta de dados foram entrevistas, censos em trilhas pré-existentes e observações diretas. As expedições aconteceram nas cidades de Pains (Minas Gerais), Serra do Salitre (Minas Gerais) e Guarantã do Norte (Mato Grosso). *Mico emilie*, *C. moloch* e *A. marginatus* foram registrados em Guarantã do Norte e *C. libidinosus* na Serra do Salitre e Pains. É apresentada uma pequena expansão para área de ocorrência de *C. libidinosus*. Nós recomendamos novos inventários de mamíferos para entender a diversidade faunística nessas cidades e propor novas ações conservacionistas.

Palavras-chave: Distribuição. Primatas do Novo Mundo. Registros atualizados.

References

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G. de; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <<http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/schweiz/09412948/v22n6/s8.pdf?expires=1517598419&id=0000&titleid=1292&checksum=182B508C9FC9F-69D34296CE7D803114E>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

AURICCHIO, P. **Primatas do Brasil**. São Paulo: Terra Brasilis, 1995.

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D.; CAVALCANTI, R. B. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005.

BLAIR, M. J.; BYNUM, N.; STERLING, E. J. Determining conservation status and contributing to *in situ* conservation action. In: STERLING, E. J.; BYNUM, N.; BLAIR, M. J. (eds.). **Primate Ecology and Conservation: A handbook of techniques**. Oxford University Press, 2013. p. 278-293.

BRASIL. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 dez. 2014. Seção 1, p. 121-126. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/PORTARIA%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2015.

DARDENNE, M. A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], v. 2, 1978, p. 597-610.

FIALHO, M. S. Contribuição à distribuição do Gênero Mico, (Callitrichidae, Primates) no Médio Teles Pires, Jacareacanga, Pará. **Neotropical Primates**, v. 17, n. 1, p. 31-32, 2010. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1896/044.017.0101>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

GREGORIN, R.; SIMOES, S. A. M.; LIMA, I. J.; SILVA JUNIOR, J. S. E. Ordem Primates. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; FREGONEZI, M. N.; ROSSANEIS, B. K. (Eds.). **Mamíferos do Brasil. Guia de Identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. p. 101-211.

GUTIÉRREZ, E.; MARINHO-FILHO, J. The mammalian faunas endemic to the Cerrado and the Caatinga. **ZooKeys**, v. 644, p. 105-157, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5242261/pdf/zookeys-644-105.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. **Callicebus moloch. The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2. 2008. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 27 jun. 2015.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. **Red List of Threatened Species**. Version 2013.2., 2014. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 27 jun. 2015.

KONSTANT, W.; MITTERMEIER, R. A.; NASH, S. D. Spider monkeys in captivity and in the wild. **Primate Conservation**, v. 5, p. 82-109, 1985.

MARTINS, E. S.; AYRES, J. M.; VALLE, M. B. R. On the status of *Ateles belzebuth marginatus* with notes on other primates of the Iri River Basin. **Primate Conservation**, v. 9, p. 87-90, 1988.

MITTERMEIER, R. A.; KINZEY, W. G.; MAST, R. B. Neotropical primate conservation. **Journal of Human Evolution**, v. 18, p. 597-610, 1989. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/0047248489900961/1-s2.0-0047248489900961-main.pdf?_tid=7e01dd30-083a-11e8-bfcd-00000aacb360&acdnat=1517590975_4ecdc6130a7f650c5d1d07905669c1af>. Acesso em: 02 fev. 2018.

MITTERMEIER, R. A.; BOUBLI, J. P.; DI FIORE, A. *Ateles marginatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2, 2008. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 28 jun. 2015.

MOURA, A. S.; CORREA, B. S.; PÁDUA, L. M.; MORÁLES, A. M. A. Registro documentado de Gavião-real, *Harpia harpyja*, para Guarantã do Norte, Mato Grosso. **Atualidades Ornitológicas**, v. 168, p. 26, 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. da; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil**. 2. ed. Belo Horizonte: Conservação Internacional do Brasil, 2012. (Occasional Papers in conservation biology, 6).

PIMENTA, F. E.; SILVA JÚNIOR, J. S. An update on the distribution of Primates of the Tapajós-Xingu interfluvium, Central Amazonia. **Neotropical Primates**, v. 13, n. 2, p. 25–30, 2005.

RABELO, R. M.; SILVA, F. E.; VIEIRA, T.; FERREIRA-FERREIRA, J.; PAIM, F. P.; DUTRA, W.; SOUZA E SILVA JÚNIOR, J.; VALSECCHI, J. Extension of the geographic range of *Ateles chamek* (Primates, Atelidae): evidence of river-barrier crossing by an Amazonian primate. **Primates**, v. 55, n. 2, p. 167–171, 2014.

RYLANDS, A. B.; KIERULFF, M. C. M. **Sapajus libidinosus**. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2, 2015. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 20 jun. 2015.

RYLANDS, A. B.; SILVA JR., J. S. **Mico emiliae**. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2, 2008. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 28 jun. 2015.

TERBORGH, J. Keystone plant resources in the tropical forest. In: SOULÉ, M. E. (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Massachusetts: Sinauer associates, 1986. p. 330-344.

VAN ROOSMALEN, M. G. M.; KLEIN, L. L. The spider monkeys, Genus *Ateles*. In: MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A. F.; FONSECA, G. A. B. (eds). **Ecology and behavior of neotropical primates**. Washington: Editor, 1988. v. 2. p. 455-539.

VEIGA, L. M.; FERRARI, S. F. **Callicebus moloch**. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015.2, 2008. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 28 jun. 2015.

ZAMPAULO, R. A. **Diversidade de invertebrados cavernícolas na região cárstica de Arcos, Pains e Doresópolis (MG)**: subsídios para a determinação de áreas prioritárias para conservação. 2010. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada. Universidade Federal de Lavras, 2010.

Histórico editorial:

Submetido em: 17/06/2016

Aceito em: 17/03/2017

Como citar:

ABNT

MOURA, A. S. de; MACHADO, F. S.; CORRÊA, B. S.; FONTES, M. A. L. New records to three Neotropical primates to Minas Gerais and Mato Grosso States and small expansion of occurrence area to *Cebus libidinosus* Spix, 1823. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 95-104, jan./mar.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181072>

APA

MOURA, A. S. de, MACHADO, F. S., CORRÊA, B. S. & FONTES, M. A. L. (2018). New records to three Neotropical primates to Minas Gerais and Mato Grosso States and small expansion of occurrence area to *Cebus libidinosus* Spix, 1823. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 95-104.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181072>

ISO

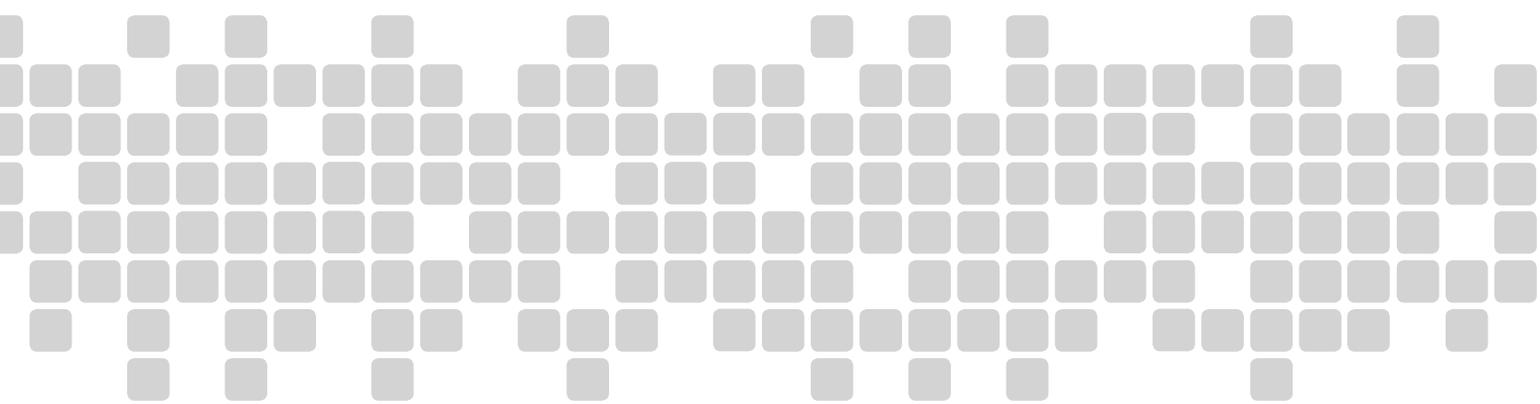
MOURA, A. S. de; MACHADO, F. S.; CORRÊA, B. S. e FONTES, M. A. L. New records to three Neotropical primates to Minas Gerais and Mato Grosso States and small expansion of occurrence area to *Cebus libidinosus* Spix, 1823. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 95-104. Eissn 2316-1817.

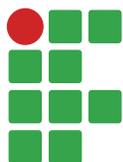
Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181072>

VANCOUVER

Moura AS de, Machado FS, Corrêa BS, Fontes MAL. New records to three Neotropical primates to Minas Gerais and Mato Grosso States and small expansion of occurrence area to *Cebus libidinosus* Spix, 1823. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 95-104.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181072>





Crescimento de mudas de cafeeiro em tubetes com fertilizante de liberação lenta

Paulo Otávio Barbosa Bachião¹

Anna Lygia de Rezende Maciel²

Roniel Geraldo Avila³

Cleide Nascimento Campos⁴

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de quatro cultivares de cafeeiro cultivadas em diferentes doses do fertilizante de liberação lenta Osmocote® em tubetes. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do setor de Cafeicultura localizado no IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho no período de dezembro de 2012 a junho de 2013. Foram utilizadas sementes certificadas e germinadas em BOD com temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5×4 , constando 5 doses do fertilizante de liberação lenta (0,0; 2,72; 5,45; 8,18 e 10,90 g de Osmocote® L⁻¹ de substrato) e 4 cultivares de cafeeiro (Catuaí Amarelo – IAC/62, Catuaí Vermelho – IAC/144, Catuaí Vermelho – IAC/99 e Catuaí Amarelo 2SL) com 4 repetições. As avaliações foram realizadas aos 120 dias após a instalação do experimento e foram analisadas as variáveis: altura de plantas, diâmetro de caule, número de pares de folhas, matéria seca da parte aérea e raiz e área foliar, posteriormente os dados foram submetidos aos testes de Skott Knott (0,05) e regressão polinomial. Observou-se neste trabalho que no geral o fertilizante de liberação lenta Osmocote® promoveu incrementos no crescimento nas mudas das diferentes cultivares de cafeeiro. No entanto, entre as cultivares analisadas, a Catuaí Amarelo IAC-62 apresentou o maior crescimento. Além disso, a dose de 10,9 g L⁻¹ de Osmocote® proporcionou os maiores crescimentos das cultivares, sendo por isso indicada para o cultivo de mudas de cafeeiro em tubetes.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. Fertilização. Propagação.

Introdução

A formação de mudas de cafeeiros com alto vigor está diretamente relacionada a fatores genéticos e controle de traços culturais, como fitossanidade, nutrição e controle local do ambiente durante os estádios de formação das mudas, visto que esses fatores influenciam diretamente o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea do cafeeiro. É importante ressaltar que mudas com sistema radicular bem desenvolvido apresentam melhor desempenho após o plantio no campo, uma vez que possuem maior área de interação raiz-solo, facilitando a absorção de água e nutrientes minerais. Além disso, uma parte aérea bem desenvolvida contribui para uma maior área fotossinteti-

1 Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Campus Muzambinho, graduado em Engenharia Agrônoma. pbachiao@gmail.com. Estrada de Muzambinho, Km 35, Bairro Morro Preto, Cx. Postal 02, Muzambinho, Minas Gerais, Brasil. CEP 37890-000.

2 IFSULDEMINAS, Campus Muzambinho, professora pesquisadora. anna.lygia@muz.ifsuldeminas.edu.br.

3 Universidade Federal de Lavras (UFLA), mestre em Fisiologia Vegetal. ronielgeraldo@yahoo.com.br.

4 UFLA, mestre em fisiologia Vegetal. cleidecampos@hotmail.com.

camente ativa, o que colabora para maior fixação de carbono e, conseqüentemente, maior acúmulo de biomassa (MELO et al., 2003; BALIZA, 2010).

A produção tradicional de mudas de cafeeiros, na sua grande maioria, ocorre por meio de recipientes de polietileno preenchidos com substrato constituído de 70 % de solo e 30 % de matéria orgânica de origem bovina, enriquecido com fertilizantes nitrogenados, que geralmente possuem na sua composição fonte de fósforo e potássio (DIAS et al., 2009). No entanto, atualmente outras tecnologias de produção de mudas de cafeeiros que utilizam como suporte os tubetes de polietileno emergiram. Essa tecnologia quando comparada ao sistema tradicional de formação de mudas apresenta algumas vantagens, tais como facilidade de manuseio e transporte de mudas, menor área de viveiro e menor volume de substratos. Além disso, por possuírem em sua estrutura “estrias”, conduz à formação normal do sistema radicular impedindo a formação de anormalidades, como a curvatura do ápice da raiz para cima, conhecida comumente como “peão torto”, que causa grandes perdas à produção no campo (POZZA et al., 2007).

Por essa tecnologia utilizar volume reduzido de substrato, há a necessidade de utilizar substratos com características físico-químicas adequadas e quantidades equilibradas de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das mudas. Essas mudas permanecem em torno de quatro a seis meses no viveiro e geralmente os substratos utilizados não fornecem os nutrientes necessários para sustentar o crescimento das mudas até o período de transplante no campo. Além disso, os fertilizantes tradicionais de liberação rápida podem ser lixiviados do substrato pela abertura basal do tubete, podendo ocasionar deficiência nutricional nas mudas (KAINUMA et al., 2001; POZZA et al., 2007).

As vantagens dos fertilizantes de liberação lenta têm sido relatadas desde 1997, em que Paiva e colaboradores, avaliando as características altura das plantas, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e raiz, constataram que o fertilizante de liberação lenta no substrato proporcionou efeitos positivos nessas variáveis e ainda antecipou em aproximadamente 20 dias a liberação das mudas de café para o plantio no campo. Apesar de se conhecer isoladamente os benefícios do plantio em tubetes e da adubação com fertilizantes de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de cafeeiro, não se sabe o efeito combinado dessas duas tecnologias na produção de mudas de cafeeiro, principalmente em relação a melhor dose a ser utilizada. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de quatro cultivares de cafeeiro cultivadas em diferentes doses do adubo de liberação lenta Osmocote® em tubetes.

Material e métodos

Condução do experimento

O experimento foi desenvolvido em viveiro comercial de mudas de cafeeiro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Muzambinho, município de Muzambinho (MG). O município de Muzambinho encontra-se na região sul de Minas Gerais, latitude sul 21° 22' 00”, longitude oeste 46° 31'00” e altitude em torno de 1.048 m. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 5 x 4, sendo cinco doses de fertilizante de liberação lenta Osmocote® e quatro cultivares de cafeeiro, com quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída por seis plantas.

Foram utilizadas sementes certificadas de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L, das quais Catuaí Amarelo – IAC/62, Catuaí Vermelho – IAC/144, Catuaí Vermelho – IAC/99 e Catuaí Amarelo 2SL. Essas sementes foram distribuídas em camada única dentro de recipientes plásticos, utilizando

como substrato papel toalha umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os recipientes foram levados a câmaras de germinação tipo B.O.D., mantidas à temperatura constante de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e sob total ausência de luminosidade.

Após 20 dias de semeadura, com 100 % das sementes germinadas, as plântulas foram transferidas diretamente para os tubetes de polietileno preto, previamente esterilizados com hipoclorito de sódio a 0,4 %. Os tubetes com capacidade de 120 ml foram preenchidos com fibra de coco (substrato utilizado neste trabalho) mais a adição dos seguintes tratamentos: 0,0; 2,72; 5,45; 8,18 e 10,90 g de Osmocote® L⁻¹ de substrato. O fertilizante Osmocote® apresenta a seguinte formulação: 15-10-10 + micronutrientes, sendo 15,0 % de N, 10,0 % de P₂O₅, 10,0 % de K₂O, 3,5 % de Ca, 1,5 % de Mg, 3,0 % de S, 0,02 % de B, 0,05 % de Cu, 0,5 % de Fe, 0,1 % de Mn, 0,004 % de Mo e 0,05 % de Zn.

Foram utilizadas neste trabalho quatro cultivares de café, das quais Catuaí Amarelo – IAC/62, Catuaí Vermelho – IAC/144, Catuaí Vermelho – IAC/99 e Catuaí Amarelo 2SL. O experimento era constituído por quatro repetições, em que cada unidade experimental era representada por seis plantas. As irrigações foram realizadas através de aspersão, com regas diárias cuja lâmina de água tinha em torno de 5 mm. Os tratos culturais realizados seguiram as recomendações técnicas de Guimarães e Mendes (1998), sendo realizadas aplicações do fertilizante foliar Biofert® (5-5-5 + 8% de micro) a cada 15 dias em uma vazão de 200 L ha⁻¹ em todos os tratamentos, como forma de suplementação mineral. A cada 21 dias era aplicado também o fungicida sistêmico Amistar® WG, cujo princípio ativo é a Azoxtrobina na concentração de 100g ha⁻¹ e vazão de 400 L ha⁻¹, conforme recomendação do fabricante.

As avaliações e coletas de dados foram realizadas 120 dias após a instalação do experimento, quando as mudas atingiram o estágio de plantio em campo (média de quatro a seis pares de folhas). Neste momento as plantas foram retiradas dos tubetes, as raízes foram lavadas em água corrente e iniciaram-se as análises de crescimento. Para tanto, os seguintes parâmetros foram avaliados: altura das plantas, medida em centímetros da distância entre o colo das plantas e a gema apical com auxílio de uma régua graduada; diâmetro do caule, medida em centímetros do diâmetro do colo com auxílio de um paquímetro; número de pares de folha, pela contagem direta do número de folhas; área foliar, medida em centímetros do maior comprimento e maior largura, multiplicada pelo fator de correção 0,67. Após essas análises, o sistema radicular e parte aérea foram acondicionados em sacos de papel e posteriormente secos em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C até atingir peso constante. Após, procedeu-se para as pesagens em balança de precisão, e os resultados médios das biomassas obtidos foram expressos em g planta⁻¹.

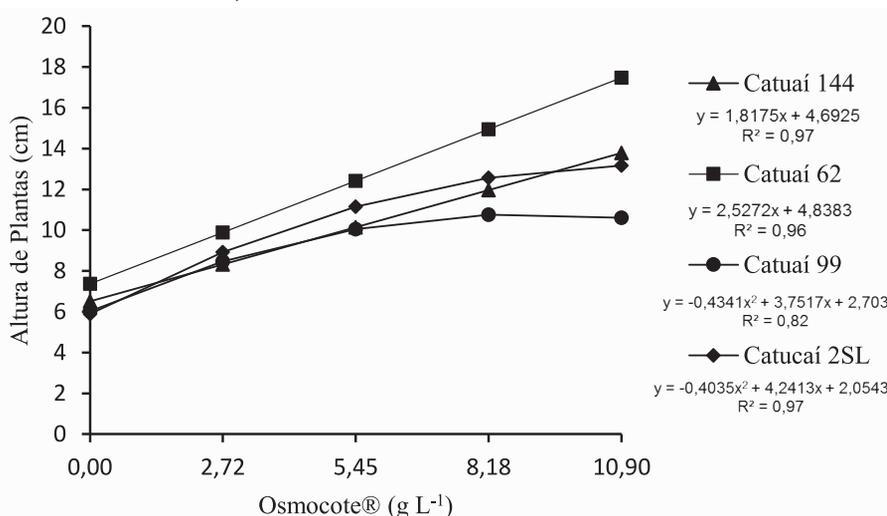
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificação de diferenças significativas entre si e, posteriormente, analisados por meio de teste de comparação de médias (Skott Knott) e por regressão polinomial (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Buscando identificar a influência do fertilizante de adubação lenta no crescimento de mudas de cafeeiro de diferentes cultivares, avaliaram-se as variáveis de crescimento; foi observado que o crescimento de mudas, independente da cultivar analisada, foi positivo com o aumento das doses do fertilizante. Para a variável altura das plantas (Figura 1), todas as cultivares responderam de forma crescente em relação às doses do fertilizante, sendo os maiores valores observados na dose de 10,9 g L⁻¹. Res-

salta-se ainda que a cultivar Catuaí 62 apresentou o maior desempenho para essa variável, uma vez que atingiu maior altura de plantas, precedida pela cultivar Catuaí 144 na maior dose do fertilizante.

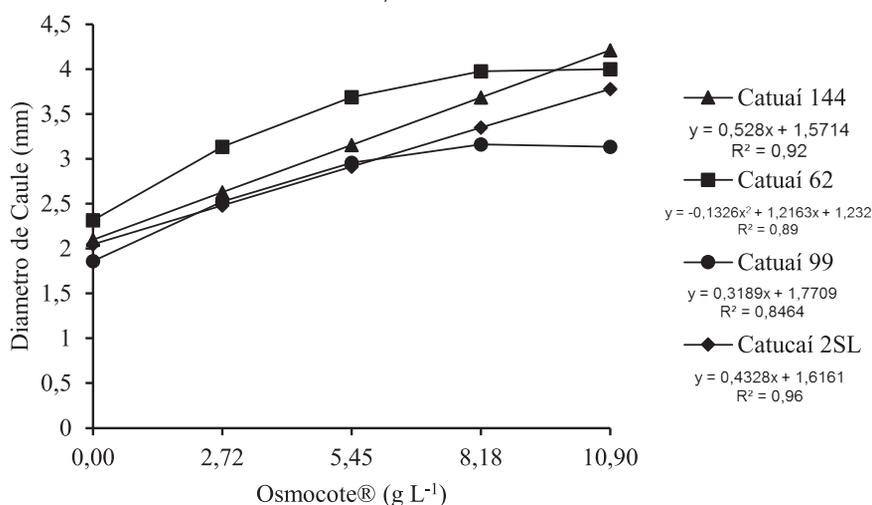
Figura 1. Altura de plantas (cm) de diferentes cultivares de cafeeiro submetidas a doses de adubo de liberação lenta (Osmocote®). Muzambinho (MG), 2016.



Fonte: Elaboração dos autores (2016).

O diâmetro de caule (Figura 2) apresentou interação entre as cultivares de cafeeiro e as doses de Osmocote®, sendo que o menor diâmetro de caule foi observado para o tratamento sem adição de fertilizante de liberação lenta em todas as cultivares de cafeeiros. Observou-se ainda que para esta característica houve uma resposta linear crescente com o aumento das concentrações do fertilizante de liberação lenta para as cultivares Catuaí 144 e 99 e Catuaí 2SL, as quais apresentaram valores de diâmetros do caule de 4,21, 3,13 e 3,77 mm, respectivamente. Para a cultivar Catuaí 62 houve resposta quadrática, em que o maior diâmetro de caule foi observado na dosagem de 8,18 g L⁻¹, porém na dose de 10,90 g L⁻¹ essa cultivar apresentou o diâmetro do caule superior à cultivar Catuaí 99.

Figura 2. Diâmetro de caule (mm) de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro submetidas a doses de adubo de liberação lenta (Osmocote®). Muzambinho (MG), 2016.

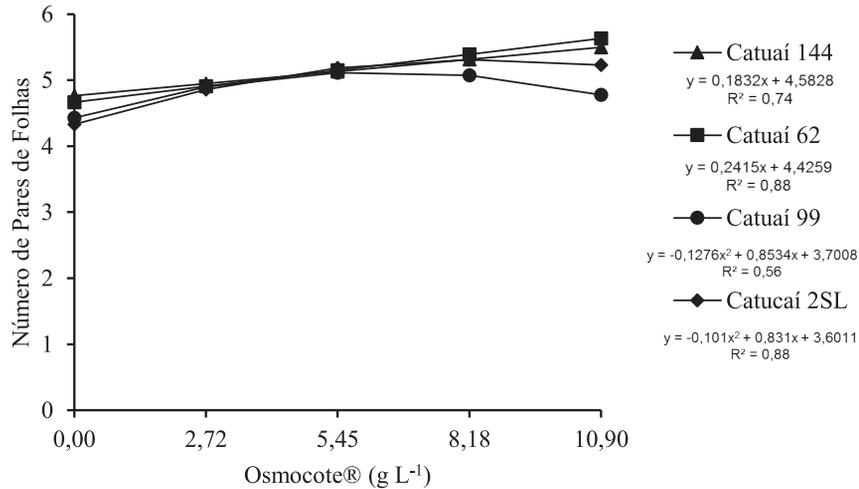


Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Diante da importância de uma copa bem formada para interceptação e conversão da radiação solar em energia química, necessária para manutenção do crescimento do vegetal, investigou-se a

influência de diferentes doses do fertilizante de liberação lenta no número de folhas verdadeiras e área foliar total nas quatro cultivares analisadas. À medida em que se aumentou a dose dos fertilizantes, houve incrementos no número de folhas para as cultivares Catuaí 144 e 62 e para Catucaí 2SL em uma resposta linear. No entanto, a cultivar Catuaí 99 demonstrou uma resposta quadrática sendo o maior número de folhas verificado na dose de 8, 18 g L⁻¹.

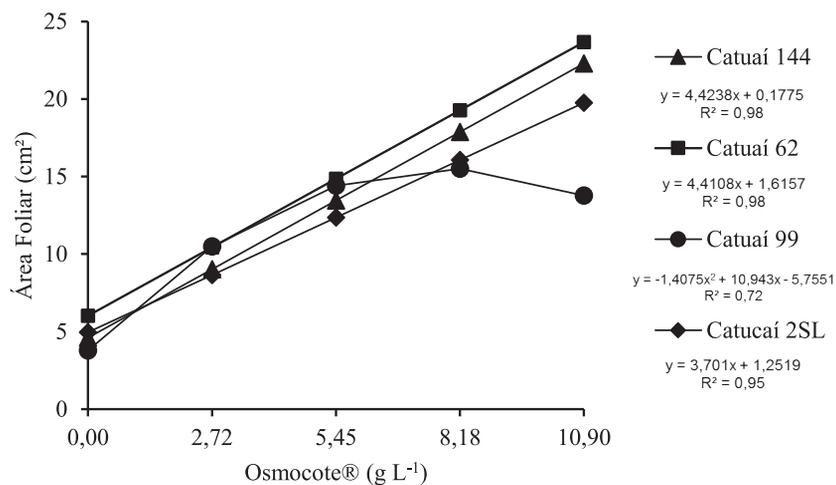
Figura 3. Número de pares de folhas de plantas de diferentes cultivares de cafeeiro submetidas a doses de adubo de liberação lenta (Osmocote®). Muzambinho (MG), 2016.



Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Em relação à área foliar total (Figura 4), pode-se observar que a adubação com fertilizante de liberação lenta promoveu os maiores valores dessa variável em todas as cultivares. Nesse sentido, as cultivares Catuaí 62, Catuaí 144 e Catucaí 2SL apresentam um aumento linear da área foliar com o aumento da dose do fertilizante de liberação lenta. Pode-se destacar ainda as cultivares Catuaí 62 e Catuaí 144, pois apresentaram as maiores áreas foliares na maior dose. Diferente disso, a cultivar Catuaí 99 apresentou redução na dose de 10,90 de Osmocote, sendo o seu maior valor médio de área foliar observado na dose de 8,18 g L⁻¹.

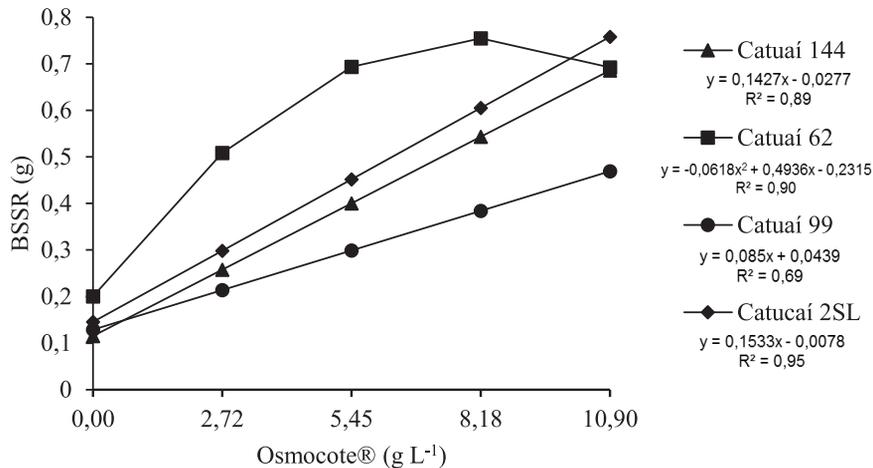
Figura 4. Área Foliar – (cm²) de mudas de cafeeiro submetidas a doses de adubo de liberação lenta (Osmocote®). Muzambinho (MG), 2016



Fonte: Elaboração dos autores (2016).

A biomassa seca do sistema radicular (Figura 5) apresentou tendência linear para as cultivares Catucaí 2SL e Catucaí linhagens 99 e 144, visto que apresentou um aumento crescente nos valores dessa variável atingindo um máximo na dose de 10,90 g L⁻¹ de Osmocote®. Enquanto isso, a cultivar Catucaí 62 apresentou tendência quadrática, apresentando o maior acúmulo de biomassa seca do sistema radicular na dose de 8,18 g L⁻¹. Vale ressaltar que entre as cultivares, na dose de 10,90 g L⁻¹ de Osmocote, as cultivares Catucaí 2SL, Catucaí 144 e Catucaí 62 apresentaram valores superiores de biomassa seca de raiz em relação à cultivar Catucaí 99, sendo os maiores valores observados para a cultivar Catucaí 2SL.

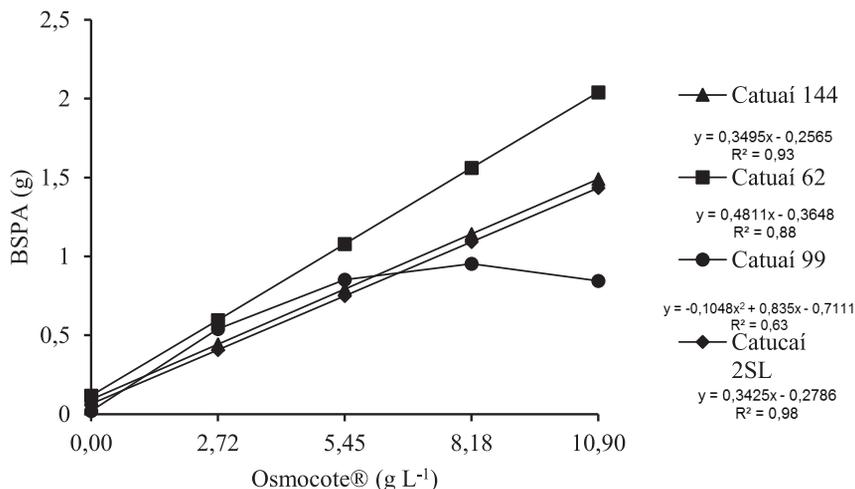
Figura 5. Biomassa seca do sistema radicular – BSSR (g) de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro submetidas a doses de adubo de liberação lenta (Osmocote®). Muzambinho (MG), 2016.



Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Na Figura 6, pode-se observar que a cultivar Catucaí 62 apresentou a maior biomassa seca da parte aérea, em relação às demais cultivares, quando utilizado o adubo de liberação lenta na dose de 10,90 g L⁻¹. Além disso, não foram observadas diferenças significativas para as cultivares Catucaí 62 e Catucaí 2SL independente da dose analisada. Os menores valores dessa variável foram observados para a cultivar Catucaí 99, a qual obteve seu ponto de máxima na dose de 8,18 g L⁻¹, porém ainda inferior para as demais cultivares.

Figura 6. Biomassa seca da parte aérea – BSPA (g) de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro submetidas a doses de adubo de liberação lenta (Osmocote®). Muzambinho (MG), 2016.



Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Diante dos resultados aqui apresentados, nota-se que a adubação com doses crescentes de fertilizante de liberação lenta promoveu, no geral, melhorias no crescimento de mudas de café independente da cultivar analisada. Isso pode estar diretamente relacionado à maior disponibilidade de nutrientes minerais durante todo o período de cultivo das mudas no tubete, uma vez que a maior disponibilidade de nutrientes, pelo aumento nas doses, mais especificamente nas de 8,18 e 10,9 g L⁻¹ de substrato, pode ter contribuído para um aumento na disponibilidade de nitrogênio e, por sua vez, ter promovido incrementos na atividade das enzimas do metabolismo do nitrogênio, como por exemplo a Redutase do nitrato, Redutase do nitrito, Sintase da glutatona e Sintase do glutamato (FERREIRA et al., 2015). Em adicional, o aumento na atividade dessas enzimas pode ter contribuído para incrementos nos níveis de aminoácidos essenciais para síntese de diversas proteínas, dentre elas, a Ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), principal enzima de carboxilação e a mais abundante em folhas de plantas C3.

Aliado ao aumento na biossíntese de proteínas, a maior disponibilidade de nitrogênio contribui ainda para incrementos na biossíntese de clorofilas (SZÉLES et al., 2015), uma vez que esse elemento é um componente estrutural das clorofilas juntamente com o magnésio (SHAUL, 2002; VERBRUGGEN; HERMANS, 2013). Deste modo, maiores níveis de clorofila poderiam aumentar a eficiência do complexo coletor de luz do fotossistema I e II e contribuir para uma maior eficiência fotoquímica e juntamente com maiores níveis e atividade da Rubisco favorecer melhorias na taxa fotossintética e conseqüentemente no acúmulo de biomassa (URIBELARREA et al., 2009). Neste sentido, Pang et al. (2013) observaram que o investimento de nitrogênio em estruturas fotossintéticas contribui para maior acúmulo de biomassa acima do solo. Isso está de acordo com Colodetti et al. (2015), pois esses observaram que a maior disponibilidade de nitrogênio promoveu incrementos no número de folhas, altura e massa seca de genótipos de *Coffea canefora* cultivados em concentrações crescentes de nitrogênio.

Além do nitrogênio e magnésio, a maior disponibilidade de outros elementos minerais como potássio e fósforo pode contribuir para diversos processos importantes no crescimento vegetal. O fósforo, por exemplo, está presente em moléculas energéticas como adenosina trifosfato (ATP) (THEODOROU; PLAXTON, 1993.; SCHACHTMAN et al., 1998), a qual é importante para diversas reações dependentes de energia, dentre elas a regeneração da ribulose-1,5-bisfosfato pela enzima Ribulose-5-fosfato cinase no ciclo de Calvin, uma importante molécula para a continuidade deste ciclo. Por outro lado, o potássio é um importante elemento que contribui para processos de osmorregulação celular, sendo de suma importância para o mecanismo de abertura e fechamento estomático (OSAKABE et al., 2014). Além disso, o potássio (OSAKABE et al., 2014) juntamente com magnésio (SHAUL, 2002), boro (REGUERA et al., 2009), cobre (YRUELA et al., 2009), ferro (JEONG; GUERINOT, 2009), molibdênio (SCHWARZ; MENDEL, 2006), zinco (BROADLEY et al., 2007), cálcio (SCHULZ et al., 2013) e manganês (ZHAO et al., 2001) participam como cofatores de diversas reações enzimáticas, contribuindo para o melhor funcionamento do metabolismo primário e secundário do vegetal, de modo a garantir a harmonia no crescimento e desenvolvimento da planta.

Assim, sugere-se que as doses de 8,18 g L⁻¹ e 10,9 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta podem ter contribuído para processos importantes no metabolismo vegetal, que por sua vez refletiu em um maior acúmulo de biomassa seca e crescimento em altura da parte aérea de mudas de café. Esses ganhos em crescimento podem ser explicados pela maior área foliar, a qual pode ter contribuído para maior produção de esqueletos de carbono pela fotossíntese. De acordo com Lima et al. (2009), mudas com a maior área foliar apresentam crescimento inicial mais rápido, em virtude

da maior produção de fotoassimilados e posterior alocação para outros órgãos da planta. Além do aumento na área foliar, o incremento no crescimento nessas dosagens pode ainda estar relacionado com o sistema radicular, uma vez que os aumentos no sistema radicular nas doses de 8,18 e 10,9 g L⁻¹ pode ter contribuído para maior eficiência na captação de água e nutrientes no substrato, mantendo essas mudas com maior status hídrico e nutricional. Esse resultado corrobora os dados obtidos por Marcuzzo et al. (2005), visto que esses constataram maior desenvolvimento do sistema radicular de mudas de cafeeiros da cultivar Acaiaí Cerrado MG-1474 utilizando doses de Osmocote® a partir de 8,18 g L⁻¹ de substrato.

Em relação ao melhor desempenho no acúmulo de biomassa da parte aérea da cultivar Catuaí 62 em relação a cultivar Catuaí 144, Catucaí 2SL e principalmente à cultivar Catucaí 92, os fatores genéticos inerentes a essas cultivares podem ter favorecido essas plantas a apresentar maiores valores de assimilação de nutrientes e, assim, um desempenho vegetativo superior.

Conclusão

O fertilizante de liberação lenta (Osmocote®) influenciou o melhor crescimento e qualidade das mudas das diferentes cultivares de cafeeiro. A cultivar Catuaí Amarelo IAC-62 apresentou melhores resultados para os parâmetros de crescimento analisados, mostrando-se a mais vigorosa. A dose de 10,9 g L⁻¹ de Osmocote® proporciona incrementos no crescimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes, sendo portanto indicada para a produção de mudas em tubetes.

Coffee seedlings grown in tubes with slow-release fertilizer

Abstract

The objective of this study was to evaluate the growth of four coffee cultivars grown in different doses of slow-release fertilizer Osmocote® in plastic tubes. The experiment was developed in the Cafeicultura sector greenhouse located in IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho, from December 2012 to June 2013. Certified seeds were germinated and used in BOD at 25 °C ± 2. Experimental design was completely randomized in a 5 x 4 factorial consisting of 5 doses of slow release fertilizer (0.0; 2.72; 5.45; 8.18 and 10.90 g L⁻¹ Osmocote® substrate) and 4 coffee cultivars (Catuaí Yellow - IAC / 62, Catuaí - IAC / 144, Catuaí - IAC / 99 and Catucaí Yellow 2SL) with 4 replications. The evaluations were performed at 120 days after the beginning of the experiment and the following variables were analyzed: plant height, stem diameter, number of leaves, dry matter of shoot and root and leaf area, then the data were submitted to Skott Knott tests (0.05) and polynomial regression. It was observed in this work that, in general, the slow-release fertilizer Osmocote® promoted increases in growth in seedlings of different varieties of coffee. Among the analyzed cultivars, Catuaí Yellow IAC-62 showed the highest growth. Furthermore, the dose of 10.9 g L⁻¹ Osmocote® gave the highest growth of crops and are therefore indicated for coffee plants growing in plastic pots.

Keywords: Leaf spot. *Coffea arabica* L. Fertilization. Propagation.

Referências

- ANDROCIOLO FILHO, A. Renovação cafeeira e distribuição adequada das variedades no Paraná. In: ENCONTRO SOBRE CAFEICULTURA PARANAENSE, Londrina 1984, **Anais...** Londrina :IAPAR, 1984. p. 51-58. Disponível em: <<http://www.sidalc.net/cgiin/wxis.exe/?IscScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=044243>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- BALIZA, D. P.; ÁVILA, F. W.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, R. J.; PASSOS, A. M. A.; PEREIRA, V. A. Crescimento e nutrição de mudas de cafeeiro influenciadas pela substituição do potássio pelo sódio. **Coffee Science**, v. 5, n. 3, p. 272-282, set./dez., 2010. Disponível em: <<https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/341>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- BARBIZAN, E. L.; LANA, R. M. Q.; MENDONÇA, F. C.; MELO, B. D.; SANTOS, C. D.; MENDES, A. F. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes associada a diferentes formas de aplicação de fertilizantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p. 1471-1480, dez., 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Mendonca4/publication/257298003_Producao_de_mudas_de_cafeeiro_em_tubetes_associada_a_diferentes_formas_de_aplicacao_de_fertilizantes/links/582b425d08ae138f1bf4a166/Producao-de-mudas-de-cafeeiro-em-tubetes-associada-a-diferentes-formas-de-aplicacao-de-fertilizantes.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Avaliação da Safra Agrícola Cafeeira 2013**: terceira estimativa. Brasília, Setembro/2013, p 7-8. Disponível em: <<http://www.carvalhaes.com.br/safra/anexos/conab2013-3.pdf>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- COSTA, A. C. M. Mudas em tubetes: novos componentes e misturas. **Informativo da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça**, Ano 5, n. 51, p. 14-15, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000100007&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- DIAS, R., MELO, B. D.; RUFINO, M. D. A.; SILVEIRA, D. L.; MORAIS, T. D.; SANTANA, D. D. Fontes e proporção de material orgânico para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 758-764, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n3/a14v33n3>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Nov./Dez., 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- FERREIRA, E. V. O.; NOVAIS, R. F.; SANTOS, F. A. dos; RIBEIRO, C.; BARROS, N. F. Nitrate reductase (NR) and glutamine synthetase (GS) can be used as indicators of nitrogen status in eucalyptus clones. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 6, p. 561, 2015. Disponível em: <<https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=298206202431964;res=IELHSS>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Produção de mudas de cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 60p, p 48-55, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000078&pid=S1413-7054201000010000600011&lng=pt>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

KAINUMA, R. H.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. D. P.; MONTANARI, E.; FRANCO, E. Qualidade de mudas *Coffea arabica* desenvolvidas em diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001. **Anais...** Vitória (ES): Embrapa Café, 2001, p. 1865-1872. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/1000>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

LANA, R. M. Q.; SANTOS, C. M. dos; SANTOS, V. L. M. dos; BARBIZAN, E. L.; MENDES, A. F. Utilização de diferentes substratos e fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro em saquinhos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 286, n. 49, p. 577-586, 2002. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2835>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

LIMA, J. D.; SILVA, S. H. M-G. da; SANTOS, E. M. H dos; LIMA, A. P. D. S.; HIRATA, D. M.; SANTOS, F. D. Crescimento e nutrição de mudas de bananeira em substrato contendo resíduos da agroindústria de chá preto durante a aclimatização. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 37-42, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/995/99515507006/>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/331/33138107/>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

MARCUZZO, K. V.; MELO, B. de; CARVALHO, H. P.; TEODORO, R. E. F.; SEVERINO, G. M.; ALVARENGA, C. B. de. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes substratos e doses de fertilizante de liberação gradual. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 57-63, jan./abr. 2005. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6564>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

MELO, B. de; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Doses crescentes de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. 1999, Franca. **Resumos**. Rio de Janeiro: IBG / GERCA, 1999. p. 70-72. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/6394/4131>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

MELO, B. B.; MENDES, G. F.; GUIMARÃES, A. N. Café: variedades e cultivares. **Informe Agropecuário**. Cafeicultura: tecnologia para produção, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 92-96, 1999. Disponível em: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=007462>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

MELO, B.; MENDES, A. N. G.; GUIMARAES, P. T. G.; DIAS, F. P. Substratos, Fontes e Doses de P₂O₅ na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 35-44, 2003. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6450>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

MORII, A. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; DUTRA, M. R.; MONTEIRO, J. V.; PAIVA, L. C. Aplicação de granulados de solo na formação de mudas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. 1997, Munhuagú. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFE/EMBRAPA, 1997. p. 243-245. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000093&pid=S0101-3122200300040000300015&lng=en>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

PANG, J.; PALTA, J. A.; REBETZKE, G. J.; MILROY, S. P. Wheat genotypes with high early vigour accumulate more nitrogen and have higher photosynthetic nitrogen use efficiency during early growth. **Functional Plant Biology**, v. 41, n. 2, p. 215-222, 2014. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/FP/FP13143>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. de; MONTANARI, M.; SOUZA, R. F. de. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cercosporiose em mudas de cafeeiro formadas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 685-692, 2007. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/doi/14137054/2007/00000031/0000003/art00013>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

SCHACHTMAN, D. P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. **Plant physiology**, v. 116, p.447-453, 1998. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/116/2/447.short>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

SHAUL, O. Magnesium transport and function in plants: the tip of the iceberg. **Biometals**, v. 15, n. 3, p. 307-321, 2002. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016091118585>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

SCHULZ, P.; HERDE, M.; ROMEIS, T. Calcium-dependent protein kinases: hubs in plant stress signaling and development. **Plant physiology**, v. 163, n. 2, p. 523-530, 2013. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/163/2/523.short>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

THEODOROU, M. E.; PLAXTON, W. C. Metabolic adaptations of plant respiration to nutritional phosphate deprivation. **Plant physiology**, v. 101, n. 2, p. 339-344, 1993. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/101/2/339.short>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

URIBELARREA, M.; CRAFTS-BRANDNER, S. J.; BELOW, F. E. Physiological N response of field-grown maize hybrids (*Zea mays* L.) with divergent yield potential and grain protein concentration. **Plant and soil**, v. 316, n. 1-2, p. 151-160, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-008-9767-1>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Physiological and molecular responses to magnesium nutritional imbalance in plants. **Plant and soil**, v. 368, n. 1-2, p. 87-99, 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-013-1589-0>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

ZHAO, Y.; XUE, Y.; OBERLEY, T. D.; KININGHAM, K. K.; LIN, S. M.; YEN, H. C.; MAJIMA, H.; HINES, J.; ST CLAIR, D. Overexpression of manganese superoxide dismutase suppresses tumor formation by modulation of activator protein-1 signaling in a multistage skin carcinogenesis model. **Cancer Research**, v. 61, n. 16, p. 6082-6088, 2001. Disponível em: <<http://cancerres.aacrjournals.org/content/61/16/6082>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

Histórico editorial:

Submetido em: 20/09/2016

Aceito em: 24/03/2017

Como citar:

ABNT

BACHIÃO, P. O. B.; MACIEL, A. L. R.; AVILA, R. G.; CAMPOS, C. N. Crescimento de mudas de cafeeiro em tubetes com fertilizante de liberação lenta. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 105-116, jan./mar. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181100>

APA

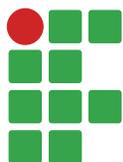
BACHIÃO, P. O. B., MACIEL, A. L. R., AVILA, R. G. & CAMPOS, C. N. (2018). Crescimento de mudas de cafeeiro em tubetes com fertilizante de liberação lenta. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 105-116. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181100>

ISO

BACHIÃO, P. O. B.; MACIEL, A. L. R.; AVILA, R. G. e CAMPOS, C. N. Crescimento de mudas de cafeeiro em tubetes com fertilizante de liberação lenta. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 105-116. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181100>

VANCOUVER

Bachião POB, Maciel ALR, Avila RG, Campos CN. Crescimento de mudas de cafeeiro em tubetes com fertilizante de liberação lenta. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 105-116. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181100>



Cultivo de *Artemisia absinthium* L. sob concentrações de solução nutritiva em hidroponia

Jose Magno Queiroz Luz¹

Roberta Camargos de Oliveira²

Ariel Santivañez Aguilar³

Tatiane Nogueira Santos⁴

Resumo

Losna ou absinto (*Artemisia absinthium* L.) é uma espécie utilizada desde a antiguidade devido a seu princípio ativo medicinal, com destaque no cenário atual por sua capacidade de fornecer substâncias úteis à indústria. Estudos sobre a produção de plantas medicinais em hidroponia podem encontrar alternativas viáveis para otimizar a produção, especialmente por fornecerem dados sobre o crescimento e produção. Neste contexto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento do absinto sob concentrações de solução nutritiva e posição das plantas no perfil hidropônico, em sistema hidropônico NFT. O experimento foi conduzido entre os meses de abril e agosto de 2009 em delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições, em esquema fatorial 4 x 3. Foram avaliadas altura, massa fresca e seca da parte aérea e de raízes. As plantas tiveram seu crescimento inicial em espuma fenólica e foram irrigadas com solução nutritiva diluída a 50 %. Após transplantadas para as bancadas de desenvolvimento, foram submetidas aos tratamentos: concentrações de solução nutritiva (50, 75, 100 e 125 %) e posições das plantas nos perfis hidropônicos (inicial, intermediária e final). A solução nutritiva a 50 % foi considerada a melhor opção de cultivo para absinto, uma vez que concentrações maiores não refletem em desenvolvimento significativo. Portanto, a redução pode ser utilizada sem comprometer a produção de biomassa, com economia de recursos naturais e financeiro.

Palavras-chave: Absinto. Nutrição mineral. Plantas medicinais.

Introdução

Algumas espécies de plantas sintetizam substâncias oriundas do metabolismo secundário capazes de desempenhar diversas funções, como proteção contra predadores, atratores voláteis e fornecimento de cor às plantas, facilitando a polinização, óleos aromáticos, entre outros (DEWICK, 2002).

Com o crescente interesse na exploração industrial de óleos aromáticos de espécies medicinais, investigações fitoquímicas e biológicas sobre essas espécies ganham maior atenção (RIAHI et al., 2015). Entre as espécies medicinais com potencial de destaque, encontra-se *Artemisia absinthium* L. da família Asteraceae, conhecida como losna ou absinto.

1 Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Instituto de Ciências Agrárias, professor do curso de Agronomia. jmagno@umarama.ufu.br. Av. Amazonas s/n, Bloco 2E, Campus Umuarama, CEP: 38400-902.

2 Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Instituto de Ciências Agrárias, estudante de doutorado em Agronomia. robertacamargoss@gmail.com.

3 Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Instituto de Ciências Agrárias, estudante de doutorado em Agronomia. ariel_trex89@hotmail.com.

4 Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Instituto de Ciências Agrárias, engenheira agrônoma. tatianenogueirasantos@hotmail.com.

A parte aérea do absinto pode ser utilizada para preparações gástricas fitoterápicas, suplementos alimentares e bebidas alcoólicas (TURAK et al., 2014). Os compostos do óleo essencial da espécie possuem variadas propriedades biológicas, incluindo antimicrobiana, acaricida, inseticida, anti-helmínticos, antisséptico e antiespasmódico (RIAHI et al., 2015).

Após descoberta a importância e vantagens dos compostos extraíveis dos vegetais, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas eficientes que possam produzir a matéria-prima para a extração. Portanto, meios de obtenção de produtividade e qualidade das plantas são fundamentais para sustentar o mercado e fornecer os elementos para as indústrias e população.

Prasad et al. (2012) destacam a importância em estabelecer estratégias de produção sustentáveis e economicamente viáveis para espécies capazes de fornecer moléculas bioativas. Os autores destacaram que a tecnologia de produção hidropônica é capaz de proporcionar um sistema de produção mais definido e reprodutível sob as condições de controle, em comparação com as plantas cultivadas em solos. Logo, este sistema pode resultar em melhoria da qualidade da matéria-prima para o processamento industrial e incrementar a produção e rendimento de metabólitos.

Cultivos hidropônicos referem-se a cultivos sem solo de forma mais intensiva e eficaz. As raízes das plantas são parcialmente ou completamente imersas em solução nutritiva, a qual é formada por dissolução de adubos em água de irrigação com uma concentração apropriada. A técnica apresenta expressiva expansão pelo potencial aumento de produtos agrícolas (SAVVAS et al., 2013; PUTRA; YULIANDO, 2015; LI et al., 2015).

A utilização de soluções nutritivas permite a otimização dos recursos naturais limitantes, devido à possibilidade de fornecer os nutrientes e água em proporções adequadas. A reutilização e recirculação das soluções podem evitar a contaminação das águas subterrâneas por resíduos de adubos e reduzir o custo de produção (TZERAKIS et al., 2013). Portanto, a promissora e alternativa técnica permite vantagens para o consumidor, para o produtor e para o ambiente (PAULUS et al., 2012).

A concentração da solução utilizada para suprir as necessidades das plantas merece destaque devido ao equilíbrio entre os nutrientes. Se por um lado o fornecimento abaixo do necessário impede maximizar o potencial genético das plantas, por outro, dosagens excessivas ocasionam acumulação na zona das raízes, prejudicando o crescimento das plantas e o rendimento (CARMASSI et al., 2005).

Ademais, o comprimento do perfil hidropônico também pode ser considerado um fator que interfere no desenvolvimento das plantas, em especial espécies que são responsivas e sensíveis ao fornecimento de nutrientes. Isso porque, ao longo do perfil, as plantas vão absorvendo os nutrientes diluídos e, em perfis muito longos, pode haver alteração na condutividade elétrica (LUZ et al., 2012).

A maioria dos trabalhos já realizados relata o comportamento de hortaliças folhosas, porém o interesse pelos consumidores, o aumento da demanda por outras espécies estratégicas (BIONE et al., 2014) que forneçam produtos condimentares ou medicinais salientam a necessidade do enfoque na diversificação do cultivo hidropônico.

Poucas são as informações com relação ao comportamento do absinto quanto à nutrição, especialmente em hidroponia. Logo, objetivou-se avaliar a produção desta espécie sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos em sistema de cultivo hidropônico NFT.

Material e métodos

O experimento conduzido em delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 4 x 3, com os fatores: concentração da solução nutritiva (I – 50 %, II – 75 %, III – 100 %, IV – 125 %) e posição da planta no perfil hidropônico (I – posição inicial, II – posição

mediana e III – posição final), cada posição foi composta por cinco plantas e cada tratamento, três repetições.

A estufa hidropônica utilizada era composta por uma bancada de crescimento inicial com 4 m de comprimento, contendo quinze perfis de polipropileno pequenos (50 mm) com espaçamento de 10 cm entre perfis e 10 cm entre orifícios; quatro bancadas de crescimento final com 4 m de comprimento, cada uma com nove perfis de polipropileno médios (100 mm) para cultivo hidropônico com espaçamento de 18 cm entre canais e 25 cm entre orifícios. Os perfis, a cada três, foram abastecidos por um reservatório de plástico com capacidade de 100 litros de água, ao qual foi conectada uma bomba de pequena potência (32 Watts). Por outro lado, a bancada de crescimento inicial de mudas foi abastecida por apenas um reservatório de 100 litros. Os reservatórios foram pintados com tinta emborrachada branca com o objetivo de evitar o aquecimento da solução nutritiva. O sistema hidropônico adotado foi o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes), com utilização da solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999).

A losna foi semeada em abril e colhida em agosto, conduzindo-se o experimento num total de 127 dias. A semeadura da losna foi realizada em bandejas plásticas com dimensões: 40 x 30 x 12 cm. Foram utilizados três quilos de substrato Bioplant®. O semeio foi superficial, sendo as sementes cobertas por fina camada de substrato.

Nos primeiros 22 dias, foi realizada irrigação com a solução nutritiva recomendada por Furlani et al. (1999). Após a germinação foi feito o desbaste deixando-se uma plântula por célula. As plântulas foram transferidas para espuma fenólica e posteriormente para a bancada de crescimento inicial. Nesta fase, as mudas receberam a mesma solução nutritiva, porém diluída em 75 %, devido ao menor desenvolvimento na fase inicial.

A circulação da solução nutritiva nos perfis foi controlada por um temporizador programado para circular de 15 em 15 minutos, das 06 h às 18 h e por 15 minutos às 24 h.

As mudas permaneceram na bancada até os 15 dias após o transplantio. Posteriormente, as mudas foram transferidas para as bancadas de crescimento final, onde ficaram até a colheita, com irrigação com as quatro concentrações da solução nutritiva sob o mesmo regime de circulação da solução já descrito.

A solução nutritiva foi preparada a partir da água da rede urbana, a qual foi deixada em repouso (por cerca de 24 horas) para eliminação do cloro usado em seu tratamento. Para o preparo da solução nutritiva foi utilizado um kit para hidroponia fornecido pela empresa Gioplanta - Comércio e Representação Agrícola Ltda., denominado kit básico, com a quantidade de sais descritos na Tabela 1, para o preparo de 1.000 litros de solução nutritiva de concentração 100%.

Tabela 1. Quantidade de sais para preparo de 1.000 litros de solução nutritiva – proposta do Instituto Agronômico

Solução	Sal fertilizante	Quantidade (g 10 L ⁻¹)
A	Nitrato de potássio	1.200
	Fosfato monoamônio purificado	200
	Sulfato de magnésio	240
B	Nitrato de Cálcio especial	600
C	Sulfato de cobre	1,0
	Sulfato de manganês	10,0
	Ácido Bórico	5,0
	Molibdato de sódio	1,0
	FeEDTANa ₂ (10 mg/ml de Fe)	120 ml

Fonte: Furlani et al. (1999).

Os sais do kit de solução, depois de diluídos, foram adicionados ao reservatório inferior e completado o volume para 800 litros de água por meio do reservatório superior, perfazendo desta maneira 800 litros de solução com concentração de 125 %. Esse reservatório abasteceu os reservatórios das bancadas de cultivo, onde foram feitas as diluições necessárias para cada tratamento. No momento da transferência das plantas para os perfis de 100 mm, foram determinados o pH das diferentes concentrações e a condutividade elétrica.

O manejo da solução nutritiva foi realizado diariamente por meio da reposição da água consumida e do acompanhamento da condutividade elétrica (C.E.) e do pH. A correção do pH foi realizada diariamente com uma solução de NaOH 1M ou HCl, mantendo-o entre 5,5 e 6,5.

A solução era ajustada toda vez que a C.E. diminuía 25 % em relação a C.E. inicial. Para o ajuste, foram utilizadas soluções específicas para tal, que foram preparadas a partir de um kit denominado kit de ajuste, também fornecido pela empresa acima citada (Tabela 2).

Tabela 2. Composição de sais das soluções de ajuste para as culturas de hortaliças de folhas

Sal ou Fertilizante	Quantidade (g 1000 L ⁻¹)
Nitrato de cálcio hydro Especial	750,00
Nitrato de potássio	500,00
Fosfato monoamônio (MAP)	150,00
Sulfato de magnésio	400,00
Sulfato de cobre	0,15
Sulfato de zinco	0,50
Sulfato de manganês	1,50
Ácido bórico, ou	1,50
Bórax	2,30
Molibdato de sódio (Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O),	0,15
Molibdato de amônio	0,15
Tenso-Fe® (FeEDDHMA-6 % Fe.) ou	30,0
Dissolvine® (FeEDTA-1 3% Fe.) ou	13,8
Ferrilene® (FeEDDHA-6 % Fe.) ou	30,0
SAL OU FERTILIZANTE	Quantidade (mL)
FeEDTANa ₂ (10mg/ml de Fe)	180 ml

Fonte: Furlani et al., 1999.

Quando todas as plantas da bancada atingiram o ponto de colheita (30-70 cm) foram avaliadas as seguintes características: altura de planta, massa de matéria fresca de parte aérea e de raiz. A totalidade da parte aérea e das raízes de cada parcela foi submetida à secagem em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C até que atingiram massa constante, para obtenção da massa de matéria seca da parte aérea e raiz.

Foram realizadas amostragem de folhas para quantificação de nutrientes. As amostras após secagem foram moídas e determinados os teores foliares dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes: boro, cobre, ferro, manganês e zinco (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2013).

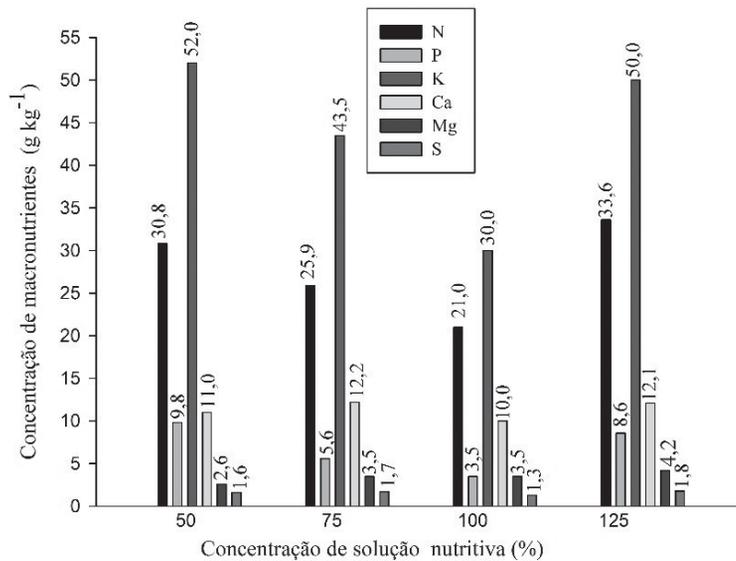
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. A comparação de médias foi feita por meio do teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Fatores quantitativos foram avaliados por meio de teste de médias devido à ausência de ajuste aos modelos matemáticos, evidenciados por meio de baixos coeficientes de determinação ou não significância dos modelos.

Resultados e discussão

Não houve interação entre as concentrações de solução nutritiva e posição no perfil hidropônico, portanto os fatores foram avaliados de forma isolada.

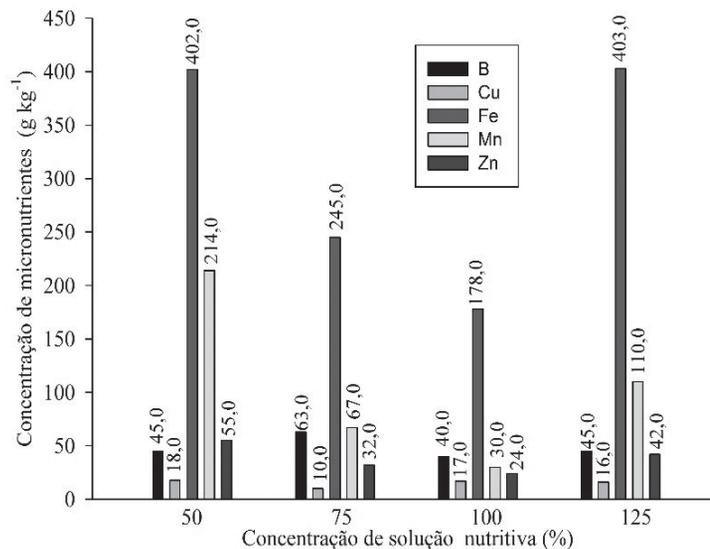
A concentração de nutrientes nas folhas de absinto, tanto macros quanto micronutrientes, apresentou acúmulos diferenciados conforme a quantidade de nutrientes fornecidos. Tal resultado era esperado, uma vez que a diferença de concentração interfere na dinâmica de absorção, oriunda da competição entre os nutrientes pelos sítios de absorção. Maiores teores de P, K, Cu, Zn, Mn foram observados na concentração de solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999) a 50 %; Ca e Fe foram mais pronunciados na concentração de 75 %, enquanto N, Mg, S e B na concentração de 125 % (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Concentração de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) nas folhas de *Artemisia absinthium* L. sob a concentração de solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999).



Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

Figura 2. Concentração de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) nas folhas de *Artemisia absinthium* L. sob a concentração de solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999)



Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

É fundamental observar as quantidades de nutrientes que as plantas conseguem absorver para se evitar desequilíbrios de nutrientes e conseqüente reduções no desenvolvimento vegetal. Neocleous e Savvas (2015), em estudo do efeito de proporções de macronutrientes em solução nutritiva de circulação na absorção do melão, observaram que o aumento na concentração de íons para manter um padrão $K^+ : Ca^{2+} : Mg^{2+}$ ocasionou desbalanços prejudiciais, o que restringiu o rendimento de frutas frescas em 20 % devido aos efeitos osmóticos. Os autores mencionaram ainda a interferência nos fatores osmóticos, sendo que a absorção de nutrientes pode não passar por inibição devido à salinidade elevada na solução reciclada ou não responder a pequenas diferenças na concentração de nutrientes nos tecidos vegetais.

Souza et al. (2005), em um trabalho com níveis de condutividade elétrica no cultivo de berinjela, verificaram que o aumento da condutividade elétrica se relacionou ao aumento do íon potássio e redução para o magnésio. Essa relação entre os nutrientes pode ser observada neste trabalho, sendo que a concentração de 50 % refletiu em maior concentração de K e menor teor de Mg. Entretanto, concentrações maiores de sais na solução alteraram a dinâmica de absorção ocasionando redução no teor de K e aumento do Mg.

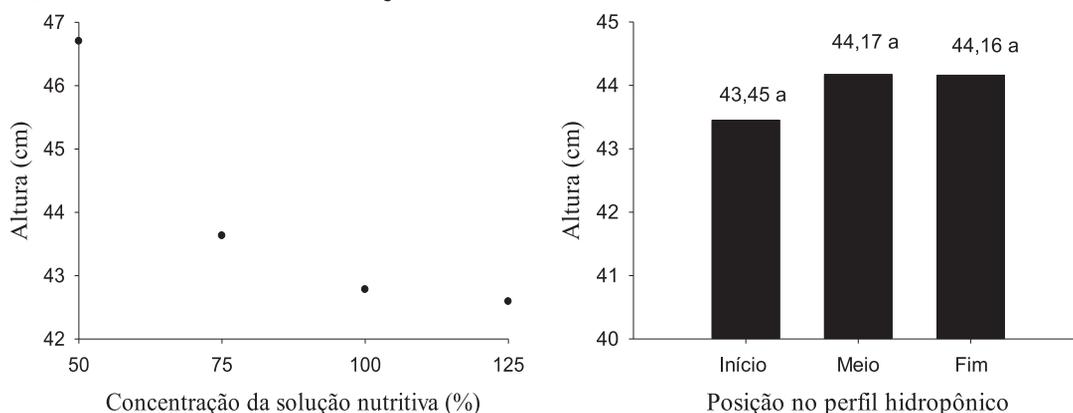
A disponibilidade de cátions e ânions no solo ou solução nutritiva determinam a sua absorção pelas plantas (OLIVEIRA et al., 2001). Cátions como K e Mg competem pelo mesmo sítio de absorção e alterações na concentração desses e refletem em sua absorção e translocação, sendo que a presença excessiva de um pode prejudicar os processos de absorção de outros (ORLANDO FILHO et al., 1996).

É bom lembrar que os nutrientes se correlacionam e estão inseridos em uma dinâmica de absorção, as quais ocorrem de acordo com a quantidade de cada nutriente presente na solução disponível ao sistema radicular. Em trabalho com algodão, por exemplo, Araújo e Silva (2012) observaram que o fornecimento de boro afetou positivamente o teor de nitrogênio e reduziu a eficiência de absorção e o transporte de fósforo.

Espécies com grande variabilidade quanto às características de interesse agrônomo apresentam escassas informações quanto ao estado nutricional e o crescimento quando submetidas a concentrações de nutrientes (VASCONCELOS et al., 2014). Isto salienta a necessidade de mais esforços para o entendimento quanto ao comportamento de espécies com nobre valor medicinal como o absinto.

O teste F não foi significativo para os fatores concentrações de solução nutritiva e posição do perfil hidropônico quanto à altura, a qual variou de 42,59 a 46,7 entre as doses e de 43,45 a 44,16 entre as posições no perfil (Figura 3).

Figura 3. Médias da altura das plantas de *Artemisia absinthium* L. sob concentrações de solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999) e posições no perfil hidropônico

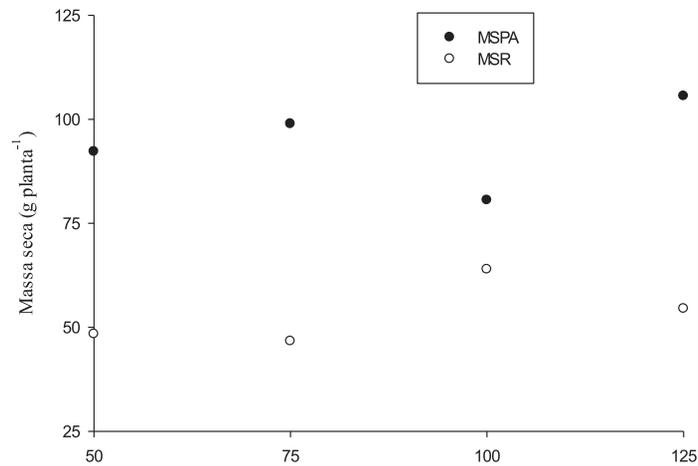


Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

A concentração de íons (força iônica) da solução nutritiva e a obtenção da formulação adequada, que garanta o desenvolvimento máximo sem excedentes e faltas, são complexas devido à dinâmica entre os nutrientes. Há constantes buscas por respostas na produtividade visando reduzir a concentração das soluções nutritivas e a concentração de nitrato nos tecidos vegetais, com consequente redução nos custos de produção por meio do aumento da eficiência do uso dos nutrientes (ARAÚJO et al., 2013).

O teste F não foi significativo entre as concentrações de solução nutritiva para massas de matéria secas de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), portanto, as massas secas de parte aérea e raiz não foram influenciadas pelas concentrações de solução nutritiva. A MSPA e MSR variou entre 80,55 e 105,55 e 46,66 e 63,88 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 4).

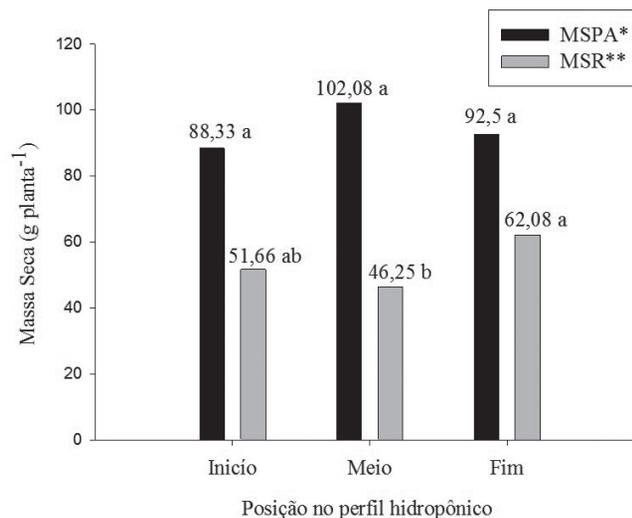
Figura 4. Médias de massa seca da parte aérea e massa seca da raiz das plantas de *Artemisia absinthium* L. sob concentrações de solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999).



Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

Porém, quando observada a posição das plantas no perfil hidropônico, aquelas cultivadas no fim tiveram maior massa seca de raiz (Figura 5).

Figura 5. Médias de massa seca da parte aérea e massa seca da raiz das plantas de *Artemisia absinthium* L. de acordo com as posições no perfil hidropônico



*Massa seca da parte aérea ** Massa seca da raiz

Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

As reduções da concentração da solução nutritiva também proporcionaram os mesmos valores de taxa de crescimento comparado a 100 % em trabalhos realizados por Cometti et al. (2008) em cultivo de alface em sistema NFT e Araújo et al. (2013) em cultivo de tomate cereja. Os autores reforçaram que a redução na concentração da solução nutritiva permite economia no custo da solução nutritiva básica, sem comprometer a produtividade.

Luz et al. (2011) também verificaram respostas favoráveis ao crescimento de rúcula (*Eruca sativa*), sob cultivo com menor concentração da solução nutritiva de Furlani et al. (1999) (50 %).

Luz et al. (2012) em estudo com coentro e salsa observaram resultado oposto ao presente estudo, com maiores massas secas nas posições inicial e intermediária dos perfis hidropônicos, com reflexos em maiores rendimentos nas duas espécies estudadas.

Conclusão

A solução nutritiva a 50 % mostra-se a melhor opção de cultivo para absinto, uma vez que concentrações maiores não refletem em desenvolvimento significativo. Portanto, a redução pode ser utilizada sem comprometer a produção de biomassa, com economia de recursos naturais e financeiro.

Cultivation of *Artemisia absinthium* under nutrient solution concentrations in hydroponics

Wormwood (*Artemisia absinthium* L.) is a species used since ancient times due to its medicinal active principles, standing out in the current scenario for its ability to provide useful substances to industry. Studies on the production of medicinal plants in hydroponics can provide viable alternative to optimize production, especially for generating growth and production data. In this context, the objective was to evaluate the development of wormwood under nutrient solution concentrations and position of plants in hydroponic profile, in a hydroponic system NFT. The experiment was conducted between April and August, 2009, in a randomized block design with five replications, in a 4 x 3 factorial scheme. Height, fresh and dry weight of shoots and roots were assessed. The plants had their initial growth of phenolic foam and were irrigated with nutrient solution diluted to 50 %. After transplanting them to the development profiles, they were submitted to the treatments: nutrient solution concentrations (50, 75, 100 and 125 %) and positions of plants in the profile (initial, intermediate and final). The nutrient solution at 50 % was considered the best option for wormwood cultivation, since higher concentrations do not reflect significant development. Therefore, the reduction in concentration may be used without decreasing production, saving natural and financial resources.

Keywords: Medicinal plants. Plant nutrition. Wormwood.

Agradecimentos

À FAPEMIG e à CAPES pelo auxílio financeiro.

Referências

- ARAÚJO, L.; SILVA, K. J. P.; LEMOS, L. M. C.; MILAGRES, C. C.; CARDOSO, D. S. C. P.; ALVES, L. C.; PEREIRA, P. R. G. Tomate cereja cultivado em diferentes concentrações de solução nutritiva no sistema hidropônico capilar. **Revista Unimontes Científica**, v. 15, n. 1, p. 18-27, 2013. Disponível em: <<http://www.ruc.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/131>>. Acesso em: 20 dez. 2017.
- ARAÚJO, E. O.; SILVA, M. A. C. Efeito de doses de boro e zinco na absorção de nitrogênio e fósforo pelo algodoeiro em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 574-579, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7i4a1731>>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- BIONE, M. A. A.; PAZ, V. P. S.; SILVA, F.; RIBAS, R. F.; SOARES, T. M. Crescimento e produção de manjerição em sistema hidropônico NFT sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 12, p. 1228-1234, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n12p1228-1234>>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- CARMASSI, G.; INCROCCI, L.; MAGGINI, R.; MALORGIO, F.; TOGNONI, F.; PARDOSSI, A. Modeling salinity build-up in recirculating nutrient solution culture. **Journal of Plant Nutrition**, v. 28 n. 3 p. 431-445, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi:10.1081/PLN-200049163>>. Acesso em: 13 dez. 2017.
- COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 252-257, 2008. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/S0102-05362008000200027>>. Acesso em: 14 dez. 2017.
- DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: a Biosynthetic Approach**. West Sussex: John Wiley & Sons, 2002, p. 7-38.
- EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, (DF): Embrapa, 2013, p. 95-133.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999, p. 11-12. Boletim Técnico, 180.
- LI, C.; DONG, Y.; LEI, Y.; WU, D.; XU, P. Removal of low concentration nutrients in hydroponic wetlands integrated with zeolite and calcium silicate hydrate functional substrates. **Ecological Engineering**, v. 82, n. 1, p. 442-450, 2015. Disponível em: <<http://doi:10.1016/j.ecoleng.2015.05.003>>. Acesso em: 20 dez. 2017.
- LUZ, J. M. Q.; COSTA, C. C.; GUERRA, G. M. P.; SILVA, M. A. D.; HABER, L. L. Efeito da variação da solução nutritiva no cultivo hidropônico de rúcula. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 76-82, 2011. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/716/651>. Acesso em: 20 dez. 2017.
- LUZ, J. M. Q.; ANDRADE, L. V.; DIAS, F. F.; SILVA, M. A. D.; HABER, L. L.; OLIVEIRA, R. C. Produção hidropônica de coentro e salsa crespa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 589-597, 2012. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/257/252>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

NEOCLEOUS, D.; SAVVAS, D. Effect of different macronutrient cation ratios on macronutrient and water uptake by melon (*Cucumis melo*) grown in recirculating nutrient solution. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 178, n. 2, p. 320–332, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/jpln.201400288>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 329-335, abr./jun. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n2/4424.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

ORLANDO FILHO, J. O.; BITTENCOURT, V. C.; CARMELLO, Q. A. C.; BEAUCLAIR, E. G. F. Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 14, n. 5, p. 13-17, 1996.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000100016>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

PRASAD, A.; PRAGADHEESH, V. S.; MATHUR, A.; STRIVASTAVA, N. K.; SINGH, M.; MATHUR, A. K. Growth and centelloside production in hydroponically established medicinal plant-*Centella asiatica* (L.). **Industrial Crops and Products**, v. 35, n. 1, p. 309–312, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.020>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

PUTRA, P. A.; YULIANDO, H. Soilless culture system to support water use efficiency and product quality: A review. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 3, n. 1, p. 283–288, 2015. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.054>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

RIahi, L.; GHAZGHAZI, H.; AYARI, B.; AOUADHI, C.; KLAY, I.; CHOGRANI, H.; CHERIF, A.; ZOGHLAMI, N. Effect of environmental conditions on chemical polymorphism and biological activities among *Artemisia absinthium* L. essential oil provenances grown in Tunisia. **Industrial Crops and Products**, v. 66, n. 1, p. 96–102, 2015. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.12.036>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

SAVVAS, D.; GIANQUINTO, G.; TUZEL, Y.; GRUDA, N. **Soilless culture**. Roma: Editora FAO, 2013, p. 303-306.

SOUZA, V. S.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A.; SILVA, L. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 123-128, 2005. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/257>. Acesso em: 20 nov. 2017.

TURAK, A.; SHI, S. P.; JIANG, Y.; TU, P. F. Dimeric guaianolides from *Artemisia absinthium*. **Phytochemistry**, v. 105, p. 109–114, Sep. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.06.016>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

TZERAKIS, C.; SAVVAS, D.; SIGRIMIS, N.; MAVROGLANNOPOULUS, G. Uptake of Mn and Zn by cucumber grown in closed hydroponic systems as influenced by the Mn and Zn concentrations in the supplied nutrient solution. **Hortscience**, v. 48, n. 3, p. 373–379, 2013. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/48/3/373.full>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

VASCONCELOS, L. S. B.; NETO, E. G.; NASCIMENTO, C. W. A.; BARRETO, L. P. Desenvolvimento de plantas de coentro em função da força iônica da solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 1, p. 11-19, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12661/pap.2014.003>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

Histórico editorial:

Submetido em: 29/08/2016

Aceito em: 03/04/2017

Como citar:

ABNT

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, R. C. de; AGUILAR, A. S.; SANTOS, T. N. Cultivo de *Artemisia absinthium* L. sob concentrações de solução nutritiva em hidroponia. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 117-128, jan./mar. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181082>

APA

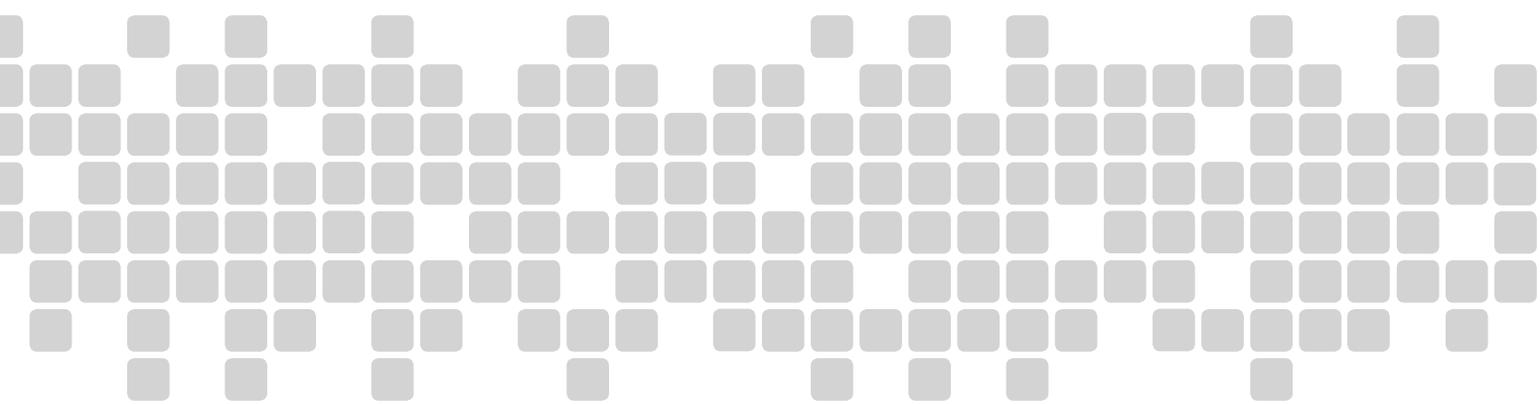
LUZ, J. M. Q., OLIVEIRA, R. C. de, AGUILAR, A. S. & SANTOS, T. N. (2018). Cultivo de *Artemisia absinthium* L. sob concentrações de solução nutritiva em hidroponia. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 117-128. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181082>

ISO

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, R. C. de; AGUILAR, A. S. e SANTOS, T. N. Cultivo de *Artemisia absinthium* L. sob concentrações de solução nutritiva em hidroponia. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 117-128. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181082>

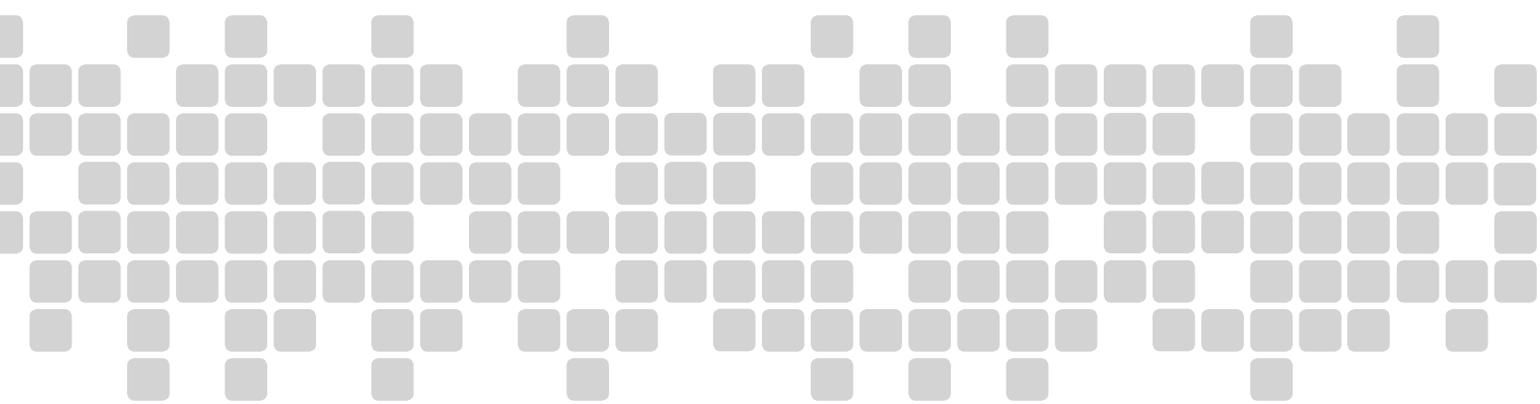
VANCOUVER

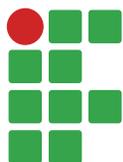
Luz JMQ, Oliveira RC de, Aguilar AS, Santos TN. Cultivo de *Artemisia absinthium* L. sob concentrações de solução nutritiva em hidroponia. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 117-128. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181082>



A decorative horizontal band consisting of a grid of small, light gray squares. The squares are arranged in a pattern that is roughly rectangular but has irregular, jagged edges on the top and bottom, giving it a textured, digital appearance. The band is centered vertically on the page.

Revisão de Literatura





O saneamento rural no contexto brasileiro

Rachel Germiniani Resende¹

Sindynara Ferreira²

Luiz Flávio Reis Fernandes³

Resumo

A exploração de recursos naturais e o crescente aumento da geração de subprodutos trazem consequências danosas para o homem e o meio ambiente. O saneamento é uma das formas de reverter esse quadro, pois promove a salubridade ambiental por meio do abastecimento público de água potável, coleta de efluentes e de resíduos, uso correto do solo, drenagem urbana, entre outros, com a finalidade de melhorar as condições de vida urbana e rural. O meio rural é caracterizado por populações com menor acesso às medidas de saneamento, com 25 % de sua população vivendo em extrema pobreza. Ao longo dos anos foram criadas diversas políticas públicas com o objetivo de universalizar o acesso às ações de saneamento. Dessa forma, o presente trabalho pretendeu por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica verificar a situação acerca do saneamento básico no Brasil, com ênfase no saneamento rural. Para isto, foram utilizados como fontes de informações relevantes os principais órgãos públicos e privados, além de documentos do meio acadêmico. Conclui-se que a tendência é que o saneamento rural seja construído mais lentamente do que nas áreas urbanas devido à baixa concentração de pessoas em uma mesma área e por isso é necessária a difusão do conhecimento sobre saneamento como direito constitucional para que se torne uma construção participativa na qual a sociedade seja atuante nas demandas, promovendo melhorias na qualidade de vida.

Palavras-chave: Comunidades isoladas. Saúde. Salubridade.

Introdução

O homem é o único animal capaz de alterar o meio natural em que vive de forma drástica, criando um ambiente favorável à vida individual e coletiva. No decorrer de toda sua trajetória, ele vem modificando a natureza para diversos fins, como alimentação, moradia, vestuário, transporte, entre outros. De acordo com Brunner e Rechberger (2015), o homem pré-histórico movimentava anualmente cerca de seis toneladas por habitante de materiais, enquanto o homem moderno movimentava cerca de 86 toneladas de materiais por habitante no mesmo período apenas nas atividades domésticas e transporte. Se considerar todas as atividades necessárias, esse fluxo de materiais passa de 200 toneladas por ano. Dessa maneira, todo o progresso da sociedade é baseado no uso e exploração de diferentes recursos naturais (CARVALHO; OLIVEIRA, 2007). O intenso uso dos recursos naturais aliado ao aumento populacional e o conseqüente consumismo acarretaram diversas conseqüências, entre elas a degradação ambiental.

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), *Campus* Inconfidentes, discente de Pós-Graduação em Gestão Ambiental (lato-sensu). rachelgresende@yahoo.com.br. Rua Geraldo Braz, 22. Bairro Jardim Ebenezer, Ouro Fino (MG). CEP: 37570-000.

2 IFSULDEMINAS, *Campus* Inconfidentes, professora e pesquisadora. sindynara.ferreira@ifsuldeminas.edu.br.

3 IFSULDEMINAS, *Campus* Inconfidentes, professor e pesquisador. luiz.flavio@ifsuldeminas.edu.br.

Os resíduos que são lançados diariamente no ambiente podem gerar consequências negativas e muitas vezes irreversíveis à saúde humana e ambiental, resultando em contaminação do ar, água, solos, alimentos e a proliferação de vetores responsáveis por diversas doenças. Nesse sentido, o saneamento é uma ferramenta importante na mitigação ou reversão dos impactos negativos causados pelo homem no meio ambiente (PHILIPP, 2005).

Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016a). No Brasil o saneamento básico é um direito reconhecido pela Constituição Federal e determinado pela Política Nacional de Saneamento Básico - Lei nº. 11.445/2007 - como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016a). As ações de infraestrutura que constituem o saneamento, quando realizadas adequadamente, influenciam positivamente o bem-estar e a saúde das populações favorecidas, tornando o saneamento ambiental condição necessária à vida contemporânea, além de um direito fundamental dos cidadãos da sociedade atual (BRASIL, 2004c).

Tão importante quanto o saneamento urbano, o saneamento rural constitui-se na forma de promover ações na área de saúde, habitação e meio ambiente para garantir o acesso a serviços básicos de saneamento à população rural que, de acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, constitui-se em 29,8 milhões de pessoas, formada por quilombolas, assentados e comunidades rurais. O acesso a tais serviços de saneamento é escasso e observa-se que 25 % do total da população rural do Brasil vive em extrema pobreza, contribuindo direta ou indiretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica, parasitoses e diarreia (MARTELLI, 2013).

Diante dos fatos, o objetivo do presente trabalho é, por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica, verificar a situação acerca do saneamento básico no Brasil, com ênfase no saneamento rural.

Saneamento básico e saúde

De acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

Os efeitos do saneamento sobre a saúde e a qualidade de vida da população são amplos e infundáveis. Há tempos é reconhecido por diversas civilizações que sanear os diversos ambientes traz benefícios sobre o desenvolvimento humano da sociedade e o padrão de vida geral da população. Os benefícios abordam o aumento da qualidade ambiental com conseqüente diminuição de doenças infecciosas. Durante o início do século XX, os Estados Unidos iniciaram o processo de desinfecção com cloro na água de abastecimento, que resultou em significativa redução das taxas de morte por febre tifoide naquele país (FORMOSINHO, 2007).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), 2,4 bilhões de pessoas no planeta, ou uma em cada três, são desprovidas de saneamento básico. No ano de 2012 estimou-se que 748 milhões de pessoas ainda não tinham acesso a uma fonte de água potável. Além disso, grandes disparidades continuam a existir, não só entre as diferentes regiões do mundo, mas também entre áreas urbanas e rurais como também entre diferentes grupos socioeconômicos dentro dos países. Até aquele mesmo momento, no ano de 2012, aproximadamente 2,5 bilhões de pessoas ainda não tinham acesso a instalações sanitárias adequadas e 14 % da população mundial

(1 bilhão de pessoas) não tinham acesso a nenhuma forma de instalação sanitária, desse total 90 % viviam em áreas rurais. Esse quadro geral pode conduzir a níveis elevados de contaminação ambiental e exposição aos riscos de infecções microbianas, doenças diarreicas, tracoma, esquistossomose e hepatite (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2015).

O acesso à água tratada e higiene são imprescindíveis para a prevenção e cuidados de doenças causadas pela precariedade dos serviços de saneamento. Entre elas destacam-se: diarreias, doenças dermatológicas, leishmanioses, malária, doença de Chagas, esquistossomose, lepra, febre tifoide, febre paratifoide, cólera, hepatite A, amebíase, giardíase, leptospirose, ancilostomíase (amarelão), ascaridíase (lombriga), teníase, cisticercose, filariose (elefantíase), dengue e mais recentemente zika e chikungunya.

Teixeira e Guilhermino (2006) realizaram uma análise entre saneamento e saúde nos estados brasileiros utilizando informações do Banco de Dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde do ano de 2003. Foi relatado que a mortalidade infantil, a mortalidade proporcional por doença diarreica aguda em menores de cinco anos de idade e a mortalidade proporcional por doenças infecciosas e parasitárias para todas as idades nos estados brasileiros encontravam-se associadas à inexistência ou precariedade dos serviços de saneamento.

Como um dos principais indicadores para avaliar a situação da saúde e a qualidade de vida de uma população, as estimativas da taxa de mortalidade infantil (TMI) são cruciais. O Brasil apresentou uma redução expressiva da taxa de mortalidade infantil no período de 1990 a 2012, passando de 47,1 óbitos infantis por 1.000 nascidos vivos (NVs) em 1990 para 14,6/1.000 NVs em 2012, significando uma redução de aproximadamente 70 % neste período. Esta queda ocorreu em todas as regiões brasileiras, com destaque para o Nordeste, cuja taxa situava-se muito acima das demais regiões (BRASIL, 2014). Há consistente tendência de redução da mortalidade infantil em todas as regiões brasileiras, o que reflete a melhoria nas condições de vida e o efeito de intervenções públicas nas áreas de saúde, saneamento, entre outros. Ainda assim, os valores médios continuam elevados, sobretudo em algumas regiões, como mostram os Indicadores e Dados Básicos do ano de 2013 (BRASIL, 2013). Segundo esse documento, o estado de Roraima possui o pior índice com 7,4 % de óbitos por doença diarreica aguda em menores de 5 anos, seguido por Alagoas, Amazonas e Mato Grosso do Sul, com 6,7 %, 5,6 % e 4,0 % respectivamente.

A doença diarreica é considerada um problema de saúde pública com alta morbimortalidade mundial. No Brasil entre 1995 e 2005 ocorreram 1.505.800 internações e 39.421 óbitos de crianças menores de um ano, devido à diarreia e suas complicações (MENDES et al., 2013). Os dados gerados pela pesquisa dão ciência sobre a heterogeneidade regional dos coeficientes de mortalidade por diarreia descritos e refletem a desigualdade socioeconômico-cultural, assim como a dificuldade de acesso à saúde e ao saneamento.

Apesar desses vários registros sobre o decréscimo dos índices de mortalidade por diarreia no país, maiores esforços devem ser realizados para que possa ser reduzido ainda mais este indicador que ainda é consideravelmente alto em relação aos países desenvolvidos como observado em WHO (2015).

Políticas públicas que promovam a redução das diferenças sociais e que ampliem o acesso ao saneamento, estruturam os serviços de saúde, além de educação sanitária via informação, prevenção e tratamento, devem ser estabelecidas para o alcance de índices mais satisfatórios e qualidade de vida para a população.

Caracterização de zona rural e comunidades isoladas

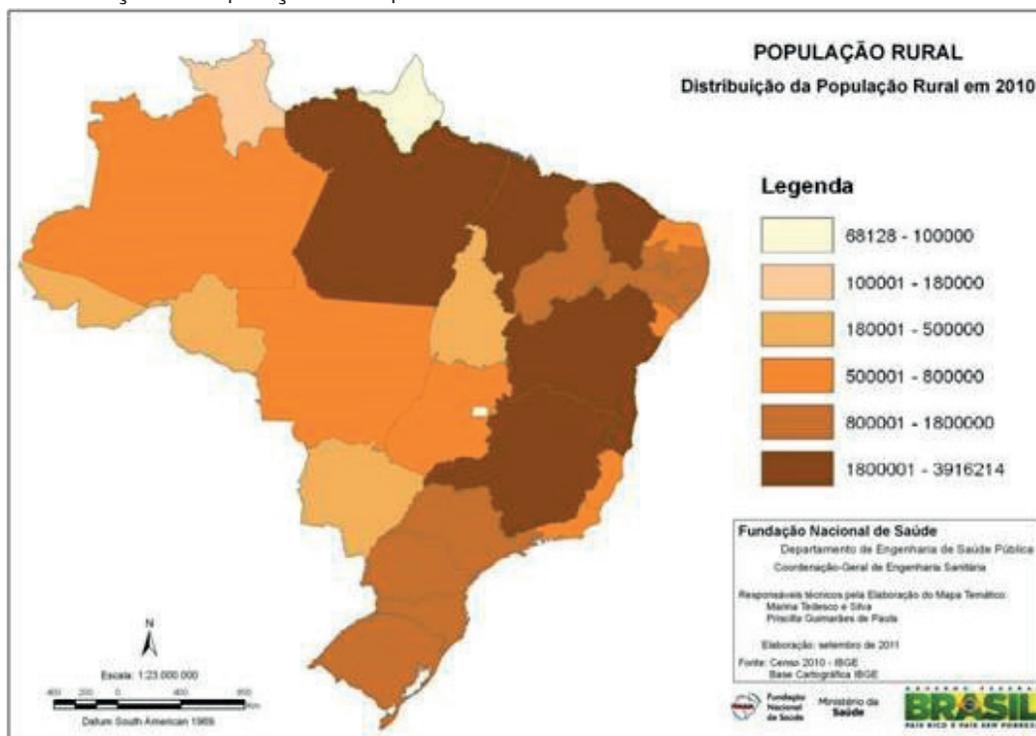
As definições existentes do que seja rural e urbano no Brasil e as análises da dinâmica demográfica, objetos de intensas controvérsias, de forma geral, não são devidamente trabalhadas nas formulações das políticas públicas, podendo implicar em limitações, inadequações e fracassos no conjunto de ações destinadas a estes espaços (SILVA; ZANCUN, 2012).

A definição do rural fica mais confusa quando se observam as novas características do campo, como a intensificação da pluriatividade, o aumento das atividades não agrícolas em áreas rurais, como serviços e indústrias, a mecanização crescente da atividade agropecuária, o agronegócio e os movimentos sócioterritoriais no campo. Segundo Reis (2006), a expansão do tecido urbano sobre as áreas rurais e o crescimento do número de pessoas ocupadas em atividades consideradas até então como exclusivamente urbanas indicam a existência de um novo paradigma sócioespacial no Brasil.

De acordo com a legislação vigente, os parâmetros quantitativos populacionais que permitem delimitar a divisão entre o espaço urbano e o rural não são estabelecidos, como exemplo, número mínimo de habitantes e densidade demográfica mínima. A delimitação do perímetro urbano está a cargo de cada administração municipal e não há um critério único nacional para estabelecer a fronteira entre o que é área urbana e o que é rural (COSTA; NARDELLI, 2009).

Até 1990, a maioria da população mundial, ou seja, 57 % habitavam em áreas rurais, mas, desde então, a situação tem invertido, e em 2015 a proporção diminuiu para 46 % (WHO, 2015). No Brasil, 30 milhões de pessoas residem em localidades rurais, representando aproximadamente 16 % da população brasileira (IBGE/2010) e 8,8 milhões de domicílios rurais (PNAD/2009). Os estados que possuem a maior população rural são Minas Gerais, Bahia, Ceará, Maranhão e Pará, como podemos observar na figura 1.

Figura 1. Distribuição da População Rural por Estado



Fonte: IBGE – Censo (2010).

Assim, as conveniências locais, como a definição da área urbana para fins de cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), passam a ser o parâmetro delimitador (COSTA; NARDELLI, 2009). O Imposto Territorial Rural (ITR), que está previsto no Código Tributário Nacional, refere-se ao tributo sobre a propriedade territorial rural para imóveis localizados fora da zona urbana, o que nos leva a entender que a definição de zona rural é um conceito dado por meio de exclusão, ou seja, compreende zona rural o que não for definido por lei municipal como zona urbana (SANTINI et al., 2009).

Há um projeto de lei de autoria do Senador Gilberto Goellner que altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, para incluir critérios de classificação do espaço urbano e rural, porém esse foi arquivado em 2015. De acordo com tal projeto, os municípios estariam classificados em função do tamanho da população, da densidade demográfica e da composição do Produto Interno Bruto (PIB) municipal (COSTA; NARDELLI, 2009). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir dos novos critérios, faria a classificação dos municípios e atualizaria os dados. A classificação do município se restringiria a cinco níveis: rural, relativamente rural, de pequeno porte, de médio porte e de grande porte. As características que enquadrariam a localidade como rural seriam população inferior a 50 mil habitantes, valor adicionado da agropecuária superior a uma terça parte do PIB municipal e densidade demográfica inferior a 80 habitantes por quilômetro quadrado. Essa lei afetaria 4.957 municípios brasileiros, uma vez que 89,1 % possuem até 50 mil habitantes, aproximadamente 33,6 % da população, ou seja, 64 milhões de pessoas (IBGE, 2010).

Certamente torna-se necessário reavaliar os critérios que definem zona rural ou urbana, devendo esses significados serem tratados como adjetivos para as regiões, de modo que possam ser propostas políticas públicas de habitação e moradia, agrícolas, sanitárias, voltadas para cada espaço classificado como urbano ou rural. Um aspecto relevante nesse tema é a necessidade de conscientização de que é necessário elaborar estratégias diferenciadas que respeitem a identidade natural e social do lugar, prezando por uma visão mais sistêmica e não apenas do ponto de vista da infraestrutura (HOSOI, 2011).

A definição de comunidades isoladas consiste em loteamentos ou núcleos habitacionais localizados normalmente em áreas periféricas de cidades, ou comunidades, litorâneas ou não, de difícil acesso, cuja interligação aos sistemas principais de água e de esgotos do município sejam economicamente inviáveis e necessitem de soluções independentes desses serviços.

Sendo assim, cabe ressaltar que nem toda comunidade isolada é rural, o que na atualidade é um dos grandes desafios para o saneamento brasileiro. Nessa ótica, é primordial o desenvolvimento de um modelo sustentável para levar água potável e tratamento de esgoto às comunidades isoladas, por meio de soluções alternativas, que diminuam o custo do empreendimento, aliadas a políticas dos Estados com viabilização técnica e envolvimento da comunidade.

É claramente perceptível a necessidade de discussão acerca do conceito de rural a ser utilizado, principalmente no que tange à elaboração do Programa de Saneamento Rural, tornando-se indispensável para a delimitação do território de atuação, bem como para a definição de indicadores de cobertura e a proposição de metas e recursos para a implantação e gestão bem-sucedida do programa.

Políticas públicas voltadas para o saneamento

A legislação ambiental brasileira apresenta normas e regulamentações padronizadas que se aplicam diretamente a toda realidade rural com a suposição de um espaço homogêneo. Porém, a realidade mostra vários impedimentos para que tais políticas se concretizem, como características ecológicas espaciais muito distintas nas localidades, espaço rural com outras funções, além da ativi-

dade agrícola e a existência de particularidades dos diferentes sistemas de produção praticados nas propriedades (NEUMANN; LOCK, 2002).

A legislação referente ao saneamento está relacionada também a outras políticas setoriais como a de meio ambiente, saúde, habitação, recursos hídricos, política agrária, política urbana, entre outras (REZENDE; HELLER, 2008). Entre as diversas interfaces entre as legislações, ressaltam-se aquelas que se tornaram marcos importantes para a construção de uma política de saneamento no Brasil.

Primeiramente, na Constituição Nacional de 1988 evidenciam-se dois incisos estabelecidos no artigo 21 que diz ser responsabilidade da União: inciso IX, “[...] elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social [...]”; inciso XX, “[...] instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos [...]” (BRASIL, 1988).

As ações de saneamento básico estão diretamente vinculadas à gestão dos recursos hídricos, motivo pelo qual faz-se necessária a adoção de políticas de proteção e controle do meio ambiente. Nesse sentido, a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) - Lei 6.938/1981, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) - Lei 9.433/1997 - e a Lei de Crimes Ambientais - Lei 9.605/1998 - têm como principal objetivo instituir regras que tornem possível o desenvolvimento sustentável por meio de mecanismos e instrumentos capazes de conferir ao meio ambiente maior proteção. No arcabouço legal do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), ressalta-se que o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), dentro das suas competências normativas e deliberativas, estabelece normas, resoluções e deliberações relativas ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com a finalidade de uso racional dos recursos ambientais, entre eles os recursos hídricos (CONAMA, 2005).

De acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), os recursos hídricos não integram os serviços públicos de saneamento básico. Portanto, a utilização de recursos hídricos na prestação de serviços públicos de saneamento básico, inclusive para disposição ou diluição de esgotos e outros resíduos líquidos, é sujeita à outorga de direito de uso, de acordo com as premissas da PNRH, cabendo à Agência Nacional das Águas (ANA) e aos órgãos estaduais competentes a regulação dos serviços de saneamento básico, por meio da emissão de outorgas (de uso da água e de lançamento de efluentes) e dos Certificados de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica, os chamados CERTOHs, assim como da cobrança pelo uso da água (BRASIL, 2016a).

Como observado, diversos são os dispositivos legais que norteiam a aplicação de políticas públicas voltadas para o saneamento. Porém, em muitos pontos, estes dispositivos não se integram. Desta forma, para que ocorra o ajustamento das políticas, foi estabelecida pela Lei do Saneamento a elaboração de um diagnóstico, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que traça ações e metas em um horizonte de 20 anos e identifica as condições e necessidades sanitárias locais para propor uma série de objetivos, estratégias, ações e programas que viabilizem a implantação de sistemas de saneamento.

Apesar dos esforços, a realidade mostra que 34 % das maiores cidades brasileiras, o que representa 40 % da população do país, não entregaram o PMSB, apesar de terem recursos financeiros, corpo técnico, estruturas políticas e conhecimento da Lei. O fato de que municípios deste porte não tenham seus Planos é extremamente alarmante (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016b).

No âmbito da saúde, na Lei 8.080 de 1990, é reconhecida a importância do saneamento, justificando que esse é um dos determinantes e condicionantes para expressar os níveis de saúde de

um país (BRASIL, 1990). Tais níveis poderiam ser expressos por meio da utilização de indicadores epidemiológicos e de desenvolvimento social no planejamento, implementação e avaliação das suas ações de saneamento básico no país.

Um dos campos de atuação do Sistema Único de Saúde (SUS) é a participação na formulação da política e ações de saneamento básico, por meio de vigilância sanitária, vigilância epidemiológica, de saúde do trabalhador e de assistência terapêutica integral, inclusive farmacêutica. Tem como princípio a integração em nível executivo das ações de saúde, meio ambiente e saneamento básico para a melhoria das condições de saúde da população (BRASIL, 1990). Como exemplo, vale citar o Departamento de Engenharia de Saúde Pública (DENSP) da Funasa, que deve promover as melhorias sanitárias domiciliares, a cooperação técnica, estudos e pesquisas e ações de saneamento rural por meio de suas diversas coordenadorias, por exemplo, a Coordenadoria de Programas de Saneamento em Saúde (FUNDAÇÃO NACIONAL SAÚDE - FUNASA, 2016).

A integração entre as ações de saúde e de saneamento no Brasil está respaldada pela legislação vigente, porém colocar em prática a legislação tem sido uma dificuldade imensa para os governos, como exposto a seguir. O Atlas de Saneamento 2011, de autoria do IBGE, mostra que a média brasileira de internações por doenças relacionadas a problemas de saneamento diminuiu entre 1993 e 2008, passando de cerca de 750 a cada 100 mil habitantes para cerca de 300. No entanto, só em 2008, nos estados do Pará e Piauí, ocorreram de 900 a 1.200 internações para cada 100 mil habitantes - os piores índices entre os estados brasileiros nesse aspecto, seguidos pelo Maranhão, Rondônia e Paraíba, com números de internação entre 600 e 900 para cada 100 mil habitantes (JÚNIA, 2011).

No contexto do setor de habitação, a Política Nacional de Habitação (PNH) assegura o direito a um padrão mínimo de habitabilidade, proporcionando infraestrutura, saneamento ambiental, mobilidade e transporte coletivo, equipamentos e serviços urbanos e sociais, como instrumentos de inclusão social. No meio rural é garantido o atendimento à população rural dispersa com soluções compatíveis com suas características regionais, socioambientais e culturais, as quais necessitam de forte presença do poder público local (BRASIL, 2004c). Porém, a política não condiz com a realidade, uma vez que 25 % da população rural do Brasil vive em situação de pobreza extrema. Isso corresponde a um em cada quatro moradores do campo (IBGE, 2010).

De acordo com o Programa Aceleração do Crescimento (PAC), os investimentos na área têm como objetivo promover o acesso à moradia a partir de três programas na área habitacional integrantes da PNH: Programa Minha Casa Minha Vida, Urbanização de Assentamentos Precários e Financiamento Habitacional pelo Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (BRASIL, 2015). São investimentos realizados em parceria com governos estaduais, municipais, entidades urbanas e rurais e setor privado (BRASIL, 2015). Por suas características, escala e potencial, esses programas exigem uma participação efetiva do gestor local como parceiro indutor, articulador e estruturador da implantação da política habitacional nos municípios.

O Instituto Trata Brasil (2016b) afirmou que o PAC é o programa do governo com maiores recursos para redução dos déficits em saneamento no país, porém em pesquisa feita pelo órgão, os entraves à execução das obras estão relacionados a projetos mal elaborados, problemas nas licitações e burocracia nas licenças e desembolsos, o que acarreta atrasos ou paralisações nas obras. Esse contexto gerou um quadro em que das 112 obras do PAC 1, de 2017-2010, monitoradas há vários anos, apenas 19 delas (17 %) foram concluídas e na amostra total das 138 obras, que incluem as 26 obras do PAC 2, apenas 14 % delas foram finalizadas.

A partir de 2003, a lacuna institucional e a política do setor de saneamento básico começam a ser enfrentadas pelo governo federal. A tarefa central para a reestruturação do setor foi delegada ao Ministério das Cidades e coube à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) desse ministério coordenar as ações de saneamento básico, o que culminou com a aprovação da Lei nº 11.445 em 2007 (PLANSAB, 2013).

Tal lei, denominada Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), estabeleceu no artigo 52 que a União deverá elaborar, sob a coordenação do Ministério das Cidades, o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB (BRASIL, 2007).

O PLANSAB é o eixo central da ação do Governo Federal dentro do setor e tem o papel articulador e orientador de esforços para atender às demandas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais (FUNASA, 2011). Elaborado como forma de planejar o saneamento básico no país para os próximos 20 anos, o plano define a elaboração de três programas, Saneamento Básico Integrado, tendo como responsável o Ministério das Cidades; Saneamento Rural, com a supervisão do Ministério da Saúde por meio da FUNASA; Saneamento Estruturante do Ministério das Cidades (FUNASA, 2012).

Em 2004, no documento produzido pelo Ministério das Cidades, já se mencionava que “era expressivo o número de unidades habitacionais urbanas com algum tipo de carência de padrão construtivo, situação fundiária, acesso aos serviços e equipamentos urbanos, entre outros, o que revela a escassa articulação dos programas habitacionais com a política de desenvolvimento urbano, como a política fundiária, a de infraestrutura urbana e saneamento ambiental”. Afirmava-se que no Brasil quase metade da população (83 milhões de pessoas) não era atendida por sistemas de esgotos; 45 milhões de cidadãos careciam de serviços de água potável. Nas áreas rurais, mais de 80 % das moradias não eram servidas por redes gerais de abastecimento de água e quase 60 % dos esgotos de todo o país eram lançados, sem tratamento, diretamente nos mananciais de água (BRASIL, 2004b).

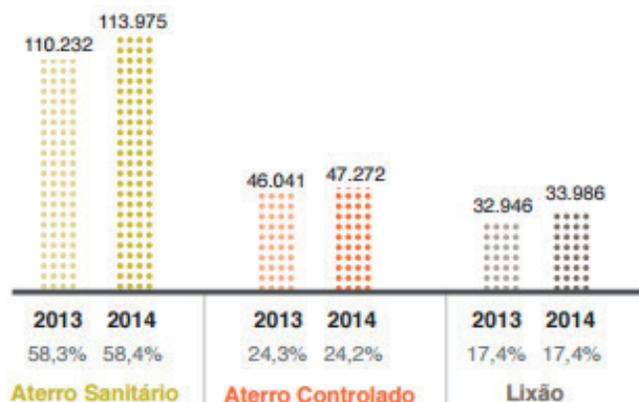
Passados 10 anos, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento, SINIS (2014), 82,5 % dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, 48,6 milhões têm acesso à coleta de esgoto e 40 % dos esgotos são tratados. Contudo, quando as mesmas porcentagens são expressas em quantidades de habitantes, torna-se evidente a precariedade dos serviços, pois são mais de 35 milhões de pessoas sem água, mais de 100 milhões de pessoas sem esgoto e 1,2 bilhão de m³ de esgotos que foram lançados na natureza somente pelas capitais brasileiras no ano de 2013.

Dessa maneira, observam-se avanços, porém muito irrisórios para um país que tinha a meta de universalizar o saneamento até o ano de 2033, como previsto no Plano Nacional de Saneamento Básico, porém, de acordo com a Confederação Nacional de Indústria, haverá dificuldade para atingir a universalização até 2033, devendo o plano atrasar por no mínimo 20 anos (AMORA, 2016).

Em 2010, instituiu-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que tem como princípios a prevenção, precaução e o desenvolvimento sustentável, objetivando a proteção da saúde pública e qualidade ambiental (BRASIL, 2010b). Alguns aspectos importantes da lei podem ser ressaltados como a gestão integrada dos resíduos sólidos, a responsabilidade compartilhada, logística reversa e a inclusão social de catadores. Além desses, existem outros três pressupostos nesta política: a criação de metas que teoricamente contribuiriam para a eliminação dos lixões e a instituição de instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal, como também a imposição para que particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Um grande obstáculo que contribui para que a política não se estabeleça de fato, mesmo com a legislação mais restritiva, é a destinação inadequada dos resíduos, ou seja, a existência irregular de lixões mesmo depois de encerrado o prazo previsto pela Lei. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2014), em todas as regiões e estados brasileiros, a irregularidade se faz presente, pois 3.334 municípios, que correspondem a 59,8 % do total, ainda fazem uso de locais impróprios para destinação final de seus resíduos. De acordo com a figura 2, dos resíduos sólidos urbanos coletados, 58,4 % tiveram destinação adequada para aterros sanitários em 2014. Nesse sentido, é importante ressaltar que os 41,6 % restantes correspondem a 81 mil toneladas diárias, que são encaminhadas para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente.

Figura 2. Destinação de RSU (t/dia)



Fonte: Pesquisa ABRELPE (2014).

Políticas Públicas para o Saneamento Rural

Na Constituição Brasileira de 1988, o artigo 186, que faz alusão à função social da propriedade rural, afirma que tal função é cumprida quando a propriedade atende a quatro requisitos: aproveitamento racional e adequado; utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente; observância das disposições que regulam as relações de trabalho; exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores (BRASIL, 1988).

De acordo com a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, que dispõe sobre a política agrícola, um de seus pressupostos é que o processo de desenvolvimento agrícola deve proporcionar ao homem do campo o acesso aos serviços essenciais como saúde, educação, segurança pública, transporte, eletrificação, comunicação, habitação, saneamento, lazer e outros benefícios sociais.

O Brasil possui aproximadamente 31 milhões de habitantes que residem na área rural e comunidades isoladas, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Ao contrário de ambas as leis citadas anteriormente que regem os direitos do homem do campo, desta população, somente 22 % têm acesso a serviços adequados de saneamento básico e a realidade aponta que ainda existem quase 5 milhões de brasileiros que não possuem banheiro, ou seja, não possuem nenhum tipo de sanitário. Portanto, aproximadamente 24 milhões de brasileiros ainda sofrem com o problema crônico e grave da falta de saneamento básico (EMPESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2016).

Em 2001, o Decreto 3.991/2001 que dispõe sobre o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) tinha por finalidade promover o desenvolvimento sustentável do meio

rural, ou seja, prezava pela defesa do meio ambiente como um dos princípios da agricultura familiar (SIMÕES, 2015). Dessa maneira, surgiu o PRONAF Infraestrutura e Serviços Municipais no período 1997/2002 em parceria com os governos municipais. Entre os empreendimentos que poderiam beneficiar-se dos recursos dessa linha, estavam os ligados à recuperação de solos e implantação de sistemas de abastecimento de água e geração de energia, entre outros. Diversos problemas foram identificados para a implementação dessa linha de crédito entre os anos de 1997 e 2000, por exemplo, a escolha dos municípios, a vulnerabilidade do plano que atendia mais às exigências burocráticas do que às reais e principalmente a pouca experiência dos personagens envolvidos, como técnicos, líderes de associação e agricultores (ABRAMOVAY; VEIGA, 1999).

Os dois últimos problemas citados anteriormente são constantemente relatados como cruciais na aplicação de políticas de saneamento no Brasil. No art. 8º, que dispõe ainda sobre o PRONAF, é citado que o programa terá um Plano Anual de Ações que integrará o Plano Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável – PNDRS. Assim, de acordo com documento do Ministério do Desenvolvimento Agrário, o PNDRS é fruto de debate realizado entre as três esferas de governo e a sociedade no ano de 2013. O PNDRS traz objetivos, metas e iniciativas de curto, médio e longo prazo para o desenvolvimento rural brasileiro e representa um instrumento estratégico para a participação rural no desenvolvimento nacional (BRASIL, 2016b).

Em 2011 o governo brasileiro instituiu o Plano Brasil Sem Miséria por meio do Decreto nº 7.492/2011. Nesse contexto, foi criado o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - “Água Para Todos”. O Programa destina-se a promover nas Áreas Rurais a universalização do acesso à água para consumo humano e para a produção agrícola e alimentar, visando ao pleno desenvolvimento humano e à segurança alimentar e nutricional de famílias em situação de vulnerabilidade social (FUNASA, 2016b).

Em suma, algumas questões consideradas primordiais na concepção de desenvolvimento rural são: a função social da propriedade, a aplicação das leis trabalhistas no campo e a obediência à legislação ambiental. No entanto, o desenvolvimento rural ultrapassa as questões restritas ao ambiente rural, afetando e dependendo de uma interligação sempre existente com o meio urbano. Nesse sentido, a democratização dos processos de políticas públicas, com garantia de participação social nessas, contribui para a construção da ideia de desenvolvimento participativo e abrangente para o setor rural.

As políticas públicas voltadas para o desenvolvimento rural sustentável se estabelecem sempre tendo como referência a utilização adequada dos recursos naturais e preservação do meio ambiente, porém não há especificações que regem o saneamento rural.

O Programa Nacional de Saneamento Rural, proposto pelo Plano Nacional de Saneamento Básico, tem como objetivo universalizar o acesso às ações de saneamento básico nas áreas rurais, incluindo ações para abastecimento de água, esgotamento sanitário, melhorias sanitárias domiciliares, manejo de resíduos sólidos, educação e mobilização social. Para isso, o Programa, em elaboração, prevê um conjunto de procedimentos que garantam subsídios, sustentabilidade e participação social, a fim de alcançar metas de curto (2012-2015), médio e longo prazos, com investimentos estimados da ordem de R\$ 14 bilhões em 20 anos (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA, 2011).

O Programa é apoiado em três eixos estratégicos: tecnologia de saneamento apropriada a cada região; gestão, operação e manutenção dos serviços implantados; educação e mobilização social (ZANCUL; SALATI, 2014). A meta do programa são 20 anos, e os desafios são os mesmos de tempos atrás, a compreensão sobre as características e as necessidades das comunidades rurais nas diferentes regiões brasileiras; a conexão com outras políticas públicas e programas de governo, articulação entre Estado, municípios e sociedade civil.

Depois do desafio de estabelecer um marco regulatório do saneamento no país e a aprovação da Política Nacional de Saneamento, Turolla (2002) afirmou que um segundo desafio para a universalização do saneamento no país seria criar uma legislação para regular o setor de saneamento, a qual poderia ser utilizada para criar fundos de universalização por área de concessão. A utilização de recursos públicos nesse contexto deveria direcionar-se exclusivamente às áreas em que o fundo de universalização não garante a autonomia do atingimento das metas de universalização em um prazo razoável.

Panorama do saneamento rural no Brasil

O número de pessoas que não contam com os serviços de saneamento ambiental em suas residências no Brasil é muito alto. Segundo o Atlas do Saneamento de 2011 do IBGE, além de deficiências nos sistemas de esgoto, existem também discrepâncias regionais em relação ao saneamento. A falta de sistemas de esgotamento sanitário atinge quase metade (44,8 %) dos municípios brasileiros. A Região Norte é a que apresenta a situação mais grave. Apenas 3,5 % dos domicílios de 13 % dos municípios da região têm acesso à rede coletora de esgoto. Essas diferenças também ocorrem em termos de serviços ofertados à população urbana e rural, em que a cada dez pessoas sem saneamento sete vivem em áreas rurais (VETTORE; LAMARCA, 2015).

A população rural do Brasil conta com uma elevada carência de serviços de saneamento, demonstrada por meio dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (2014). Foi verificado que apenas 33,4 % dos domicílios estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. Quando comparado ao PNAD-IBGE (2009), o número era de 32,8 %, mostrando pequena evolução em cinco anos. No restante dos domicílios rurais (66,6 %), a população capta água de chafarizes e poços protegidos ou não, de cursos de água sem tratamento algum ou de outras formas inadequadas para consumo humano. Observa-se também que 46,57 % da parcela rural que não está ligada ao abastecimento de água por meio das redes, ou seja, que obtêm o abastecimento por meio de soluções alternativas, coletivas ou individuais, de abastecimento, possuem canalização interna e 20,01 % sem canalização. Nesses casos, a qualidade da água depende da proteção das fontes e de uma rede de distribuição sem risco de contaminação.

Quanto ao abastecimento de água por região geográfica, a Região Nordeste apresenta maior percentual de domicílios rurais ligados à rede. Esse valor pode ser atribuído às suas características demográficas, pois 46,6 % dos domicílios rurais brasileiros estão localizados nesta região. Conforme a discussão no tópico 3, o município é quem define se uma área é rural e o IBGE é legalmente obrigado a aceitar qualquer escolha realizada em âmbito municipal. Dessa maneira, a Região Nordeste possui a maior população rural e juntamente com o Norte continuam a ser as regiões mais pobres e, como em qualquer região, as áreas rurais em sua grande maioria, também são as mais pobres (SOARES et al., 2016). Além disso, a distribuição de seus domicílios é menos dispersa do que nas Regiões Norte e Centro-Oeste que apresentaram as menores taxas, 23,9% e 15,3% respectivamente (FUNASA, 2016).

Em relação aos Estados, notam-se diferenças consideráveis, como exemplo, o Estado de Mato Grosso, em que apenas 7 % dos domicílios rurais estão ligados à rede de distribuição de água, enquanto em Sergipe esse percentual é cerca de 57 % (FUNASA, 2016). O fato de alguns estados recorrerem a soluções alternativas de abastecimento, em detrimento da ligação à rede, deve-se a alguns fatores como: concentração de grandes propriedades e dispersão de domicílios, disponibilidade de água subterrânea, ausência ou insuficiência de sistemas públicos de abastecimento. Mato Grosso é o estado com maior percentual de domicílios rurais com soluções alternativas de abastecimento, 93 % (FUNASA, 2016).

Em relação ao esgotamento sanitário, os dados comprovam uma situação mais crítica quando comparado ao abastecimento de água. Segundo a PNAD (2014), apenas 57,6 % dos domicílios brasileiros estão ligados diretamente à rede coletora. Quando a análise é focada em domicílios localizados em áreas rurais, esse quadro apresenta maior agravamento, somente 5,1 % dos domicílios rurais possuem coleta de esgoto ligada à rede geral e 26,2 % possuem fossa séptica (ligada ou não à rede coletora). Outro dado que chama a atenção é que 49,9 % dos domicílios utilizam fossa rudimentar e 11,4 % não dispõem de nenhuma solução, índice que chama a atenção por referir-se à metade da totalidade dos domicílios rurais que apresentam destino incorreto para os dejetos. Esse fato pode ser explicado pelo grande número de domicílios dispersos e inexistência de redes coletoras nas áreas mais concentradas, o que leva os habitantes a recorrerem a processos alternativos para o esgotamento sanitário. Comparado ao dado de 2009 do PNAD, o número de domicílios rurais que possuíam fossa rudimentar era de 48,9 %, mostrando que a conjuntura do problema não evoluiu.

Em todos os estados brasileiros, nas áreas rurais, a fossa rudimentar tem percentual muito acima dos outros tipos de destino, exceto na Região Sul, em que o valor quase se iguala à fossa séptica não ligada à rede coletora, aproximando-se de 50 %, ao contrário do que se vê nas Regiões Norte e Nordeste com elevados percentuais de domicílios sem soluções para o esgotamento.

Referente à coleta de resíduos sólidos, o quadro é ainda mais discrepante, a PNAD (2014) apresentou que somente 27,0 % dos domicílios rurais têm acesso à coleta direta de resíduos, contrastando com 92,2 % dos domicílios urbanos. Quanto às regiões, é notório que nas Regiões Sudeste e Sul, há uma situação melhor em termos de coleta direta, 16 % e 17,5 % respectivamente, o que pode ser explicado pelo fato de as políticas públicas de limpeza urbana dessas regiões terem abrangência sobre as áreas rurais. Devido à dispersão dos domicílios rurais, não há como reproduzir no rural o modelo de coleta urbana, porém, avanços são necessários. Tradicionalmente, a fração orgânica dos resíduos sólidos é utilizada para alimentar animais ou disposta diretamente no solo, que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza (BRASIL, 2017). Ao mesmo tempo, a parte não orgânica, que era gerada em pequena quantidade, era reaproveitada e transformada em utensílios domésticos. Com o aumento do acesso aos bens industrializados vem crescendo a presença de resíduos não orgânicos e contaminantes no campo, como baterias, lâmpadas fluorescentes e embalagens de produtos químicos. Por este motivo, é importante que os municípios desenvolvam artifícios de coleta e tratamento, mesmo com uma frequência inferior àquela adotada em áreas urbanas, para atender os domicílios localizados em áreas rurais ou isoladas (MACHADO, 2014).

As estatísticas citadas anteriormente e a extrema desigualdade social existente no país tornam propício a existência de extensas áreas de pobreza com infraestrutura deficiente ou inexistente de saneamento e de saúde. Com base no IBGE de 2010, a população total em extrema pobreza no Brasil representa 16,2 milhões de habitantes e praticamente a metade encontra-se no meio rural, representando 7,6 milhões de habitantes, ou seja, 25 % do total da população rural do Brasil. O estado que apresenta a maior porcentagem da população nessa situação é o Maranhão, seguido pelo Pará.

A consequência desse quadro é a potencialização e os altos índices de doenças de transmissão hídrica como parasitoses intestinais e diarreia além de mortalidade, mortalidade infantil e morbidade (BRASIL, 2004a). Outra consequência é a degradação dos recursos naturais, devido à exposição dos mananciais de abastecimento de água a fontes de contaminação pontuais e difusas.

Se os números são alarmantes nas grandes metrópoles, o problema é ainda mais complexo nas áreas rurais do país. Mesmo que se consiga cumprir as metas do Plano Nacional de Saneamento Bá-

sico para resolver o problema até 2033, a previsão é que nas áreas rurais os indicadores chegassem, no máximo, a 77 % da população com água potável e 62 % com coleta de esgotos (CARLOS, 2016a).

Segundo dados da Funasa (2015), os recursos empenhados em Saneamento Rural, entre os anos de 2007 e 2014, foram da ordem de R\$ 794,5 milhões, em média R\$ 99,32 milhões/ano. Percebe-se que houve dois picos de investimentos demonstrados pelos anos de 2009 e 2012 com R\$ 141,1 milhões e R\$ 130,9 milhões, respectivamente. Por outro lado, em 2013 e 2014 foram registradas quedas em relação a 2012, com valores de R\$ 109,3 milhões e R\$ 83,0 milhões, respectivamente.

O Instituto Trata Brasil e a Fundação Getúlio Vargas (2010) obtiveram, por meio de um estudo realizado em conjunto, números muito interessantes diante de uma universalização do saneamento. O documento destaca queda de quase metade de internações por infecções gastrointestinais pelo SUS por crianças abaixo de 14 anos, chegando à economia de R\$ 745 milhões ao longo dos anos, o que traduz em 13,3 % a mais de rendimento por trabalhador com aumento da sua renda média, valorização média de até 18 % no valor dos imóveis, criação de 120 mil novos cargos de trabalho com um aumento no PIB de 1,9 bilhão no setor de turismo.

Porém a tão almejada universalização do acesso ao saneamento básico encontra diversos entraves, que justificam o porquê de ser uma meta tão difícil de ser alcançada no país. Entre eles destacam-se os projetos feitos sem o devido preparo técnico; investimentos e recursos insuficientes com consequente estagnação e atrasos, prestação de serviço inadequada e não cumprimento de metas; procedimentos burocráticos para acesso aos recursos e execução dos empreendimentos; divisão de competências e pulverização de ações e recursos judiciais; projetos de engenharia desatualizados, imprecisos e mal estruturados; despreparo técnico e financeiro de muitos dos operadores e principalmente a dificuldade dos municípios em acessar recursos devido à falta de capacidade de endividamento e incapacidade técnica em muitos casos (CARLOS, 2016b).

Diante dos números citados no presente tópico, fica claro que o Brasil encontra-se em uma situação alarmante e que a universalização dos serviços é uma realidade muito distante. Ao mostrar dados tão contrastantes das regiões, é reafirmado o descaso de investimentos do poder público, como também as desigualdades sociais, tão intrínsecas na sociedade brasileira.

Considerações Finais

Por muitos anos no Brasil, os investimentos na área de saneamento foram tímidos e como consequência o crescimento das cidades e comunidades rurais ficaram defasadas, acarretando até os dias de hoje problemas na área de infraestrutura e serviços, com consequentes reflexos negativos na saúde da população.

Apesar da criação do Plano Nacional de Saneamento Básico, há uma grande dificuldade dos governos em colocar em prática o que foi estabelecido por lei, seja por falta de capacitação dos muitos atores envolvidos, excesso de burocracias no setor público, não cumprimento de metas por parte dos governos, desvios de recursos, até a ausência da comunidade na participação dos planos e cobrança nas execuções dos mesmos. Esses entraves tornam as metas dos planos do governo sem perspectivas de se concretizarem.

O saneamento rural centralizado no país torna-se uma realidade longe de ocorrer devido à complexidade da baixa concentração de pessoas em uma mesma área, o que torna inviável a construção das tradicionais redes de coleta e tratamento de esgoto e distribuição de água. A baixa porcentagem de pesquisas na área dificulta a criação de políticas e tecnologias de baixo custo que atendam às

reais necessidades particulares dessa população tão diversa que é a do campo. No âmbito da executabilidade, é necessário o treinamento de agentes capacitados que qualifiquem pessoas nas próprias comunidades rurais ou isoladas com o intuito de gerir seus próprios sistemas de saneamento.

Há urgência para que ocorra uma gestão associada e integrada entre as esferas municipal, estadual e federal para que as metas do plano nacional sejam cumpridas no menor prazo possível do objetivo proposto e com qualidade nos serviços. A difusão do conhecimento sobre saneamento como direito constitucional, seus benefícios e implicações são de relevante importância para integrar a comunidade na construção participativa dos Planos Municipais, com o objetivo de que as demandas da sociedade se tornem reais.

O reconhecimento e incentivo do homem do campo como protetor dos recursos ambientais, a educação ambiental e a sanitária e investimentos em saúde preventiva são verdadeiros propulsores para a tão almejada universalização do saneamento no país e a reafirmação da cidadania.

Sanitation in rural Brazilian context

Abstract

The natural resource exploitation and the increasing generation of by-products bring harmful consequences for man and the environment. Sanitation is one way to put things right, because it promotes environmental health through water supply, waste collection, correct land use, urban drainage, among others, in order to improve urban and rural life conditions. The rural areas need knowledge about their reality since it is characterized by populations with less access to reorganization measures, with 25 % of its population living in extreme poverty. Over the years there have been created various public policies in order to universalize the access to sanitation actions. Thus, the present article, through a literature review, discusses the situation of basic sanitation in Brazil, with emphasis on rural sanitation. For that, relevant information of key public and private agencies and academia documents were used as sources of information. We conclude the tendency is that rural sanitation is built slower than in urban areas due to the low concentration of people in the same area; also, it is necessary to consider the knowledge about sanitation a constitutional right, therefore it can become an integrated construction in which the company is active in promoting improvements in quality of life.

Keywords: Isolated communities. Health. Salubrity.

Referências

ABRAMOVAY, R.; VEIGA, J. E. **Novas instituições para o desenvolvimento rural: o caso do Pronaf.** Brasília: IPEA, 1999; 51p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2617/1/td_0641.pdf>. Acesso em: 26 maio 2016.

AMORA, D. **Plano de saneamento do Brasil vai sofrer atraso de pelo menos 20 anos.** FOLHA DE SÃO PAULO (jornal eletrônico). 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/01/1727996-plano-de-saneamento-do-brasil-vai-sofrer-atraso-de-pelo-menos-20-anos.shtml>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 27 fev. 2016.

BRASIL. **Lei nº 8.080**, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm>. Acesso em: 29 fev. 2016.

BRASIL. **Lei nº 8.171**, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a Política Agrícola. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8171.htm>. Acesso em: 14 maio 2016.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 14 maio 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010 b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 29 fev. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento**: marco conceitual e estratégia metodológica. Brasília: Ministério da Saúde, 116p, 2004a. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_impacto.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Saúde Brasil 2013**: uma análise da situação de saúde e das doenças transmissíveis relacionadas à pobreza. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 384p. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_brasil_2013_analise_situacao_saude.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Habitação**. Brasília: Ministério das Cidades, 2004b. 104p. Caderno MCidades Habitação. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/4PoliticaNacionalHabitacao.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2016b. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/pndrss/>>. Acesso em: 23 maio 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/component/k2/item/485-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico>>. Acesso em: 23 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. **Indicadores e Dados Básicos – Brasil – 2013 - Informações de Saúde:** indicadores de mortalidade. 2013. Disponível em: <<http://tabnet2.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2013/c06.def>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB):** mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília: Ministério das Cidades, 173p, 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf>. Acesso em: 23 maio 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **1º Balanço do Pac 2015.** 2015. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/ccedac8ebd8bfe1fefc25c0e4e4e8c0c.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de Resíduos Orgânicos.** 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

BRUNNER, P. H.; RECHBERGER, H. **Waste to energy – key element for sustainable waste management.** Vienna University Technology. Institute for Water Quality. Resource and Waste Management. v. 37, p 3-12, mar. 2015.

CARLOS, E. Instituto Trata Brasil. **Saneamento:** duas décadas de atraso. 2016a. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-duas-decadas-de-atraso>>. Acesso em: 29 mar. 2016a.

CARLOS, E. Instituto Trata Brasil. **Saneamento rural:** um enorme desafio para o Brasil. 2016b. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-rural-um-enorme-desafio-para-o-brasil-portal-do-saneamento>>. Acesso em: 29 mar de 2016.

CARVALHO, A. R.; OLIVEIRA, M. V. C. **Princípios Básicos do Saneamento do Meio** 211p. 9.ed. São Paulo: Editora Senac, 2007.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357,** de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

COSTA, D.; NARDELLI, R. Senado Federal. **Criados critérios de classificação do espaço urbano e rural.** 2009. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2009/10/06/criados-criterios-de-classificacao-do-espaco-urbano-e-rural>>. Acesso em: 25 maio 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Saneamento básico rural.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>>. Acesso em: 19 maio 2016.

FORMOSINHO, S. **Nos Bastidores da Ciência 20 anos Depois.** Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2007. 454p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=ONb3bmzAzXkC&pg=PA83&lpg=PA83&dq=estados+unidos+%2B+desinfec%C3%A7%C3%A3o+com+cloro+%2B+febre+tif%C3%B3ide&source=bl&ots=xf0w5vM-gl&sig=4AytBkjVb3PmIVI-osnsVxh24BM&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwi47ovWgczSAhWFDpAKHSmuD_EQ6AEIRzAI#v=onepage&q=estados%20unidos%20%2B%20desinfec%C3%A7%C3%A3o%20com%20cloro%20%2B%20febre%20tif%C3%B3ide&f=false>. Acesso em: 15 mar. de 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Panorama do Saneamento Rural no Brasil**. 2017. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil/>>. Acesso em: 15 maio 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 3.ed. rev. 408p. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004c.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Saneamento rural**. 2016a. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/#>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Ações de Saneamento Rural-Funasa**. 2016b. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/acoes-de-saneamento-rural-funasa/>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Saneamento rural: o desafio de universalizar o saneamento rural**. Boletim Informativo. Ed. 10, 2011. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/blt_san_rural.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2016.

HOSOI, C. Comunidades isoladas exigem um saneamento sob medida: A garantia de um futuro viável para as próximas gerações está cada vez mais associada ao conceito de sustentabilidade, inclusive na área de saneamento básico. **Revista DAE**, n. 187, 73p., set. 2011. Disponível em: <http://abes-sp.org.br/arquivos/revista_dae_187.pdf>. Acesso em: 25 maio 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores Sociais Municipais 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/impressa/ppts/00000006475711142011571416899473.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **O que é saneamento?** 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/o-que-e-saneamento>>. Acesso em: 26 maio 2016a.

INSTITUTO TRATA BRASIL & FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Rio de Janeiro: Trata Brasil-FGV, 2010. 32p. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/files/trata_fgv.pdf>. Acesso em: mar. 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Maioria das obras de esgoto do PAC está paralisada e avanços seguem tímidos**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/maioria-das-obras-de-esgoto-do-pac-esta-paralisada-e-avancos-seguem-timidos>>. Acesso em: 17 maio 2016b.

JÚNIA, R. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. **Brasileiros ainda adoecem por falta de saneamento básico**. 2011. Disponível: <<http://www.fiocruz.br/omsambiental/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=262&sid=13>>. Acesso em: 15 maio 2016.

MACHADO, B. G. **A coleta e o transporte dos resíduos sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/a-coleta-e-o-transporte-dos-residuos-solidos-no-brasil/>>. Acesso em: 24 maio 2016.

MARTELLI, F. H. **“Saneamento básico e qualidade das águas – Conceitos fundamentais, principais doenças disseminadas pela água. Principais indicadores biológicos da qualidade da água”**. 2013. São Carlos: Prefeitura de São Carlos. Disponível em: <http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/downloads/Conceitos_fundamentais,_principais_doen%C3%A7as_disseminadas_-_Fabricio.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2016.

MENDES, P. S.; RIBEIRO, J. R. H. C.; MENDES, C. M. Temporal trends of overall mortality and hospital morbidity due to diarrheal disease in Brazilian children younger than 5 years from 2000 to 2010. **Jornal de Pediatria**, Porto Alegre, v. 89, n. 3, p. 315-325, maio/jun.2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572013000300015>. Acesso em: fev. 2016.

NEUMANN, P. S.; LOCK, C. Legislação Ambiental, desenvolvimento rural e práticas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 243-249, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000200010>. Acesso em: mar. 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Desenvolvimento Sustentável. **Mais de 2 bilhões de pessoas não têm saneamento básico, afirma novo relatório da ONU**. 2015. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/mais-de-2-bilhoes-de-pessoas-no-planeta-carecem-de-saneamento-basico-onu/>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

REIS, D. S. O rural e urbano no Brasil. Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 15, 2012. **Anais...** Disponível em: <<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1492/1457>>. Acesso em: 23 maio 2016.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. 2. ed. rev. e ampl. 387p, Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

SANTINI, J. C. L.; FRANÇA, L. M. C.; NECCHI, L. C. C. **IPTU X ITR: conflito entre os critérios espaciais**. Revista de Direito Público, Londrina, v. 4, n. 1. p. 125-139, jan/abr. 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/direitopub/article/view/10738/9383>>. Acesso em: mar. 2016.

SIMÕES, D. **Entenda o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)**. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/08/entenda-o-programa-de-fortalecimento-da-agricultura-familiar-pronaf>>. Acesso em: 23 maio 2016.

SILVA, E. R.; ZANCUL, J. S. Análise da Dinâmica Demográfica Rural Brasileira como Estratégia na Formulação da Política Federal de Saneamento Rural. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2012, 18. Águas de Lindóia/SP: ABEP, 2012. 22p. **Anais...** Disponível em: <<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1961/1919>>. Acesso em: mar. 2016.

SOARES, S.; SOUZA, L.; SILVA, W. J.; SILVEIRA, F. G.; CAMPOS, A. **Perfil da pobreza: norte e nordeste rurais**. Brasília: International Policy Centre for Inclusive Growth, 2016. 44p. (IPC-IG Working Paper n. 138). Disponível em: <http://www.ipc-undp.org/pub/port/PRB50PT_Perfil_da_pobreza_Norte_e_Nordeste_rurais.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2017.

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde – IDB 2003. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 277-282, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000300011>. Acesso em: jan. de 2016.

TUROLLA, F. A. **Política de saneamento básico:** avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, 29p., 2002. Disponível em: <http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_0922.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2016.

VETTORE, M.; LAMARCA, G. **Determinantes Sociais da Saúde e do Bem Estar.** 2015. Disponível em: <<http://dssbr.org/site/2012/01/censo-2010-uma-leitura-dos-resultados-sobresaneamento-basico/>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Health Statistics 2015.** 164p. Disponível em: <http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2015_Part1.pdf?ua=1>. Acesso em: 26 maio 2016.

ZANCUL, J.; SALATI, D. Programa Nacional de Saneamento rural: atuação da FUNASA e perspectivas. In: VII SEMINÁRIO NACIONAL DE SANEAMENTO RURAL. II ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE SANEAMENTO RURAL, 2014, Brasília: FUNASA, 2014. 41p. Disponível em: <<http://abes-sp.org.br/arquivos/viissr/atuacao-da-funasa-e-perspectivas-juliana-zancul-funasa.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 17/06/2016

Aceito em: 17/03/2017

Como citar:

ABNT

RESENDE, R. G.; FERREIRA, S.; FERNANDES, L. F. R. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 129-150, jan./mar.
Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>

APA

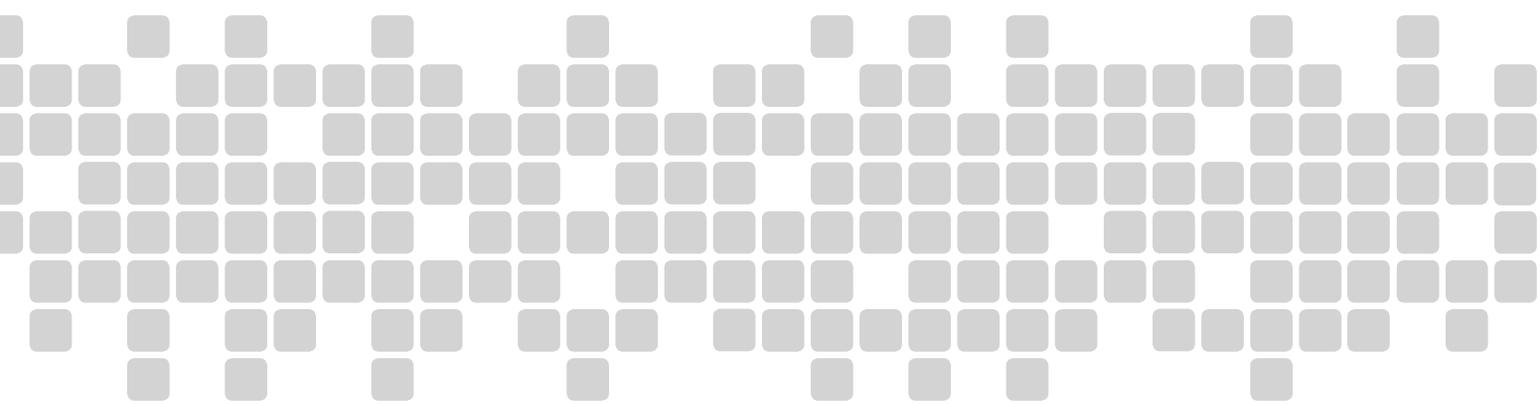
RESENDE, R. G., FERREIRA, S. & FERNANDES, L. F. R. (2018). O saneamento rural no contexto brasileiro. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (1), 129-150. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>

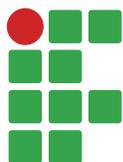
ISO

RESENDE, R. G.; FERREIRA, S. e FERNANDES, L. F. R. O saneamento rural no contexto brasileiro. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 1, pp. 129-150. Eissn 2316-1817.
Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>

VANCOUVER

Resende RG, Ferreira S, Fernandes LFR. O saneamento rural no contexto brasileiro. *Rev agrogeoambiental*. 2018 jan/mar; 10(1): 129-150. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>





Diretrizes para autores

A Revista Agrogeoambiental publica apenas trabalhos originais e inéditos, que não estejam aguardando avaliação, revisão ou publicação por outro periódico. O trabalho pode ser submetido em qualquer época do ano através da plataforma on-line e, se aprovado, poderá ser publicado em uma das edições regulares da revista, que são disponibilizadas nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

Tipos de trabalho

Artigo Científico: Trata-se de um relato completo de trabalho experimental. O texto deve representar processo de investigação científica coeso e propiciar seu entendimento, com exposição coerente das informações, de modo a possibilitar a reprodução do experimento. Deve ter entre 11 e 15 páginas.

Short Communication: Trata-se de um relato completo, porém mais conciso. Deve possuir os mesmos critérios de qualidade e relevância que o artigo científico e representar uma contribuição significativa para as áreas de abrangência do periódico. Deve ter entre 08 e 10 páginas.

Revisão bibliográfica: Trata-se da abordagem do estado da arte ou visão crítica de assuntos de interesse e relevância para a comunidade científica da área de abrangência do periódico. As discussões devem abordar os trabalhos mais relevantes e atuais da área. As submissões estão temporariamente suspensas.

Apresentação

- Documento odt (Open Document) ou doc (Microsoft Word 1997-2003).
- Páginas em tamanho A4.
- Todas as margens de 3 cm. Não numerada, sem cabeçalhos e/ou rodapés.
- Fonte Times New Roman, corpo 12, espaçamento simples entre linhas.
- O texto deve ser escrito em uma única coluna.

Estrutura e Organização

As seções mais comuns que compõem o artigo científico estão especificadas abaixo

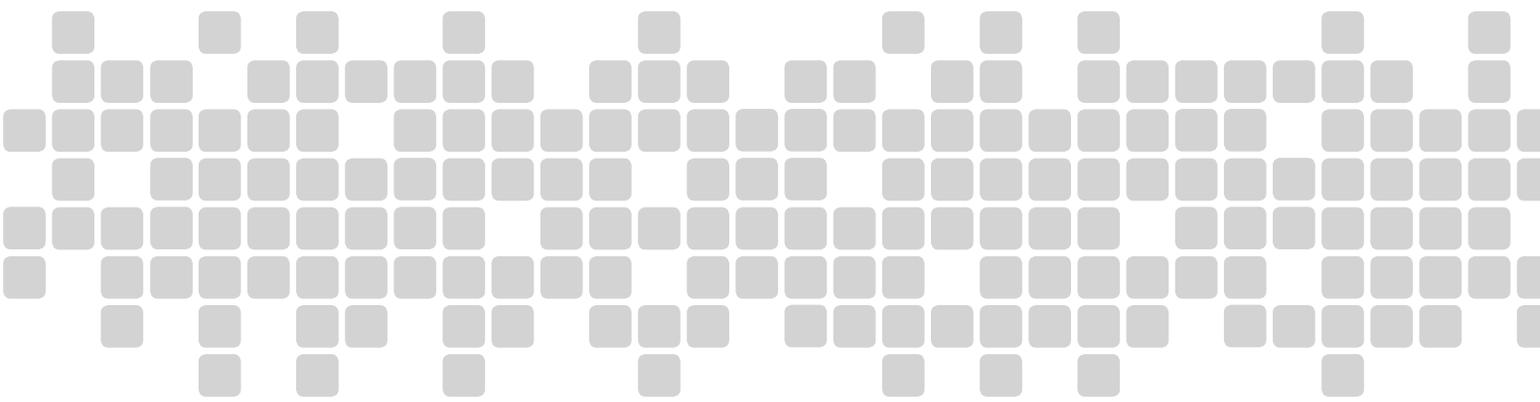
- Título: Máximo de quinze palavras em letras minúsculas (exceto pela primeira letra).
- Subtítulos: Margem esquerda, com destaque em negrito, a numeração é opcional.
- Autoria: Serão aceitos, no máximo, seis autores por artigo e a Indicação de Autoria deve ser feita, conforme o modelo abaixo:

Nome completo do autor. Instituição, vínculo com a instituição (se houver). Cidade, estado e país de atuação profissional. E-mail. Telefone. Endereço para correspondência.

(Em trabalhos com dois ou mais autores, especificar a instituição, o vínculo institucional e o e-mail dos coautores.)

- **Resumo:** Com no máximo 250 palavras, deve ser coerente e apresentar o objetivo do trabalho.
- **Palavras-chave:** De três a seis palavras-chave, separadas por ponto final.
- **Introdução:** Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- **Material e métodos:** Deve apresentar a descrição do local, a data, o delineamento do experimento, indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental. Devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- **Resultados e discussão:** Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos. As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.
- **Conclusão:** Deve apresentar as novas descobertas da pesquisa, sem comentários adicionais com verbos no presente do indicativo.
- **Agradecimentos:** Se houver, devem ser claros e objetivos, contendo o motivo do agradecimento.
- **Referências:** Devem seguir a NBR 6023:2002 da ABNT.
- **Normas bibliográficas:** Organize o artigo conforme as seguintes normas da ABNT:
 - > NBR 6023:2002 a referências bibliográficas.
 - > NBR 10520:2002 a sistema autor/data de citação no corpo do texto de referências bibliográficas.
- Opcional
 - > NBR 6028:2003 a como elaborar resumos.

Para informações mais detalhadas acesse: <http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br>



DIAGRAMAÇÃO, IMPRESSÃO E ACABAMENTO:



Assis - SP
Fone: (18) 3322-5775
Fone/Fax: (18) 3324-3614
vendas@graficatriunfal.com.br
www.graficatriunfal.com.br