

MANEJO DO SOLO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES COM USO DE BASALTO

Data de submissão: 29/11/2023

Data de aceite: 22/12/2023

Elcio Ferreira dos Santos

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-1148-0527>

Karina Renostro Ducatti

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-3744-4786>

Gutierrez Nelson Silva

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-4272-0634>

Mateus Augusto Donega

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<https://orcid.org/0000-0002-4272-0634>

Marcela Silva Carvalho

Instituto Federal of Mato Grosso do Sul,
Nova Andradina – MS
<http://orcid.org/0000-0002-8996-5743>

RESUMO: O Brasil, devido à sua intensiva produção agrícola, enfrenta desafios associados à alta dependência de fertilizantes importados, notadamente de potássio. Esta dependência, que compromete a balança comercial e a

segurança alimentar, estimula a busca por alternativas sustentáveis para o manejo do solo em altas produtividades. Entre elas, destaca-se a utilização de resíduos da mineração, como o pó de basalto no processo de remineralização. A prática de remineralização, consistindo na aplicação controlada de pó de rocha, apresenta vantagens como baixo custo, liberação gradual de nutrientes, e aprimoramento das propriedades físicas e químicas do solo. Embora histórica, esta prática foi relegada frente à predominância de fertilizantes solúveis. O ressurgimento do pó de basalto, está vinculado à busca por opções frente à importação de fertilizantes, à necessidade de valorizar rejeitos minerários e necessidade de otimização do manejo do solo para altas produtividades. Estudos evidenciam que o pó de basalto, abundante no Brasil, tem potencial para incrementar a produtividade agrícola. Sua aplicação revela benefícios, como liberação controlada de nutrientes, neutralização da acidez do solo, e retenção hídrica. A implementação efetiva desse recurso demanda políticas que incentivem sua adoção, considerando seus impactos positivos na qualidade do solo, redução de custos de produção e contribuição para a sustentabilidade agroambiental. A

promoção do uso de pó de basalto representa uma estratégia promissora para aprimorar a produtividade agrícola brasileira de forma sustentável e resiliente.

PALAVRAS-CHAVE: rochas ígneas, agricultura orgânica, fontes alternativas.

SOIL MANAGEMENT FOR HIGH PRODUCTIVITY USING BASALT

ABSTRACT: Brazil, due to its intensive agricultural production, faces challenges associated with its high dependence on imported fertilizers, notably potassium. This dependence, which compromises the trade balance and food security, encourages the search for sustainable alternatives for soil management with high productivity. Among them, the use of mining waste stands out, such as basalt dust in the remineralization process. The practice of remineralization, consisting of the controlled application of rock powder, presents advantages such as low cost, gradual release of nutrients, and improvement of the physical and chemical properties of the soil. Although historical, this practice was relegated to the predominance of soluble fertilizers. The resurgence of basalt dust is linked to the search for options regarding the import of fertilizers, the need to value mining waste and the need to optimize soil management for high productivity. Studies show that basalt dust, abundant in Brazil, has the potential to increase agricultural productivity. Its application reveals benefits, such as controlled release of nutrients, neutralization of soil acidity, and water retention. The effective implementation of this resource demands policies that encourage its adoption, considering its positive impacts on soil quality, reduction of production costs and contribution to agro-environmental sustainability. Promoting the use of basalt powder represents a promising strategy to improve Brazilian agricultural productivity in a sustainable and resilient way.

KEYWORDS: igneous rocks, organic farming, alternative sources.

O manejo de solo para altas produtividades agrícolas exigem a utilização de grandes quantidades de fertilizantes, tornando o país um dos maiores consumidores mundiais desses insumos. Contudo, a maior parte dos fertilizantes utilizados no Brasil são importados, gerando redução no saldo positivo da balança comercial brasileira. Além disso, essa dependência externa desses insumos implica no maior risco na segurança alimentar do país. Outro fator limitante são os custos elevados do transporte a longas distâncias dos fertilizantes e corretivos no Brasil, que por sua vez reduzem a competitividade da agricultura. Essas características do mercado de insumo no Brasil demonstram a necessidade de fontes alternativas de fertilizantes e corretivos (SILVA et al., 2011; SILVA, 2014; GUELFILVA et al., 2013; TOSCANI e CAMPOS, 2017). Nesse sentido, destaca-se a utilização de resíduos da atividade de mineração compostos por pós de rochas silicáticas (PRS), que são encontrados na maioria das regiões do país.

Parte dos PRS são considerados passivos ambientais da mineração. Porém, determinados PRS podem apresentar teores de nutrientes relativamente elevados e com potencial no auxílio do manejo nutricional da agricultura por meio da remineralização. A remineralização de solos é uma prática agrícola que consiste na aplicação do PRS, buscando a melhoria nos atributos físico-químicos do solo e aumento de produtividade. Dentre seus

principais aspectos positivos podem ser citados: (1) fornecimento de vários elementos essenciais à planta; (2) liberação lenta e gradual dos nutrientes por períodos de médio a longo prazo, diminuindo as perdas desses nutrientes pela lixiviação; (3) fornecimento de elementos benéficos como o silício; (4) baixo custo do produto; (5) melhoria da qualidade química, física e biológica do solo (BAKKEN et al., 1997; BERTHELIN e LEYVAL, 1982; KNAPIK e ANGELO, 2007; BLEKEN et al., 2008; NOROUZI e KHADEMI, 2010; PRATES et al., 2012).

A aplicação de resíduos de rochas na agricultura como fertilizante já é antiga. Leonardos et al. (1976) relataram respostas positivas na produtividade agrícola em função da aplicação de pó de rocha na década de 70 no Brasil. Contudo a maior eficiência dos fertilizantes solúveis implicou no menor uso de PRS como fontes de nutrientes ou condicionadores de solo na agricultura (BERTHELIN e LEYVAL, 1982; BAKKEN et al., 1997). Nos últimos anos, muitos estudos foram desenvolvidos avaliando os efeitos benéficos dos PRS na agricultura, sendo relatados vários resultados positivos de produtividade, por meio do fornecimento de nutrientes como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e micronutrientes (BLEKEN et al., 2008; GUARÇONI e FANTON, 2011; LOURENÇO, 2011; SILVA et al., 2011; GUELFISILVA et al., 2013).

No Brasil, a revalorização recente dessa prática está ligada a três motivações principais: busca por alternativas para fertilizantes importados; necessidade de aproveitamento de grandes quantidades de rejeitos de pedreiras e mineradoras e; aumento da utilização da agricultura de bases agroecológicas, com restrições ao uso de fertilizantes solúveis e estímulos à utilização de recursos localmente disponíveis (BARSHAD, 1954; FYFE et al., 2006; SILVEROL e MACHADO-FILHO, 2007; BLEKEN et al., 2008; GUARÇONI e FANTON, 2011; GUELFISILVA et al., 2013).

A incorporação no solo de PRS destaca-se como uma nova alternativa da indústria de fertilizantes, preservando recursos ambientais e criando oportunidades no agronegócio (GUELFISILVA et al., 2013). Os resultados discutidos na literatura apontam que muitos coprodutos da mineração possuem excelente eficiência agrônômica, bem como vantagens ambientais quando comparados aos fertilizantes concentrados solúveis (BLEKEN et al., 2008; FERNANDES et al., 2010; BAMBERG et al., 2011). A adição de PRS ao solo com finalidades agrícolas tem demonstrado resultados positivos para várias culturas agrícolas. Moreira et al. (2006) relatou respostas positivas da aplicação de PRS basalto no cultivo do girassol e da soja, em função da disponibilidade gradual de potássio. Segundo Theodoro et al (2013) a utilização de PRS basalto gera respostas positivas principalmente pela dupla fertilização de culturas - fertilizantes convencionais + PRS – bem como a possibilidade redução de fertilizantes convencionais, conseqüentemente, como vantagem a redução de impactos ambientais. Dentre os vários PRS destaca-se o uso do pó de basalto.

Testes de resíduos de mineração de Basalto vêm demonstrando o alto potencial para uso na agricultura. O basalto é uma rocha ígnea extrusiva com altos teores de silicatos

de magnésio e ferro e com baixo conteúdo em sílica em sua composição, sendo uma das rochas mais abundantes na crosta terrestre (RAMOS et al., 2014; RAMOS et al., 2015; RAMOS et al., 2017). Segundo Sak et al. (2004) a sequência de mobilidade de cátions em PRS de basalto ocorre da seguinte forma: $Ca \approx Na > K \approx Mg > Si > Al > Fe \approx P$. Atualmente, o pó de basalto é utilizado para melhorar as características edáficas de solos degradados e repor os nutrientes retirados pelas culturas nas colheitas. Vários trabalhos têm avaliado a correlação clara entre o aumento da produtividade de culturas e a aplicação de basalto (GUELFÍ-SILVA et al., 2012; GUELFÍ-SILVA et al., 2014; RAMOS et al., 2015). Além disso, Korchagin et al (2019) relataram que grandes quantidades de resíduos de basalto são acumuladas principalmente no sul do Brasil, enfatizando a necessidade de políticas que incentivem o uso desse resíduo a fim de evitar que ocorra uma questão ambiental insustentável.

O uso de basalto na agricultura oferece diversos benefícios que podem contribuir para altas produtividades. O basalto é uma fonte natural de diversos nutrientes essenciais para as plantas e contribuem para altas produtividades. O basalto tem a capacidade de neutralizar a acidez do solo. Solos ácidos podem limitar a absorção de nutrientes pelas plantas, e a neutralização contribui para um ambiente mais propício ao desenvolvimento das culturas. As propriedades físicas do basalto, como suas argilas expansivas, auxiliam na retenção de água no solo. Isso é particularmente benéfico em regiões sujeitas a períodos de seca, proporcionando um suprimento constante de água para as plantas. Por fim, o uso de basalto pode representar uma alternativa economicamente viável em comparação com fertilizantes solúveis. A remineralização do solo com basalto pode reduzir a necessidade de adubação convencional, contribuindo para a redução dos custos de produção.

Dalmora et al. (2016) avaliando a composição química de diferentes PRS de basalto da indústria de mineração brasileira destacaram a alta possibilidade do uso desse PRS nas adubações de cultivo brasileiras, beneficiando tanto o setor industrial de mineração de basalto, tanto para o setor agropecuário. Korchagin et al (2019) destacam que a composição química e mineralógica do pó de basalto produzido no Brasil possui alto potencial para uso na agricultura como PRS. São inúmeras as vantagens proporcionadas pela utilização do PRS basalto: liberação lenta de nutrientes; menores perdas de nutrientes por lixiviação; redução da acidez do solo; redução da adsorção do fósforo por óxidos; fonte de potássio, micronutrientes e silício para as plantas (STRAATEN, 2007; RAMOS et al., 2014; RAMOS et al., 2015; RAMOS et al., 2017). Além disso, a aplicação de PRS de basalto auxilia na capacidade de retenção de água no solo por meio de suas argilas que possuem um alto poder expansivo (Oliveira, 2012).

Na literatura, alguns trabalhos destacam que o PRS de basalto pode substituir em parte a adubação com fertilizantes solúveis. Toscani e Campos (2017) avaliando os teores de macronutrientes em um Latossolo Vermelho distrófico compararam a adubação com PRS de basalto com fontes de fertilizantes solúveis (40% de N, 30% de P_2O_5 , 10% de

K_2O). Os autores relataram disponibilidade semelhante de K_2O entre o solo adubado com PRS basalto e com o adubo solúvel. Além disso foi observado que a aplicação de Basalto aumentou os teores de fósforo, cálcio e magnésio no solo. Ainda, verificaram que nas parcelas com uso de basalto houve redução da acidez do solo e da saturação por alumínio. Lourenço (2011) testando doses PRS de basalto na produtividade da laranjeira Pêra' (*Citrus sinensis* L.) relataram também que a adubação com PRS pode substituir em parte a adubação com fontes solúveis. Além do efeito no solo, o PRS basalto também modifica a dinâmica nutricional de plantas.

Conceição et al (2022) destacaram que os resultados do teste de incubação mostraram que o pó de basalto aumentou os níveis disponíveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio no solo cerca de vinte, dez, quinze e treze vezes mais do que aqueles sem o pó de basalto, respectivamente. Plantas de milho e feijão cultivadas em solos enriquecidos com pó de basalto apresentaram acúmulos de macro e micronutrientes até cinco vezes maiores que as plantas sem uso de pó de basalto. Esses resultados mostraram a utilidade do pó de basalto no auxílio ao manejo nutricional na agricultura.

Silva et al (2011) avaliando o efeito do PRS basalto no cultivo de feijão, destacaram que o a adubação com PRS de basalto proporcionou aumento no teor de fósforo nos grãos. Já em frutíferas, foi observado por Knapik e Angelo (2007) que a adubação com PRS de Basalto aumenta os teores foliares de cálcio, magnésio, boro e cobre. Welter et al (2011) avaliando o desenvolvimento inicial de mudas de espécies florestais em um Latossolo Amarelo distrófico de textura média, relataram que a PRS de Basalto aumenta a produção de mudas com maior qualidade.

Melo et al. (2012) em um experimento de incubação em vaso por um ano, com doses de basalto moído, observaram que os valores de pH do solo aumentaram com o acréscimo das doses de PRS de basalto, sendo que, a máxima neutralização da acidez ativa ocorreu com 50 t ha^{-1} . Batita (2013) avaliando o efeito do PRS de basalto sobre os atributos químicos do solo e de plantas de soja em Latossolo Vermelho-Amarelo, relatou o efeito do PRS de basalto na redução de acidez do solo, no teor de Al trocável do solo, aumento do P disponível no solo, bem como aumento nas concentrações de macro e micronutrientes em folha de soja e na produção de grãos.

Silva et al (2016) avaliando o efeito da aplicação de pó de basalto em diferentes experimentos relatou efeitos positivos no sistema solo-planta. Foi identificado um incremento nos teores de cálcio, magnésio, sílicio e potássio trocável no solo no tratamento com PRS de basalto. Motta e Feiden (1992) e Kiehl (2002) constataram que a aplicação de PRS de basalto foi suficiente para elevar o nível de fósforo disponível, comportando-se como uma adubação corretiva em solo arenoso.

Desta maneira, fica evidente que a remineralização com PRS de basalto constitui uma alternativa para a melhoria das propriedades edáficas e por fim o aumento da produtividade, associado também a redução dos custos de produção, uma vez que os

remineralizadores possuem menor preço comparado com fertilizantes solúveis. Para isso é de extrema importância a utilização e popularização do basalto em condições de cultivo brasileiro, desde que o material não apresente elementos tóxicos às plantas, bem como tiver minerais reativos que otimize o manejo nutricional de plantas. Além disso, destaca-se a necessidade de uma política de aceite da comercialização desse tipo de material, ampliando e consolidando o uso do material. Dessa maneira, com base no exposto, fica evidente podemos afirmar que o material secundário, denominado de pó de brita de basalto, resultado obtido do processo de mineração para a produção de britas e outros materiais agregados para uso na construção civil, definido como PRS de basalto, pode ser utilizado na agricultura como uma fonte fornecedora de nutrientes para as plantas, impactando positivamente na melhoria das propriedades químicas e físicas do solo e por conseguinte na produtividade das lavouras.

REFERÊNCIAS

- BAKKEN, A.K.; GAUTNEB, H.; MYHR, K. Plant available potassium in rocks and mine tailings with biotite, nepheline and K-feldspar as K-bearing minerals. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 47(3):129-134, 1997.
- BAMBERG, A.L. *et al.* Dinâmica de liberação de nutrientes disponibilizados por rochas moídas em colunas de lixiviação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais. [Uberlândia]: SBOS: UFU, ICIAG, 2011. 1 CD-ROM.
- BARSHAD, I. Cation Exchange in micaceous minerals: II. Replaceability of ammonium and potassium from vermiculite, biotite, and montmorillonite. *Soil Science*, 78(1): 57-76, 1954.
- BATISTA, T.F.B. Atributos químicos do solo e componentes agrônômicos na cultura da soja pelo uso da rochagem. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí, UFG, p. 56, 2013.
- BERTHELIN, J.; LEYVAL, C. Ability of symbiotic and non-symbiotic rhizospheric microflora of maize (*Zea mays*) to weather micas and to promote plant growth and plant nutrition. *Plant and Soil*, 68(3):369-377, 1982.
- BLEKEN, M.A., KROGSTAD, T., SPEETJENS, K., HELM, M. Use of a mixture of biotite- and apatite-rich rock powder in a soil with inherent low soil fertility. In D. Neuhoff, N. Halberg, T. Alföldi, W. Lockeretz, A. Thommen, I. A. Rasmussen, H. Willer (Eds.), *Cultivating the Future Based on Science*, v. 1 - Organic Crop Production (ISO FAR, Mo, pp. 90–93). International Society of Organic Agriculture Research, 2008.
- CONCEIÇÃO, L. T. *et al.* Potential of basalt dust to improve soil fertility and crop nutrition. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 10, p. 100443, dez. 2022.
- DALMORA, A.C.; RAMOS, C.G.; OLIVEIRA, M.L.S.; TEIXEIRA, E.C.; KAUTZMANN, R.M.; TAFFAREL, S.R.; DE BRUM, I.A.S.; SILVA, L.F.O. Chemical characterization, nano-particle mineralogy and particle size distribution of basalt dust wastes. *Science of the Total Environment*, v. 539, p. 560-565, 2016.

FERNANDES, F.R.C.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. (Ed.). Agrominerais para o Brasil. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2010. 380 p.

FYFE, W.S.; LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78(4): 721-730, 2006.

GUARÇONI, A.; FANTON, C.J. Resíduo de beneficiamento do granito como fertilizante alternativo na cultura do café. *Ciência Agrônômica*, 42: 16-26, 2011

GUELFIL-SILVA, D.R. *et al.* Agronomic efficiency of potassium fertilization in lettuce fertilized with alternative nutrient sources. *Revista Ciência Agrônômica*, 44(2), 267-277, 2013.

GUELFIL-SILVA, D.R. *et al.* Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(3), 951-962, 2012.

GUELFIL-SILVA, D.R. *et al.* Yield, nutrient uptake and potassium use efficiency in rice fertilized with crushed rocks. *African Journal of Agricultural Research*, 9, 455-464, 2014.

KIEHL, E.J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto, Piracicaba: 2002, 171 p.

KNAPIK, J. G.; ANGELO, A. C. Pó de basalto e esterco equino na produção de mudas de *Prunus Sellowii* Koehne (Rosaceae). *Floresta (UFPR)*, v. 37, p. 427-436, 2007.

KNAPIK, J.G.; ANGELO, A.C. Pó de basalto e esterco equino na produção de mudas de *Prunus sellowii* Koehne (ROSACEAE). *Floresta*, 37: 427-436, 2007.

KORCHAGIN, J.; CANER, L.; BORTOLUZZI, E.C. Variability of amethyst mining waste: a mineralogical and geochemical approach to evaluate the potential use in agriculture. *Journal of Cleaner Production*, v. 210, p. 749-758, 2018.

LEONARDOS, O.H.; FYFE, W.S.; KRONBERG, B.I. Rochagem O método de Aumentada Fertilidade em Solos Lixiviados e Arenosos. Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Anais, Belo Horizonte, pp. 137-145, 1976

LOURENÇO, B.A. Desenvolvimento de Laranja 'Pêra' *Citrus Sinensis* (L.) Osbeck Enxertada em Limoeiro 'Cravo' (*Citrus Limonia*) e Cultivada com Pó de Basalto. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, p. 87, 2011.

MELO, V.F.; UCHÔA, S.C.P.; DIAS, F.U.; BARBOSA, G.F. Doses de basalto nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo Distrófico da Savana de Roraima. *Acta Amazônica*, 42: 471-476, 2012.

MOREIRA, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; SALINET, L.H.; SFREDO, G.J. Efeito residual de rochas brasileiras como fertilizantes e corretivos da acidez do solo. *Espaço & Geografia*, 9: 163-177, 2006.

MOTTA, A.C.V.; FEIDEN, A. Avaliação do P em LE submetido a diferentes doses de basalto. *Agrárias*, Curitiba, v.12, n. 1, p. 47-54, 1992.

NOROUZI, S.; KHADEMI, H. Ability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to take up potassium from different micaceous minerals and consequent vermiculitization. *Plant and Soil*, 328(1-2):83-93, 2010.

OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; MOREIRA, A.; ROSA, J.L. Eficiência da adubação residual com rochas brasileiras para a cultura da soja. *Espaço & Geografia*, 9: 231-246. 2006.

PRATES, F.B.S. *et al.* Crescimento de mudas de pinhão-mansão em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica*, 43: 207-213, 2012.

RAMOS, C.E.G.; QUEROL, X.; DALMORA, A.C.; PIRES, K.C.; SCHENEIDER, L.A.H.; OLIVEIRA, L.E.F.S.; KAUTZMANN, R.M. Evaluation of the potential of volcanic rock waste from southern Brazil as a natural soil fertilizer. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2700-2706, 2017.

RAMOS, C.G.; MELLO, A.G.; KAUTZMANN, R.M. A preliminary study of acid volcanic rocks for stonemeal application. *Environ. Nanotechnol. Monit. Manag.* 1-2, 30-35, 2014.

RAMOS, E.G.; QUEROL, X.; OLIVEIRA, M.L.; PIRES, K.; KAUTZMANN, R.M.; OLIVEIRA, L.F.S. Preliminary evaluation of volcanic rock powder for application in agriculture as soil a remineralizer. *Science of the Total Environment*, 512513, 371-380, 2015.

SAK, P.B.; FISHER, D.M.; GARDNER, T.W.; MURPHY, K.; BRANTLEY, S.L. Rates of weathering rind formation on Costa Rican basalt. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Amsterdam, v. 68, n. 7, p. 1453-1472, apr. 2004.

SILVA, E.A.; PEREIRA, T.; COELHO, C.M.M.; ALMEIDA, J.A.; SCHMITT, C. Teor de Fitato e proteína em Grãos de Feijão em Função da Aplicação de Pó de Basalto. *Acta Sci. Agron. Maringá* 33 (1), 147-152, 2011.

SILVA, R.C., 2014. Intemperismo de minerais de um remineralizador. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, Campus de Piracicaba, USP, p. 184.

SILVEROL, A.C.; MACHADO FILHO, L. Utilização de pó de granito e manto de alteração de piroxenito para fertilização de solos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2: 703-707, 2007.

STRAATEN, P.V., 2007. *Agrogeology: the Use of Rocks for Crops*. Enviroquest, Cambridge, Ontario, Canada.

THEODORO, S.H. *et al.* Efeito do uso da técnica de rochagem e adubação orgânica em solos tropicais. In: *II Congresso Brasileiro de Rochagem*, 2013, Poços de Caldas. *Anais do II Congresso Brasileiro de Rochagem*. Visconde do Rio Branco/MG: SUPREMA, 2013. v. 1. p. 322-42

TOSCANI, R.; CAMPOS, J.E.C. Uso de pó de basalto e rocha fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados. *Geociências*, v. 36, p. 259, 2017.