

III-214 - ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PONTES E LACERDA – MT

Mayara Cristina Santos Marques⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestra em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT).

Geilson Xavier Rocha

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Maria Aparecida Pereira Pierangeli

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Adjunto da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT).

Nilton de Souza Santos

Graduando em Zootecnia pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Endereço⁽¹⁾: Rua Pedro Milão Sanches, 418 – Jardim Boa Vista – Pontes e Lacerda – MT – CEP: 78250-000 – Brasil – Tel: (69) 9 9676-1227 – e-mail: mayaracsmarques@gmail.com

RESUMO

O solo atua como um filtro para contaminantes, devido a suas características intrínsecas, porém essa capacidade é limitada podendo causar alterações na sua qualidade ambiental. Estudos indicam alterações químicas no solo em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos (ARSU), porém isso nem sempre ocorre. Assim, visto que a qualidade ambiental do solo varia conforme suas características, este trabalho buscou verificar se a disposição de resíduos sólidos do município de Pontes e Lacerda – MT, realizada de maneira inadequada, alterou a qualidade do solo local, analisando-se os atributos de fertilidade [pH, matéria orgânica (MO), fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, acidez potencial, capacidade de troca de cátions (T) e efetiva (t), porcentagem de saturação por bases (V) e porcentagem de saturação por alumínio (m)]. Para obtenção dos resultados foram coletadas amostras de solo na ARSU e em áreas de vegetação nativa no seu entorno, totalizando 20 amostras na profundidade 0-0,20 m. Como resultados, foram verificadas alterações nos atributos químicos, em especial, acidez ativa e potencial, estas que foram menores na ARSU, os teores de K foram elevados e estatisticamente maiores na ARSU, assim como altos teores de saturação por bases, estatisticamente maiores na ARSU.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrientes, Lixo urbano, Solo.

INTRODUÇÃO

As altas taxas de consumo e a crescente produção de resíduos estão entre os maiores problemas ambientais enfrentados pela humanidade (POLAZ & TEIXEIRA, 2009).

Com a intensificação do processo industrial, aliada ao crescimento da população e a consequente demanda por bens de consumo, o homem tem produzido quantidades cada vez maiores de resíduos sólidos, que acabam sendo constituídos de uma mistura muito complexa e de natureza diversa, tais como material orgânico, papel, vidro, plástico e metais (LEITE et al, 2004).

A geração total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2014 foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,9% em relação ao ano anterior, índice superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 0,9% (ABELPRE, 2015).

Um estudo realizado por Sisinho & Moreira (1996) indicaram que na área do aterro controlado do Morro do Céu havia contaminação microbiológica dos compartimentos ambientais estudados, além de uma baixa

contaminação por metais e elevada contaminação orgânica, contribuindo para um agravamento na degradação ambiental e um decréscimo na qualidade de vida dos moradores das proximidades.

No município de Pontes e Lacerda, a área utilizada para a destinação final de RSU é definida pelo poder público municipal como aterro controlado, porém, de acordo com as condições de operação, este pode ser classificado como um lixão, onde resíduos sólidos de origem diversa são lançados na área.

Dessa maneira, o presente trabalho buscou avaliar se a área de disposição de RSU do município de Pontes e Lacerda – MT causou alteração em atributos químicos do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O local amostrado foi a área de disposição final de resíduos sólidos urbanos (Figura 1) da cidade de Pontes e Lacerda - MT, localmente denominada de aterro controlado. A área, circundada de vegetação nativa, está localizada a aproximadamente 11 km do perímetro urbano, próxima às margens da Rodovia BR 174. No entorno, a aproximadamente 1 km localiza-se a Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Campus Pontes e Lacerda, o Presídio Municipal e a Mineração Aura Minerals.

Embora a área de disposição de RSU seja denominada de aterro controlado pelo poder público municipal, de acordo com suas condições de operação, a mesma mais se assemelha a um lixão, onde podem ser observados resíduos a céu aberto, presença de fogo, além da inexistência de controle de entrada e saída e, ainda, a presença de catadores no local.

Não se sabe ao certo a quantidade de resíduos depositados no local durante os anos de funcionamento, pois não é realizado esse controle, porém todo o RSU coletado pelo município tem como destino o aterro controlado, porque o município não dispõe de coleta seletiva. Assim, resíduos passíveis de reutilização e/ou reciclagem também tem como destino a área, indo de encontro ao estipulado na Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS. Onde a coleta de RSU é realizada por uma empresa terceirizada.

Dessa maneira, levando em consideração o valor per capita de coleta de RSU do estado de Mato Grosso que é de 0,853 kg/hab/dia (ABELPRE, 2015) e a população estimada do município, em 2016, de 43.538 habitantes, sendo 83,7% residente na área urbana (IBGE, 2016), atualmente, a área recebe, em média, 31 toneladas diárias de RSU.

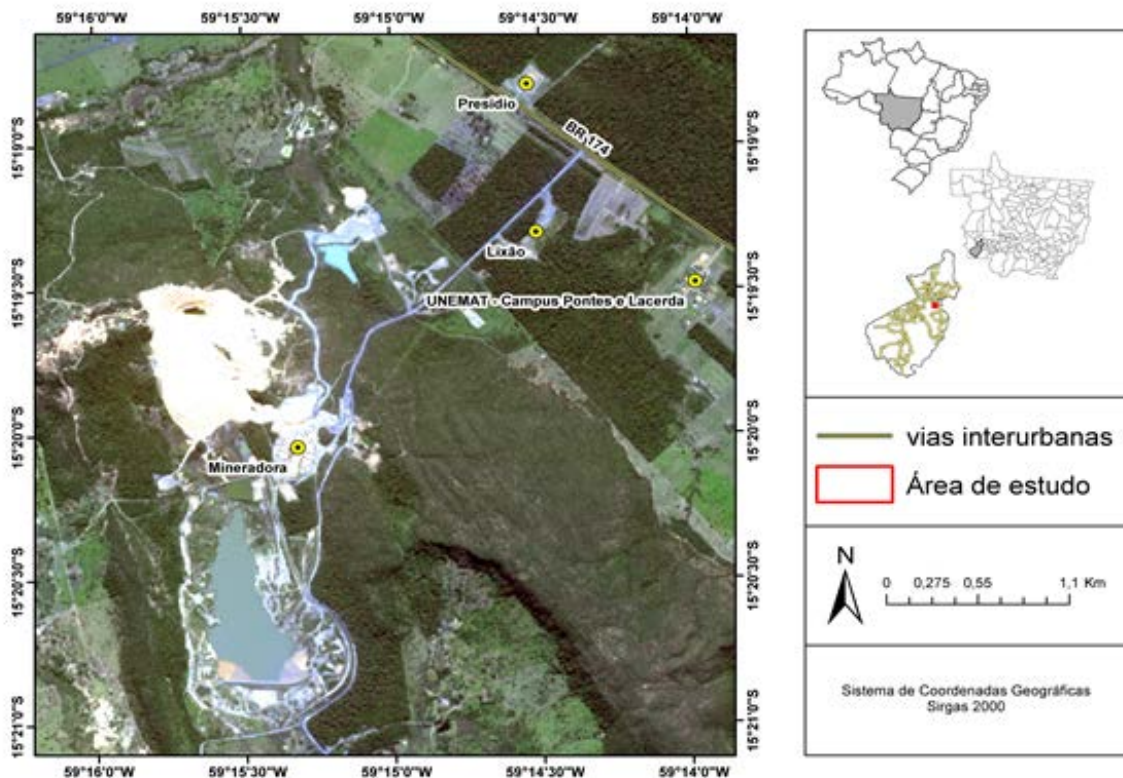


Figura 1: Localização do aterro controlado do município de Pontes e Lacerda – MT.

PROCEDIMENTO AMOSTRAL

Foram realizadas coletas em toda a ARSU do município de Pontes e Lacerda – MT. As coletas foram realizadas em linha (“transecto linear”) com pontos distanciados entre si em ± 10 metros, totalizando 15 amostras, as quais foram coletadas na profundidade de 0-0,20 m.

Ressalta-se que o denominado solo do depósito de resíduos sólidos é, na verdade, composto por uma mistura de materiais. Os RSU ao serem depositados e se decomporem são incorporados aos constituintes dos solos naturais passando, assim, a serem denominados de solos urbanos (ANICETO & HORBE, 2012) ou Tecnossolos (WRB, 2006).

Como matéria de referência foram coletadas amostras de solo em área de vegetação nativa, no entorno da área do lixão, na profundidade 0-0,20 m, totalizando 5 amostras. No total, foram coletadas 20 amostras para a realização de análises.

As amostras de solo foram coletadas com trado holandês, confeccionado em aço inox. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno, devidamente identificadas e seguiram para o laboratório. No Laboratório de Solos da UNEMAT /Campus de Pontes e Lacerda-MT as amostras de solos foram colocadas para secar ao ar e, posteriormente, foram destorroadas e peneiradas em peneiras de aço inox de 2 mm obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA) e acondicionadas em sacos de polietileno, lacrados com as devidas identificações e armazenados para análises posteriores.

PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Foram realizadas análises químicas para avaliação da fertilidade do solo (EMBRAPA, 2011): pH em água; P por colorimetria após extração com solução de Mehlich 1; K por espectrofotometria de emissão atômica após extração com solução de Mehlich 1; Ca^{2+} ; Mg^{2+} por espectrofotometria de absorção atômica, após extração

com solução de KCl 1 mol L⁻¹; Al³⁺ extração por KCl 1mol L⁻¹ e determinação por titulometria; acidez potencial (H+Al) por acetato de cálcio (0,5 mol.L-1) e determinação por titulometria e pelo pH SMP; matéria orgânica após extração por solução de dicromato de sódio em ácido sulfúrico e determinação por titulometria com sulfato ferroso amoniacal. A textura do solo foi determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 2011).

Os valores da soma de base (SB); capacidade de troca de cátions potencial (T); capacidade de troca de cátions efetiva (t); calculados em cmol_c dm⁻³ de TSFA, foram obtidos de acordo com as seguintes expressões: $SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$; $T = SB + (H + Al)$; $t = SB + Al^{3+}$; a porcentagem de saturação por base (V) foi calculada de acordo com a expressão: $V = (SB / T) \times 100$; a porcentagem de saturação por alumínio trocável (m) foi calculada de acordo com a expressão: $m = 100 \times Al^{3+} / t$.

As análises foram realizadas pelo laboratório da Escola Superior Luiz de Queiroz – ESALQ da Universidade de São Paulo – USP, em Piracicaba - SP.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizado o teste de hipótese, por meio de um teste t não pareado (BEASLEY, 2004), onde se adotou nível de significância de 5%. As análises foram realizadas com o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados para os atributos químicos do solo para a área estudada são apresentados na Tabela 1. A acidez ativa (pH) diminuiu na ARSU quando comparadas à nativa (Tabela 1). Menor valor de pH na área de vegetação nativa pode ser devido a mineralização da matéria orgânica e exsudatos ácidos liberados pelas raízes das plantas podem também contribuir para aumentar a acidez do solo (BARRETO et al., 2006). Ainda, segundo Celere et al. (2007), solos com alto teor de matéria orgânica tendem a ser mais ácidos, devido à formação dos ácidos orgânicos decorrentes da biodegradação de materiais orgânicos.

Tabela 1: Teores médios de atributos químicos do solo da área ativa de disposição final de RSU e de vegetação nativa na cidade de Pontes e Lacerda - MT.

Atributos	Área Nativa	ARSU
pH H ₂ O	5,7a	6,45b
pH CaCl ₂	4,64a	5,67b
MO (g kg ⁻¹)	22,96a	12,63b
P (mg dm ⁻³)	5,4a	38,45a
K ⁺ (mg dm ⁻³)	68,4a	293,53b
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,38a	3,29a
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,06a	0,87a
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2a	0,03a
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	3,4a	1,07b
SB ¹ (cmol _c dm ⁻³)	3,6a	4,91a
t ² (cmol _c dm ⁻³)	3,81a	4,94a
T ³ (cmol _c dm ⁻³)	7a	5,97a
V ⁴ (%)	49a	80b
m ⁵ (%)	7a	1a

¹SB = soma de bases; ²t = capacidade de troca catiônica efetiva; ³T = capacidade de troca catiônica potencial; ⁴V = saturação por bases; ⁵m = saturação por alumínio; (ab) médias seguidas da mesma letra minúscula em linhas não diferem pelo Teste t ao nível de 5% de significância.

Ainda, devido a presença constante de fogo na área ativa de disposição final de RSU, há a possibilidade das cinzas produzidas elevarem o pH na área, se comparados à área nativa. Nesse sentido, Trazzi (2014) citou que o uso de resíduos orgânicos carbonizados vem sendo resgatado e avaliado como alternativa para melhorar a fertilidade do solo, um exemplo são os estudos recentes sobre o biocarvão ou biochar, que quando aplicado no solo, pode proporcionar aumento do pH (RONDON et al., 2006). Ressaltando claro, as diferenças entre os materiais carbonizados e as cinzas.

Foram observadas diferenças estatísticas para a acidez potencial (H+Al) (Tabela 5), tanto pelo método do acetato de cálcio quanto pelo método do pH SMP, onde verificou-se um aumento da mesma na área de vegetação nativa, no entorno da área de disposição dos RSU. Tal fato, está relacionado à maior acidez ativa na área de vegetação nativa, haja vista que nos solos tropicais quanto menor o pH, maior é a quantidade de H⁺ retido nos colóides do solo. Quanto ao resultado na área ativa, Pavinato & Rosolem (2008) explicaram que devido a complexação dos H⁺ e Al³⁺ livres com compostos orgânicos aniônicos dos resíduos e do aumento da saturação da CTC do solo pelos Ca, Mg e K adicionados, reduz-se a acidez potencial.

Não foram observadas diferenças estatísticas entre as áreas para os teores de P, porém, conforme pode ser observado na Tabela 1, os teores de P encontram-se altos na ARSU (SOUZA & LOBATO, 2004). Vale salientar que os teores elevados de P disponível na ARSU corroboram os resultados de OLIVEIRA et al. (2016). Os últimos autores atribuem os altos teores de P ao fato da disposição de resíduos sem nenhum tratamento, em especial materiais orgânicos e detergentes. Porém, na área os teores também podem ser atribuídos ao lançamento de lodo proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE do município.

Os teores de K foram elevados e estatisticamente maiores na ARSU (Tabela 1). Os resultados de K e Ca^{2+} da área nativa são semelhantes aos encontrados por Pierangeli et al. (2009) na mesma região, os autores destacam que esses valores podem ser em virtude da área de estudo estar localizada na depressão do Guaporé, rica em rochas do grupo das sericitas e feldspatos potássicos e cálcicos.

Em relação à ARSU, houve um grande incremento na concentração de K, isso se deve provavelmente ao lançamento de resíduos sólidos, ricos em K, sem nenhum controle na área. Maiores teores de K na ARSU pode ser, também, devido à decomposição do material orgânico depositado, a qual libera prontamente o K presente nos constituintes orgânicos, haja vista que o mesmo não faz parte de nenhuma molécula orgânica conhecida. O K está presente em altas concentrações no composto de lixo (MELO et al., 1997).

Para os atributos soma de bases (SB) e saturação por bases (V) (Tabela 5), os resultados vão de encontro aos obtidos por Oliveira et al. (2016) e Alcântara et al. (2011). No presente estudo foram obtidos teores médios de V na área de vegetação nativa e altos teores na área ativa de disposição dos RSU. Maiores valores de V na área ativa de deposição dos RSU se deve, em grande parte, aos altos teores de K (Tabela 5), o qual ocupa cerca de 13 % da CTC total do solo.

Foram obtidos altos teores de saturação por base (V), estatisticamente maiores na ARSU (Tabela 1). Segundo Matias & Costa (2012), isto é preocupante, visto que demonstra que a quantidade de cátions saturando as cargas negativas é alta, dessa maneira, caso ocorra uma adição de metais, no caso da disposição de RSU, por exemplo, pode haver diminuição na retenção dos mesmos.

Os valores de saturação por alumínio (m) não foram estatisticamente diferentes entre as áreas e apresentaram-se baixos, corroborando estudo anterior (PIERANGELI et al., 2009) em solos da região. Esses baixos teores de Al^{3+} ocorrem devido ao pH do solo se encontrar acima de 5,5, valor em que o Al presente no solo se precipita como $\text{Al}(\text{OH})_3$, não estando presente na forma iônica, trocável.

Os teores de matéria orgânica foram estatisticamente maiores na área nativa (Tabela 1), em virtude de esta possuir vegetação natural, apesar da significativa parcela de resíduos sólidos urbanos composta por matéria orgânica, cerca de 50% do total de resíduos sólidos (IPEA, 2012), dispostos diariamente na ARSU. Esse resultado também foi encontrado por Alcântara et al. (2011) e Medeiros et al. (2008). Fato que pode ser explicado, pois a movimentação e o revolvimento do solo para escavação e aterramento provavelmente está reduzindo a proteção física da matéria orgânica do solo (OLIVEIRA & JUCÁ, 2004) e ainda, segundo Alcântara et al. (2011), o revolvimento do solo favorece a decomposição de matéria orgânica, onde os RSU são constituídos de materiais orgânicos de mais fácil decomposição (restos de alimentos, sobras de frutas e legumes, entre outros) (TEIXEIRA et al., 2000). Menores teores de matéria orgânica na área ativa ser explicado também devido a camada de solo que é revolvido e misturada aos resíduos sólidos.

Não foram observadas diferenças estatísticas para a capacidade de troca de cátions potencial (T) entre as áreas (Tabela 5). Canellas et al (1999) relataram que a contribuição da matéria orgânica na CTC total dos solos tropicais é tanto maior quanto menor for a contribuição da fração mineral. Observa-se que a CTC (T) foi maior na área nativa, porém, não foram observadas diferenças estatísticas (Tabela 5), fato que pode ter ocorrido devido ao maior teor de matéria orgânica na área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram verificadas alterações nos atributos químicos na ARSU, em especial, acidez ativa e potencial, na saturação por bases e K.

Os resultados apresentados para os atributos químicos, como o aumento nos teores de nutrientes, reforça a importância da realização de separação das diversas frações de materiais presentes nos RSU, onde, por exemplo, a matéria orgânica pode receber tratamento através de compostagem e posterior uso agrícola possibilitando a ciclagem de nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil- 2014. São Paulo: Abrelpe, 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em 26 de agosto de 2016.
2. ALCÂNTARA, A.J.O.; PIERANGELI, M.A.P.; SOUZA, C.A.; SOUZA, J.B. Teores de As, Cd, Pb, Cr e Ni e atributos de fertilidade de Argissolo Amarelo distrófico usado como lixão no município de Cáceres, estado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geociências*, v.41, n.3, p.539-548. 2011.
3. ANICETO, K. C. P.; HORBE, A. M. C. Solos urbanos formados pelo acúmulo de resíduos em Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 42, n. 1, p. 135-148, 2012.
4. BARRETO, A.C.; LIMA, F.H.S.; FREIRE, M.B.G.S.; FREIRE, F.J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. *Revista Caatinga*, v.19, n.4, p.415-425. 2006.
5. CANELLAS, L.P., SANTOS, G.A.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. Reações da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds). *Fundamentos da Matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais*. Genesis, Porto Alegre, p. 69-89.1999.
6. CELERE, M. S.; OLIVEIRA, A. S.; TREVILATO, T. M. B.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, abr. 2007.
7. EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Manual e métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. p. 230.
8. IPEA - Instituto De Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos - relatório de pesquisa. 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf. Acesso em: agosto 2016.
9. LEITE, C.M.B.; BERNARDES, R.S.O.; SEBASTIÃO, A. Método Walkley-Black na determinação da matéria orgânica em solos contaminados por chorume. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2004.
10. MATIAS, D. N.; COSTA, W. Chemistry study of some points of soil surface the Botuquara controlled garbage. *Ambiência Guarapuava (PR)* v.8 n.1 p. 85 - 99 Jan./Abr. 2012.
11. MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; SIMONETTI, F.D.; BATISTA, G.; MONTEIRO, T.; CAMARGO, V.; SANTOS, L.F.S.; RIBEIRO, L.F.M. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no estado de São Paulo. *Engenharia Ambiental*, v.5, n.2, p.169-186. 2008.
12. MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais (Compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Anais. Rio de Janeiro: Embrapa; SBCS, 1997.
13. OLIVEIRA, F.S.J.; JUCÁ, F.T.J.; Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. *Eng Sanit Ambient.*, v. 9, n. 3, p. 211 – 217, jul/set. 2004.
14. OLIVEIRA, B. O. S.; TUCCI, C. A. F.; NEVES JR, A. F.; SANTOS, A. A. Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. *Revista Eng. Sanit. Ambient.* vol.21 no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2016 Epub Aug 11, 2016.
15. PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 32, n. 3, p. 911-920, 2008.
16. PIERANGELI, M. A. P., EGUCHI, E. S., RUPPIN, R. F., COSTA, R. B. F., & VIEIRA, D. F. Teores de As, Pb, Cd e Hg e fertilidade de solos da região do Vale do Alto Guaporé, sudoeste do Estado de Mato Grosso. *Acta Amazonica*, 39(1), 61–69. 2009.
17. POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B.A.N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). *Eng. Sanit. Ambient.* vol.14 no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522009000300015. Acesso em julho de 2016.
18. RONDON, M. A.; LEHMANN, J.; RAMÍREZ, J.; HURTADO, M. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology Fertility Soils*, v. 43, p. 699-708, 2006.
19. SISINNO, C.L.S., MOREIRA, J. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cad Saúde Pública* 1996; 12:515-23.

20. SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004.
21. TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R.F. de; FURLAN JUNIOR, J.; CRUZ, E. de S.; GERMANO, V.L.C. Compostagem de lixo orgânico urbano no município de Barcarena, Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 25p.
22. TRAZZI, P. A. Uso do biocarvão na produção de mudas e no crescimento inicial de *Pinus taeda L.* Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba. 2017.
23. WRB. World reference base for soil resources. 2 ed. World soil resources report, FAO, 2007, n 103.