

EFEITOS DA ÁGUA RESIDUÁRIA DO CAFÉ NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO RADICULAR E NAS PROPRIEDADES DO SOLO

Augusto César Santos Oliveira¹, Thalita Sousa Silva¹, Natiélia Oliveira Nogueira², Benvindo Sirtoli Gardiman Junior², Tatiana da Silva Souza¹

¹Universidade Federal do Espírito Santos, Alto Universitário, S/N, Guararema, 29500-000, Alegre-ES, Brasil, augusto.acso@gmail.com, talitassilva72@hotmail.com, tatianas.souza@hotmail.com

²Instituto Federal do Espírito Santo, Avenida 7 de novembro, 40, Centro – 29395-000, Ibatiba-ES, Brasil, benvindo.gardiman@ifes.edu.br, natielia.nogueira@ifes.edu.br

Resumo

O trabalho teve como objetivo averiguar o efeito fitotóxico de diferentes concentrações da água residuária do café (ARC) (100%; 75%; 50%; 25% e 12,5%), bem como de solo contaminado com este efluente. Foram utilizados os modelos vegetais *Allium cepa* e *Zea mays* e avaliado a porcentagem de germinação e o crescimento radicular. Ainda, foi realizada a caracterização físico-química do solo tratado com o efluente. Os dados foram submetidos à ANOVA seguida do teste Tukey. Os dados que não atenderam os pressupostos para a análise paramétrica foram comparados por meio do teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Dunn. Todos os testes no nível de significância de 5%. A ARC apresentou potencial fitotóxico nos dois modelos vegetais. As três maiores concentrações do efluente (100; 75 e 50%) inibiram a germinação e o desenvolvimento das raízes. O solo tratado com 100% e 75% também reduziu a germinação e o crescimento radicular. Além do efeito fitotóxico foi possível observar alterações nas características físico-químicas do solo.

Palavras-chave: efluente. fitotoxicidade. *Allium cepa*. *Zea mays*

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma- Agronomia

Introdução

A água residuária do café (ARC) é um efluente oriundo do beneficiamento por via úmida dos frutos pós colheita. O beneficiamento consiste na lavagem e retirada da casca dos frutos por meio de cilindros descascadores, podendo ou não ser seguido da desmucilagem (Rezende *et al.*, 2016; Gardiman Junior *et al.*, 2019). Esse processo consome uma grande quantidade de água em todas as etapas. Estima-se o consumo de 4 litros de água por litro de fruto processado. Em instalações de beneficiamento mais precárias a quantidade de água consumida pode chegar a 15 mil litros por tonelada de café beneficiado (Rattan *et al.*, 2015). Consequentemente é gerado um grande volume de efluente. Segundo dados da Companhia Brasileira de Abastecimento (CONAB) foi gerado 20,2 bilhão de litros no ano de 2018.

Além do grande volume gerado, a ARC apresenta características físico-químicas que enquadra a atividade de despulpamento/descascamento de café por via úmida como potencialmente poluidora em nível alto (IDAF, 2017). Mesmo sendo classificada como altamente poluidora, é recomendado pela legislação o lançamento da ARC em solo, seja por meio de fertirrigação ou escoamento superficial (IDAF, 2014). Portanto, conhecer o potencial tóxico desse efluente é extremamente importante, uma vez que auxilia na tomada de decisão para o seu descarte correto. Desta forma a caracterização do efluente e a análise primária da toxicidade da ARC são fundamentais para a avaliação do perigo inerente à sua disposição. Além disso, é necessário investigar as possíveis alterações nas propriedades físico-químicas do solo e os efeitos biológicos de solos tratados com ARC.

Para tanto, ensaios com vegetais superiores são de suma importância visto que há espécies de interesse comercial particularmente suscetíveis à ação de poluentes ambientais mesmo quando encontrados em baixas concentrações. Nesse contexto, destaca-se o ensaio de fitotoxicidade com *Allium cepa* L. e *Zea mays* L., ambas as espécies bioindicadoras cujas respostas apresentam boas correlações com outros modelos e sistemas-teste (OECD, 2006; Leme e Marim-Morales, 2009).

Este estudo busca avaliar o efeito fitotóxico da ARC em *Z. mays* e *A. cepa*, por meio da avaliação da germinação e do crescimento radicular. Além de avaliar as possíveis alterações nas características físico-químicas do solo e a sua toxicidade nos dois modelos vegetais.

Metodologia

O efluente oriundo do processamento do café por via úmida foi cedido por uma propriedade rural localizada no município de Ibatiba, interior do estado do Espírito Santo. O efluente foi armazenado em frascos plásticos e mantido sob refrigeração até a realização das análises físico-químicas.

A análise físico-química do efluente seguiu de acordo com os parâmetros determinados na NBR 9898/87. Para os ensaios com os modelos vegetais foram utilizados o efluente bruto (100%) e diluições com água destilada obtendo as concentrações de 75%; 50%; 25% e 12,5%.

Amostras de solos, de textura argilosa, que nunca receberam o lançamento da ARC foram coletas a uma profundidade de 0 a 0,40 metros em pontos aleatórios. O solo foi seco, destorroado e passado em peneira de 4 mm. A caracterização do solo foi realizada no Laboratório de Solos do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Ibatiba, seguindo a metodologia estabelecida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2017).

Para determinar as alterações nas propriedades do solo proporcionadas pela aplicação da ARC em laboratório, o experimento foi montado com 3 frascos contendo 200 gramas de solo em cada tratamento. Em cada frasco foi aplicado 60% da capacidade de retenção de água (CRA) com diferentes concentrações da ARC. As análises foram realizadas após 30 dias de exposição. O cálculo da CRA seguiu Niva e Brown (2019).

Sementes de *Z. mays* (variedade Itapuã 700) e de *A. cepa* (variedade Baia Periforme) foram adquiridas junto a Isla® Sementes.

Os experimentos foram montados em Delineamento Inteiramente Casualizado, contendo 5 placas de Petri por tratamento. Em cada placa, trinta sementes de cada modelo vegetal foram expostas diretamente às diferentes concentrações da ARC. Paralelamente, 15 sementes de milho foram dispostas em placa de Petri contendo 60 gramas de solo tratado, enquanto 30 sementes de cebola foram utilizadas em cada placa de Petri contendo 40 gramas de solo. Como controle negativo foi utilizado água destilada.

Para determinar a quantidade de efluente a ser aplicado no solo para a análise de germinação e crescimento radicular dos modelos vegetais foi levado em consideração a CRA, calculado segundo Niva e Brown (2019). A CRA foi ajustada para 70% nos ensaios com *A. cepa* e 80% para os ensaios com *Z. mays*.

As placas foram mantidas por 96h em condições ambientais. Ao fim desse período foi avaliado a porcentagem de germinação, por meio da contagem das sementes com protrusão de raiz, dividido pelo número total de sementes expostas. Para a análise do crescimento radicular, realizou-se a medição das raízes com o auxílio de um paquímetro digital (mm).

Resultados

Os resultados da caracterização físico-química da água residuária do café utilizada nos experimentos são apresentados na Tabela 1. Os valores encontrados na ARC indicam que é um efluente ácido e rico em matéria orgânica.

Tabela 1- Caracterização físico-química da água residuária do café

VARIÁVEL	UNIDADE	VALORES MÉDIOS
pH	----	3,92±0,084
OD	mg L ⁻¹	5,75±0,07
CE	ms cm ⁻¹	3,89±0,14
DQO	mg L ⁻¹	8.362,79±40,33
Pt	mg L ⁻¹	64,31±23,58
Nt	mg L ⁻¹	293,03±42,54
SÓLIDOS		
ST	g L ⁻¹	96,66±27,64
SST	g L ⁻¹	9,05±2,02
SDT	g L ⁻¹	2,38±0,55

OD: Oxigênio dissolvido; CE: Condutividade elétrica; DQO: Demanda química de oxigênio; Pt: Fósforo total; Nt: Nitrogênio total; ST: Sólidos totais; SST: Sólidos solúveis totais; SDT: Sólidos dissolvidos totais.

Fonte: os autores

No que diz respeito às alterações nas propriedades do solo, a aplicação de diferentes concentrações da ARC afetou significativamente os valores de pH, potássio, cálcio, acidez total (H+Al), soma de bases (SB) e das capacidades de troca catiônica total (T) e efetiva (t) (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização físico-química do solo após aplicação da ARC

Determinações	Tratamentos					
	100%	75%	50%	25%	12,5%	CN
pH (H ₂ O)	6,51±0,08a	6,29±0,06b	6,11±0,05bc	5,92±0,1cd	5,78±0,07de	5,54±0,02e
P (mg dm ³)	2,96±0,41a	2,84±0,11a	5,26±4,41a	3,2±0,71a	2,86±0,13a	2,96±0,28a
K (mg dm ³)	558,33±17,55a	456,66±11,54b	410±5c	355±5d	345±8,66d	305±8,66e
Ca (cmolc dm ³)	67,18±1,44c	69,27±0,95abc	68,01±0,72bc	68,85±1,25abc	70,72±1,07ab	71,35±0a
Mg (cmolc dm ³)	1,11±0,032a	1,11±0a	1,09±0,03a	1,09±0,03a	1,12±0,02a	1,05±0,02a
Al (cmolc dm ³)	0,03±0,02a	0,023±0,02a	0,023±0,01a	0,02±0,01a	0,03±0,02a	0,046±0,01a
H+Al (cmolc dm ³)	1,54±0,19b	1,66±0,06ab	1,58±0,09b	1,62±0,02ab	1,63±0,05ab	1,98±0,25a
SB (cmolc dm ³)	69,73±1,42c	71,53±0,09abc	70,15±0,72bc	70,85±1,25abc	72,73±1,07ab	73,18±0,03a
T (cmolc dm ³)	69,77±1,42c	71,56±0,94abc	70,18±0,72bc	70,87±1,25abc	72,76±1,07ab	73,22±0,03c
t (cmolc dm ³)	71,27±1,51c	73,2±0,98 abc	71,74±0,82bc	72,47±1,24abc	74,36±1,09ab	75,16±0,22a
M (%)	0,05±0,03a	0,03±0,02a	0,03±0,02a	0,03±0,01a	0,04±0,03a	0,06±0,01a
V (%)	97,84±0,025a	97,72±0,05a	97,79±0,11a	97,76±0,06a	97,8±0,07a	97,36±0,33a
MO (Dag kg ¹)	1,33±0,09a	1,37±0,07a	1,3±0,16a	1,11±0,09a	1,25±0,23a	1,11±0,02a
P-rem (mg L ¹)	19,98±1,27a	20,59±0,6a	20,81±1,62a	20,35±0,34a	20,17±0,23a	20,16±0,48a

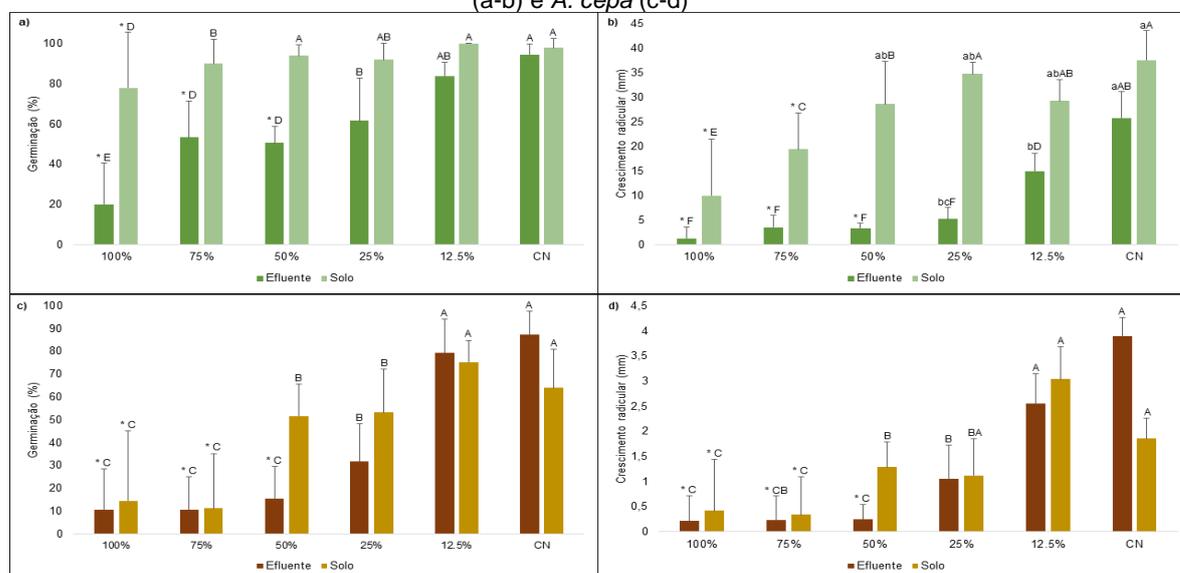
P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H+Al: Acidez total; SM: Soma de bases; t: Capacidade de troca catiônica efetiva; T: Capacidade de troca catiônica total; m: Índice de saturação por Alumínio; V: Índice de saturação de bases; MO: Matéria Orgânica; P-rem: Fósforo remanescente.

Média ± Desvio padrão seguidas por letras diferentes, diferem estatisticamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Fonte: os autores.

A ARC a 100%, 75%, 50% inibiu a germinação de *Z. mays* e *A. cepa* (Figura 1a e 1c) em relação ao controle negativo. A redução máxima da germinação foi de 78,87% e 87,9% para *Z. mays* e *A. cepa*, respectivamente. As mesmas concentrações diminuíram o crescimento radicular em *Z. mays*, e em *A. cepa* (Figura 1b e 1d), tendo uma redução máxima de 95,15% para *Z. mays* e 94,35% para *A. cepa* em relação ao controle negativo.

Figura 1 – Efeitos fitotóxicos da ARC e do solo contaminado na germinação e crescimento radicular de *Z. mays* (a-b) e *A. cepa* (c-d)



Letras comparam solo e efluente entre si, sendo que letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). O símbolo * indica diferenças significativas entre as concentrações e o controle dentro de cada grupo (solo e efluente) pelo teste de Dunn ($p > 0,05$).

Fonte: os autores

O solo tratado com ARC na maior concentração afetou a germinação em *Z. mays*, reduzindo em 20,40% comparado ao controle negativo (Figura 1a). Em *A. cepa* o solo tratado com 100% e 75% reduziram a germinação (Figura 1c), onde a redução máxima chegou a 82,64%. Por fim, o solo tratado com as maiores concentrações, reduziu o crescimento das raízes de ambos os modelos (Figura 1b e 1d). Observa-se que o efluente em contato direto com as sementes apresenta o potencial fitotóxico maior quando comparado ao solo contaminado.

Discussão

A análise físico-química da ARC revelou que o efluente apresenta característica ácida, devido ao valor de pH encontrado (3,92) e é rico em matéria orgânica, devido aos altos valores de sólidos encontrados. Esse padrão da ARC já é bem reconhecido, uma vez que Rattan *et al.* (2015); Emerick *et al.*, (2021) e Gardiman Junior *et al.* (2022) encontraram valores semelhantes.

A aplicação da ARC no solo gerou alterações nas características do solo, onde o aumento do pH observado indica que houve conversão de íons H⁺ em água e dióxido de carbono (CO₂) (Garcia *et al.*, 2008). Garcia *et al.* (2008) e Lo Monaco *et al.* (2009) também notaram o aumento do pH do solo com a aplicação da ARC. O aumento do pH pode ser explicado pela característica da ARC, Sediya *et al.* (2000) e Aragão *et al.* (2024) apontam que elevados valores de sólidos e matéria orgânica, tem a capacidade de aumentar o pH do solo. O aumento do pH favorece a adsorção de cátions pelo solo o que explicaria a diminuição da acidez total (Oliveira *et al.* 2002 e Garcia *et al.*, 2008). É possível observar o aumento da concentração de potássio com o aumento das concentrações da ARC, esse aumento se deve a alta concentração no efluente (Emerick *et al.*, 2021; Gardiman Junior *et al.*, 2022). O lançamento da ARC ou seu uso por meio da fertirrigação deve ser monitorado, pois podem proporcionar a contaminação do solo e do lençol freático.

A atividade fitotóxica da ARC e do solo contaminado com o efluente, pode ser explicado pelas características do efluente e das alterações que o efluente causou no solo. O baixo pH e o excesso de sólidos presentes na ARC podem causar a salinidade do solo, diminuindo a taxa de respiração que é um fator primordial para a qualidade e fertilidade do solo (Corwin e Yemoto, 2020). Chen *et al.* (2023) apontam que a faixa ideal de pH do solo para um bom desenvolvimento das culturas é menor que 6, foi possível observar que a aplicação da ARC aumentou o pH acima de 6, o que poderia explicar o efeito tóxico na germinação e no crescimento das raízes de *A. cepa* e *Z. mays*. As características da ARC podem ocasionar um desequilíbrio osmótico, dificultando a absorção de nutrientes e água pelas plantas, sendo um dos fatores que podem inibir o desenvolvimento inicial das plantas (Espan *et al.*, 1997; Aguiar *et al.*, 2016). No geral, observa-se que a porcentagem de germinação e o comprimento das raízes foram maiores em ambas as espécies expostas ao solo quando comparada com a exposição direta no efluente, exceto pela germinação em *A. cepa*, onde tanto solo quanto efluente apresentou mesmo padrão.

Essa redução da fitotoxicidade do solo comparado com o efluente, pode ser explicado pela biodisponibilidade da ARC nessa matriz. Hechmi *et al.* (2020) apontam que diversos aspectos influenciam na biodisponibilidade de substâncias para a planta. Parâmetros como textura e pH são os que mais influenciam, devido a suas capacidades de movimentação de metais (Miranda *et al.*, 2018). Além disso, solos argilosos apresentam cargas negativas, controlando substâncias através da adsorção (Sheoran *et al.*, 2018; Hamdi *et al.*, 2019). Portanto, as características do solo influenciam na biodisponibilidade da ARC, reduzindo o efeito fitotóxico em *Z. mays* e *A. cepa*.

Pouco se sabe sobre os efeitos do solo contaminado com ARC e suas possíveis alterações no solo. Embora estudos anteriores, como os de Aguiar *et al.* (2016), Pires *et al.* (2019) e Ahmed *et al.* (2021), tenham descrito o efeito fitotóxico da ARC em modelos vegetais, como *A. cepa* e *Eichhornia crassipes*, há uma lacuna significativa no conhecimento relacionado ao impacto direto da ARC sobre o solo.

Conclusão

Neste estudo, foi possível observar o impacto fitotóxico tanto da água residuária do café (ARC) quanto do solo contaminado por esse efluente. Esse efeito é atribuído às características específicas da ARC, que resultaram em alterações nas propriedades do solo, além de uma redução significativa na germinação e no crescimento radicular de *A. cepa* e *Z. mays*. Embora a aplicação da ARC no solo, por meio da fertirrigação, seja uma prática recomendada, os resultados deste estudo ressaltam a

necessidade de monitoramento para avaliar os possíveis impactos ambientais. A escassez de informações sobre as alterações físico-químicas e o potencial fitotóxico do solo contaminado com esse efluente destaca a importância de pesquisas adicionais nessa área, como o presente estudo.

Referências

Aguiar, L. L.; Andrade-Vieira, L. F.; David, J. A. O. Evolution of the toxic potential of coffee waster on seeds, roots and meristemic cells of *Lactuca sativa* L. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 133, p. 366-372, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.07.019>

Ahmed, H. M.; Abdullah, S. R. S.; Hasan, H. A.; Othman, A. R.; Ismail, N. I.; Kurniawan, S. B. Phytotoxicity of coffee wastewater to water hyacinth as prior step to phytotreatment assessment: influence of concentration and amount of plant biomass. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 20, p. 1543-1554. 2021.

Aragão, F.B., Galter, I.N., Grecco, K.D. et al. Toxic risk evaluation of effluents from a swine biodigester in the plant models *Lactuca sativa* and *Allium cepa*. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 196, p. 64. 2024. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12173-x>

Chen, C.; Wang, K.; Cai, P.; Dai, Z. Biochar application to reduce CO₂ emissions from farmland and increase crop yields: a 22-year study based on big data analysis and ideal scenario modeling. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, p. 83319-83329. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28256-8>.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café**. Brasília: Conab, v. 9, 2022.

Corwin, D. L.; Yemoto, K. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. **Soil Science Society of America Journal**, v. 84, p. 1442-1461. 2020. <https://doi.org/10.1002/saj2.20154>.

Emerick, M. B. D.; Barbosa, R. A.; Moreli, A. P.; Soares, S. F.; Reis, E. F. Aproveitamento da água do processamento dos frutos de café na fertirrigação de *Brachiaria mutica*. **Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 9, p. 423-429. 2021. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i4.10919>.

Espen, L.; Priovano, L.; Cocucci, S. M. Effect of Ni²⁺ during the early phases of radish (*Raphanus sativa*) seed germination. **Environmental Exp. Botanic.**, v. 38, p. 87-197.

Garcia, G. O.; Ferreira, P. A.; Matos, A. T.; Ruiz, H. A.; Filho, S. M. **Engenharia na Agricultura**, v. 16, p. 416-427. 2008. <https://doi.org/10.13083/1414-3984.v16n04a05>.

Gardiman Junior, B. S.; Garcia, G. O.; Reis, E. F. Avaliação da taxa de remoção e custo do tratamento da água residuária do café por um sistema eletrolítico. *Revista em agronegócio e meio ambiente*, v. 12, p. 1019-1041, 2019. Disponível: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6490>.

Gardiman Junior, B. S.; Guimarães, D.; Freitas, W. S.; Reis, E. F.; Garcia, G. O. Treatment of Coffee Wastewater with recirculation: optimization and validation. **Internation Journal of Environmental Science and Technology**, v. 19, p. 3963-397. 2022. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03340-z>.

Hamdi, H.; Hechmi, S.; Khelil, M. N.; Zoghliami, R. I. Benzarti, S.; Mokni-Tilili, S.; Hassen, A.; Jedidi, N. Repetitive land application of urban sewage sludge: Effect of amendment rates and soil texture on fertility and degradation parameters. **Catena**, v. 172, p. 11-20. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018>.

Hechmi, S.; Hamdi, H.; et al. Impact of urban sewage sludge on soil physicol-chemical properties and phytotoxicity as influenced by soil texture and reuse conditions. **Journal of Environmental Quality**, v. 49, p. 973-986. 2020. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20093>.

IDAF. INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO. **Instrução normativa nº 20 de 20 de outubro 2014**. 2014.

IDAF. INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO. **Instrução Normativa nº 011, de 11 de julho de 2017**. 2017.

Leme, D. M.; Marin-Morales, M. A.. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research**, v. 682, p. 71 – 81, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2009.06.002>.

Lo Monaco, P. A.; Matos, A. T.; Martinez, H. E. P.; Ferreira, P. A.; Ramos, M. M. Características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavame e descasamento de seus frutos. **Irriga**, v. 14, p. 348-364, 2009. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2009v014n3p348-364>.

Miranda, A. R. M.; Antunes, J. E. L.; Araujo, F. F.; Melo, V. M. M.; Bezerra, W. M.; van de Brink, P. J.; Araujo, A. S. F. Less abundant bacterial groups are more affected than the most abundant group in composted tannery sludge-treated soil. **Scientifica Reports**, v. 8, 11755. 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30292-1>.

Niva, C. C.; Brown, G. G. **Ecotoxicologia terrestre: métodos e aplicações dos ensaios com oligoquetas**. Brasília, DF: Embrapa, p. 258, 2019.

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. *Test Guideline 208. Guideline for Testing of Chemicals. Terrestrial Plant Test: seedling emergence and Seedling Growth Test*. 2006.

Oliveira, F. C.; Matiazzo, M. E.; Marciano, C. R.; Rosseto, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana de açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 26, p. 505-519. 2002.

Pires J. F.; Schwan, R. F.; Ferreira Silva, J. Assessing the efficiency in assisted depuration of coffee processing wastewater from mixed wild microbial selected inoculum. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191. 2019 <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7398-z>.

Rattan, S.; Parande, A. K.; Nagaraju, V. D. et al. A comprehensive review on utilization of wastewater from coffee processing. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 6461–6472, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4079-5>.

Rezende, J. E. Série tecnológica cafeicultura. Preparo do Café: via seca e via úmida. **Emater-MG**, 2016.

Sedyama, M. A. N.; Garcia, N. C. P.; Vidigal, S. M.; Matos, A. D. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, v. 54, p.185-186, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000100030>.

Sheoran, H. S.; Phogat, V. K.; Dahiya, R.; Gera, R. Long term effect of farming prattices on microbial biomass carbono, enzyme activies and microbial population in diferente textured soils. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 16, p. 3669-3689, 2018. https://doi.org/10.15666/aeer/1603_3669368.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – (FAPES).