



PARÂMETROS AMBIENTAIS DE AMOSTRAS DE LIXIVIADO DE SOLOS E AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO

Palavras-Chave: Solo, Resíduos de fundição, Fitotoxicidade

Autores:

VÍTOR EMANUEL GONÇALVES DOMINGUES, FT-UNICAMP
PROF^a DR^a GISLEIVA C. S. FERREIRA (ORIENTADORA), FT-UNICAMP
DR^a LUCIENE G. FERRARI DOMINGUES (CO-ORIENTADORA), FT-UNICAMP
PROF^a DR^a MARTA SIVIERO G. PIRES (CO-ORIENTADORA), FT-UNICAMP

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento global da industrialização e do desenvolvimento tecnológico, apresenta-se também um aumento proporcional de resíduos sólidos industriais. Entre estes, é possível ressaltar os resíduos oriundos dos processos de fundição de peças metálicas, entre os quais se destaca a areia descartada de fundição (ADF). Tendo em vista a proporção de geração deste resíduo em escala nacional e global, faz-se pertinente o estudo de parâmetros ambientais de diferentes tipos de ADF a fim de verificar a viabilidade do uso deste resíduo no setor da construção civil (materiais cimentícios, obras geotécnicas e de pavimentação).

Entretanto, para viabilizar tais aplicações, ainda são necessários estudos para avaliar possíveis contaminações (água e solo), considerando a lixiviação destas misturas para o solo e mananciais. Uma das maneiras de obter parâmetros relacionados aos impactos ambientais é determinar a toxicidade, o que pode ocorrer através de análises de fitotoxicidade. Há alguns estudos sobre a determinação desse parâmetro com sementes de *Eruca sativa* (rúcula) e *Lactuca sativa* (alface) (MORDECHAY *et al.*, 2022; NIVA e BROWN, 2019) de amostras isoladas de solo e de ADF, entretanto, não há informações sobre ADF's de diferentes processos industriais (Areia Verde, Shell, Cold Box).

Os objetivos gerais do projeto de iniciação científica é a determinação de parâmetros ambientais e características toxicológicas dos lixiviados extraídos de misturas de solo e diferentes tipos de resíduos de fundição.

2. METODOLOGIA

Foram adotados 3 tipos de ADF e 2 tipos de solo:

- ADF: Shell; Cold box; Areia verde

- Solos: Solo argiloso; Solo arenoso

Realizou-se a coleta de 100 gramas de cada (secas em estufa à 100 °C). O processo de geração dos lixiviados iniciou-se com a inserção das amostras em solução de água deionizada (400 mL) em garrafas acopladas em equipamento identificado como tumbler, onde ficam em agitação durante 24 horas (Figura 1). As amostras retiradas do tumbler foram transferidas para cones Imhoff para a sedimentação e extração do material do lixiviado (Figura 2).



FIGURA 1. Tumbler com amostras



FIGURA 2. Cones Imhoff utilizados para sedimentação

Para a montagem das placas foram adicionados nas Placas de Petri 4 mL de cada lixiviado e 20 unidades de cada semente vegetal defendida (rúcula e trigo), sendo realizadas 3 repetições, totalizando 60 placas. O procedimento se repetiu para o controle, o qual foi realizado com água deionizada. As mesmas foram deixadas a uma temperatura ambiente de 22°C em baixa luminosidade por 5 dias (120 horas) para que ocorra a germinação (Figura 3).



FIGURA 3. Placas com sementes germinadas

Após esse período foram quantificadas as sementes germinadas e tamanho de suas raízes, cujos dados são necessários para se determinar os índices de Alongamento Relativo de Raiz (ARR) e de Germinação (IG). Essa etapa é realizada manualmente, com medições individuais de cada broto.

Como informações complementares, também serão determinados os parâmetros de pH e condutividade elétrica dos lixiviados produzidos pelas amostras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização dos ensaios para ambas as sementes analisadas e levantamento dos dados relativos à quantidade de sementes germinadas por placa e ao desenvolvimento relativo de raiz, obteve-se as figuras 4 a 7.

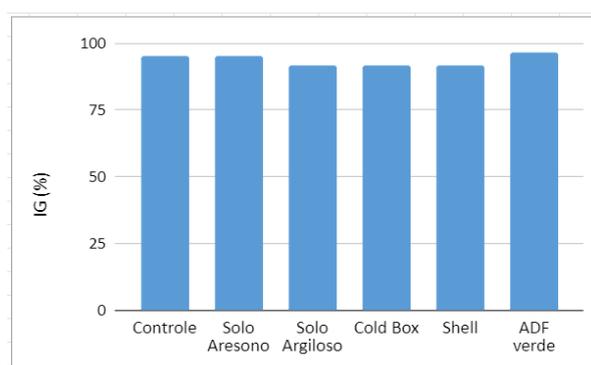
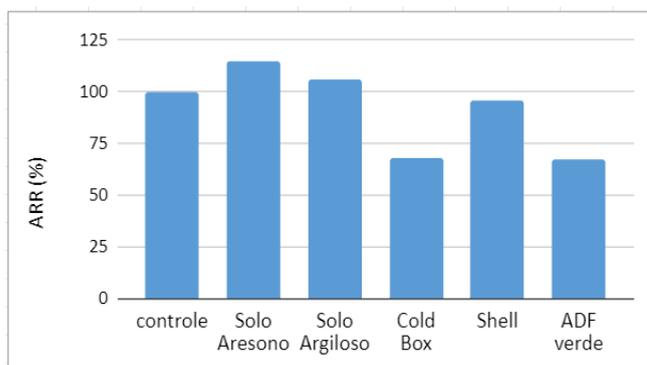


FIGURA 4. ARR obtido de cada amostra (*Eruca sativa*) **FIGURA 5.** IG obtido para cada amostra (*Eruca sativa*)

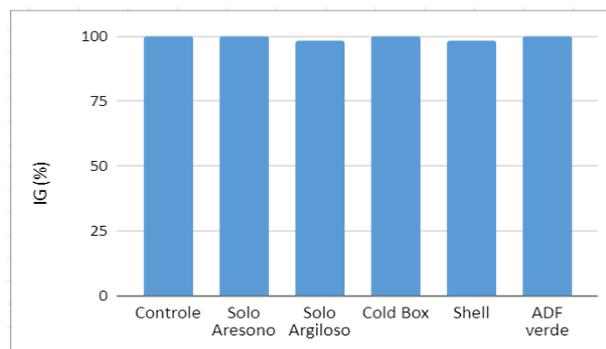
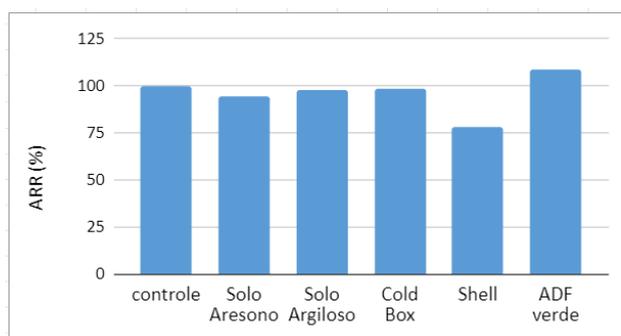


FIGURA 6. ARR obtido para cada amostra (*Triticum*) **FIGURA 7.** IG obtido para cada amostra (*Triticum*)

Depreende-se dos dados obtidos que, em ambas as sementes, todos os lixiviados apresentam Índice de germinação (IG) superior a 80%, o que classifica as amostras de resíduos de fundição e solos como não fitotóxicas (BELO, 2011). No entanto, foi possível observar algumas alterações significativas em relação ao alongamento relativo de raiz (ARR) das amostras shell e ADF (sementes de rúcula) e da amostra shell (semente de trigo). Nas sementes de *Triticum*, o lixiviado da ADF Shell apresentou uma redução de 22% do ARR em relação ao controle. Já nas placas com *Eruca sativa*, os lixiviados de Cold Box e ADF apresentaram redução do ARR de 32% e 33%, respectivamente. Esse comportamento pode ser justificado pelo comprometimento do crescimento das raízes das sementes consideradas em função de compostos químicos presentes nas amostras de resíduos avaliadas. Entre as possibilidades destaca-se alguns metais como óxidos de ferro e de alumínio, além do cromo. Vale ressaltar que o impacto destes são diferentes para cada tipo de semente (mono ou dicotiledôneas).

Os dados obtidos para os parâmetros de pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) dos lixiviados coletados para cada amostra estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1. Resultados das análises de pH e Condutividade elétrica dos lixiviados obtidos dos materiais estudados.

Lixiviado	pH	Condutividade Elétrica (μS)
Solo Argiloso	6,54	55,31
Solo Arenoso	6,33	79,02
Shell	6,53	12,78
ADF “Areia Verde”	8,05	786,9
Cold Box	6,87	30,05

Verifica-se que os resíduos Shell e Cold Box não apresentaram alterações significativas de pH e condutividade elétrica, quando comparados aos materiais naturais (solo argiloso e solo arenoso). Portanto, é possível afirmar que estes parâmetros físico-químicos não influenciaram nos resultados de fitotoxicidade dos lixiviados dos mesmos resíduos. Entretanto, o lixiviado de ADF do processo de “areia verde”, demonstrou alcalinidade e alta condutividade elétrica ($787\mu\text{S}/\text{cm}$) devido a sua composição química, ou seja, composta por alto teor de SiO_2 (90%), além de menores teores de CaO (0,23%), Al_2O_3 (2,71%), Fe_2O_3 (2,37%) e Cr_2O_3 (1,25%). Domingues *et al.* (2022) realizaram um estudo de avaliação físico-química de lixiviados de misturas de solo com ADF também de processo “areia verde” no teor de substituição de 70%, obtidas de protótipos de aterros sanitários. Os resultados indicaram valores de 7,12 e 780 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) para pH e condutividade elétrica, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

Depreende-se dos dados obtidos que todos os resíduos estudados não apresentaram fitotoxicidade. No entanto, devido à composição química dos resíduos de fundição analisados, ocorreram algumas alterações relacionadas ao ARR da semente de rúcula (com os lixiviados de ADF “areia verde” e cold box) e para a semente de trigo (com o lixiviado de ADF shell). Além disso, os valores de pH e condutividade elétrica da ADF “areia verde” foram significativamente diferentes dos demais materiais e dos valores de controle.

5. BIBLIOGRAFIA

BELO, S. R. S. (2011). *Avaliação de fitotoxicidade através de *Lepidium sativum* no âmbito de processos de compostagem*. Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal. 68 p.

BHARDWAJ, A.; SHARMA, R.K. Designing thickness of subgrade for flexible pavements incorporating waste foundry sand, molasses, and lime. *Innovative Infrastructure Solutions* 7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41062-021-00723-6>.

DOMINGUES, L. G. F.; FERREIRA, G.C.S.; PIRES, M.S.G.; TEIXEIRA, I.; CARNIN, W.S.; SARRO, W.S. Caracterização ambiental de areias descartadas de fundição utilizadas na cobertura de resíduos sólidos em aterros sanitários. In.: 22 Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais. Rio Grande do Norte, Brasil, de 06 a 10 de novembro de 2016.

DOMINGUES, L. G. F. *Desempenho de mistura de solo + areia descartada de fundição utilizada como cobertura de resíduos orgânicos*. Tese (Doutorado em Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas. Limeira, p. 139. 2020.

DOMINGUES, L. G. F.; FERREIRA, G.C.S.; PIRES, M.S.G. Physicochemical and microbiological characteristics of waste foundry sand used in landfills. *Environmental monitoring and assessment vol. 194*, 10 725. 5 Sep. 2022, doi:10.1007/s10661-022-10355-7

DOMINGUES, L. G. F.; FERREIRA, G. C. S.; PIRES, M. S. G. Waste foundry sand used to cover organic waste in landfills. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. Fator de Impacto 2.8630 (2020), v. 23, 2021.

MARTINS, M. A. B.; SILVA, L. R. R.; KUFNER, B. H. B.; BARROS, R. M.; MELO, M.L.N.M. Behavior of high strength self-compacting concrete with marble/granite processing waste and waste foundry exhaust sand, subjected to chemical attacks. *Construction and Building Materials* 323 126492, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126492>

MORDECHAY, E.B.; MORDEHAY, V.; TARCHITZKY, J.; CHEFETZ, B. Fate of contaminants of emerging concern in the reclaimed wastewater-soilplant continuum. *Science of the Total Environment* 822, 153574, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153574>.

NIVA, C.C.; BROWN, G.G. *Ecotoxicologia terrestre – Métodos e aplicações dos ensaios com Oligoquetas*. Embrapa, Brasília, DF, 2019.