



O óleo lubrificante usado e contaminado infere na infiltração de água no solo

Rogério Ribeiro dos Santos¹, Euvaldo de Sousa Costa Junior²

RESUMO: O serviço de troca de óleo, é uma atividade comum e que gera um contaminante altamente prejudicial não só ao meio ambiente, mas também a saúde pública e a economia, uma vez que além de contaminar o solo, pode liberar substâncias tóxicas para o ar e inviabilizar zonas agricultáveis. Nessa perspectiva, objetiva-se avaliar a influência do óleo lubrificante usado e contaminado na infiltração do solo em dois tipos de solos. Para isso, foram coletadas amostras de solos com diferentes concentrações de argilas, e levadas aos laboratórios de Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e do Instituto Federal da Bahia e avaliados entre os dias 22 e 29 de abril de 2023. Após isso, em algumas das amostras foram despejados o óleo e a água. Os resultados foram submetidos à análise de variâncias para diagnóstico de efeitos significativos pelo teste de Tukey a $p < 0,01$ para comparação das médias. Foi percebido uma diferença expressiva no tempo de infiltração do solo com maior concentração de argila das amostras com e sem óleo, dessa maneira foi possível concluir que o solo contaminado com óleo lubrificante usado e contaminado tem impactos na infiltração de água no solo.

Palavras-chave: contaminante, OLUC, solo.

Used and contaminated lubricating oil affects the infiltration of water into the soil

ABSTRACT: The oil change service is a common activity that generates a contaminant that is highly damaging not only to the environment, but also to public health and the economy, since in addition to contaminating the soil, it can release toxic substances into the air and make agricultural areas unviable. With this in mind, the aim was to assess the influence of used and contaminated lubricating oil on soil infiltration in two types of soil. To this end, soil samples with different clay concentrations were collected and taken to the Soil Laboratory of the Southwest Bahia State University and the Federal Institute of Bahia and evaluated between April 22 and 29, 2023. After this, oil and water were poured into some of the samples. The results were submitted to analysis of variance to diagnose significant effects using the Tukey test at $p < 0.01$ to compare the means. There was a significant difference in the infiltration time of soil with a higher concentration of clay in the samples with and without oil, so it was possible to conclude that soil contaminated with used and contaminated lubricating oil has an impact on the infiltration of water into the soil.

Keywords: contaminant, OLUC, soil.

INTRODUÇÃO

Os lubrificantes são amplamente empregados em máquinas e equipamentos e desempenham um papel crucial na redução do atrito, fornecendo resfriamento e protegendo as peças móveis contra a corrosão (NOWARK et al., 2019). Os lubrificantes consistem em óleos básicos (>85% v/v) e aditivos (<15% v/v) (DYGULA et al., 2022).

O Brasil tem uma das maiores frotas de veículos automotivos do mundo além de ser um dos maiores consumidores de lubrificantes automotivos (BRASIL, 2022). Nesse contexto, as atividades relacionadas direta e indiretamente com esse setor acompanham esse crescimento. Entre as atividades de maior destaque nesse ramo estão as realizadas pelas oficinas mecânicas, manutenção e reparo de veículos

automotivos, entre elas sobressai a troca de óleo do motor, isto é, óleo lubrificante. Todavia, após uso, o produto torna-se um resíduo denominado óleo lubrificante usado e contaminado (OLUC), vulgarmente conhecido como “óleo queimado” (ALMEIDA et al., 2023)

Diante desse cenário, considerando o tamanho da frota nacional de veículos, são produzidos de acordo com dados de 2019 da Agência Nacional de Petróleo (ANP) 1.065.225.648,00 de litros de OLUC. Sob essa perspectiva a gestão desse resíduo torna-se um desafio, não só do ponto de vista ambiental, mas também do ponto de vista da saúde pública. Embora as autoridades já tenham percebido a seriedade da questão, ilustrado com os esforços de criar a portaria

Recebido em 11/08/2024; Aceito para publicação em 16/12/2024

¹ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia

² Universidade do Estado de Santa Catarina

*e-mail: eng.amb.rogerio.santos@gmail.com

interministerial MMA/MME nº 100, de 2016 (BRASIL, 2016), que propõe entre outras, as metas para coleta de OLUC, produzidos no território nacional, que no ano de 2020 alçou um pouco mais de 42% do total comercializado. Um grande volume desse OLUC produzido não recebe uma destinação correta, o que é possível inferir a partir do volume total coletado, que não chega a 50%. A maior parte desse resíduo que não recebe um destino adequado é descartado no meio ambiente, desencadeando impactos ambientais significativos (CANCHUMANI, 2013). As águas são um dos recursos naturais diretamente impactados, mesmo os óleos lubrificantes se enquadram de acordo com a Resolução nº 362/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005), como resíduos perigosos e recicláveis e que devem ser encaminhados para serem refinados (RIBEIRO, 2020). É comum que o descarte desse contaminante seja feito em terrenos baldios, por funcionários de pequenas oficinas, uma vez que não existe uma política abrangente de fiscalização, nem tão pouco uma sensibilização ambiental entre os envolvidos nessa prática, sem mencionar ainda que de acordo com Moura (2008), a logística reversa de produto com esse é onerosa.

O descarte do óleo no solo causa várias complicações, direta e indireta, inutiliza o solo atingido, tanto para a construção de edificações quanto para agropecuária, debilita flora além dos micro-organismos presentes, compromete a matéria orgânica e por conseguinte a fertilidade da área. Além disso, existe a possibilidade de a área se tornar uma fonte de vapores de hidrocarbonetos. Em caso de o contaminante atingir o lençol freático, inviabiliza fontes de águas subterrâneas da região. Em acréscimo 1 litro de óleo lubrificante usado possui o potencial de contaminar 1 milhão de litros de água, comprometendo a dinâmica da oxigenação. Quando o OLUC é lançado no sistema de esgoto doméstico, dificultando o processo de tratamento do efluente nas estações (MONTANHERO et al., 2012).

Foram várias as situações elencadas acima apontado as consequências do descarte inadequado do óleo contaminado no solo, entretanto não foi discutido na literatura que trata do conteúdo um possível associação entre o OLUC lançado no solo e os impactos também na infiltração, partindo dessa ideia, com objetivo de tentar observar o comportamento do “óleo queimado” na infiltração de água no solo. Dessa forma possibilitando a discussão das possíveis implicações, por exemplo para pequenos municípios, onde a política de logística reversa ainda não foi consolidada, principalmente no OLUC nas pequenas oficinas mecânicas que prestam o serviço de troca do produto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de realização dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e do Instituto Federal da Bahia (IFBA) localizados no município de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, no mês de abril de 2023. O município está situado as coordenadas geográficas de 14° 30' e 15° 30' de latitude sul e 40° 30' e 41° 10' de longitude W. Além disso, o clima da região segundo a classificação de Köppen (1936) é o wb (Clima Mesotérmico com chuvas de verão e verões moderadamente quente). Os dados climáticos referentes à temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade, foram respectivamente, média de 20,8 °C, 70% e 711 mm.

Amostras de solo

Para a realização desse experimento foram coletadas amostras de dois tipos de solos, a primeira amostra com classe textura classificada como Areia (AR), com cerca de 690 g/Kg de TFSA e a segunda amostra classificada como Franco Arenosa (FA) com 490 g/Kg de TFSA. Na amostra FA a sua composição tem concentração de argila de aproximadamente 180 g/Kg. A amostra AR foi coletada na cidade de Cândido Sales, a FA em Vitória da Conquista, as amostras de ambos os solos foram coletadas a uma profundidade de 20 cm.

Amostra de óleo lubrificante automotivo

Já o óleo lubrificante foi coletado em uma oficina mecânica de pequeno porte da cidade de Malhada de Pedras, Bahia.

Análise das amostras coletadas

Para a realização dos ensaios, inicialmente foram realizadas as análises granulométricas das amostras de solo. As amostras de solos foram acondicionadas em provetas, sendo distribuídas 500 ml das amostras AR e FA em 10 provetas individualmente, totalizando 20 ensaios experimentais. O acondicionamento das amostras nas provetas foi realizado com o auxílio de um funil e uma mangueira, para minimizar possíveis alterações na porosidade.

Foram utilizados 25 ml da amostra de óleo lubrificante automotivo, adicionado em 5 amostras de cada solo a ser avaliado. Após avaliação visual da absorção superficial do óleo pelo solo, foram adicionados 100 ml de água, nas demais amostras foram adicionados apenas a mesma quantidade de água. Com o sistema montado, foi avaliado o tempo

necessário para que o solo filtrasse toda a água com e sem a presença do óleo lubrificante.

Análise de dados

Os resultados foram submetidos à análise de variâncias para diagnóstico de efeitos significativos pelo teste de Tukey a $p < 0,01$ para comparação das médias. As análises foram realizadas no programa computacional ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016) e os gráficos elaborados no SigmaPlot versão 12.0 (SPSS, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A velocidade de infiltração básica de água no solo (VIB) ou taxa de infiltração (TIB) é a velocidade com que a água se infiltra no solo através de sua superfície, sendo expressa por unidade indicativa de altura de lâmina d'água ou volume de água infiltrada em determinado perfil do solo por unidade de tempo (BRANDÃO et al., 2006; ALMEIDA JUNIOR et al., 2020).

A escolha das amostras e suas localidades foram determinadas para observar o comportamento de filtração do óleo, sobre solos de regiões distintas, e avaliar a influência sobre o comportamento físico do solo. Os dois tipos de solos têm uma grande quantidade da fração areia, isso é essencial, tendo em vista que há uma presença predominante de macroporos drenantes o que facilita a percolação superficial do óleo lubrificante.

Na (tabela 1), observa-se que a contaminação do solo por OLU pode reduzir a infiltração de água no solo. Além disso, essa condição está diretamente ligada às características do solo, em que no solo de textura mais arenosa (FA), o tempo de infiltração foi menor comparado ao solo menos arenoso. Ainda, observa-se que há interação entre o tipo de solo e a contaminação do solo por OLU. Sendo essas características inerentes ao solo, seja pela porosidade que tem grande influência da infiltração de água no solo.

Tabela 1. Resultado da análise de variância para o tempo de infiltração de água nos solos de textura arenosa e franco-arenosa analisados com e sem óleo, 2024.

Fonte de variação	TI
Solo	1156,51 **
FA	0,29 b
AR	0,68 a
Óleo	929,14 **
Com óleo	0,31 b
Sem óleo	0,66 a
SOLOxÓLEO	331,50 **
CV	5,12

Fonte: Acervo Pessoal (2024); ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; CV - coeficiente de variação; TI - tempo de infiltração.

Nesse contexto, as amostras utilizadas possuíam granulometrias diferentes, bem como, em sua composição continha a presença de argila, cerca de 180 g/kg (solo FA) e 30 g/kg de argila (solo AR). Foi observado que no solo com maior quantidade de argila, maior foi o tempo necessário para infiltração total da água adicionada, uma vez que solos com textura argilosa ou com grande quantidade de argila, tem alto percentual de microporos, que por sua vez, retém mais água e são menos drenados que solos de textura arenosa. Segundo, Pauletto et al., (1988) a argila possui uma maior quantidade de microporos, os quais têm a função de reter água, em contrapartida, o solo AR a sua composição tem uma maior quantidade de areia, cerca de 690 g/Kg, dos quais predominam majoritariamente macroporos, de acordo com Klein e Libardi, (2002), o tamanho desses poros podem ser da ordem de 0,5 mm e desempenham uma função drenante, ou seja, transportam água, dessa forma ao ser adicionado o óleo na amostras do solo 2, uma infiltração mais rápida em função do tipo e tamanho dos poros. Santos et al., (2015) explicam que os solos finos retém maior porcentagem de água do que os solos grossos devido ao fato de que possuem uma superfície de adsorção maior e menores espaços porosos. A sucção é inversamente proporcional ao diâmetro do poro, então, no caso de poros muito pequenos é preciso um valor maior de sucção para permitir a saída da água e a entrada do ar.

Apesar de não ter sido realizado testes com espécies vegetais, vale ressaltar que a contaminação do solo pelo OLU, pode afetar a microbiota do solo, como também influenciar no desenvolvimento dos vegetais. Nesse contexto, Lima et al., (2019) ao avaliarem a resposta de capim marandu e capim vitiver na remediação de solo contaminado com OLU, observaram que a adição deste ao solo, resultou na redução do desenvolvimento das mudas das espécies estudadas. Além disso, verificaram que quanto maior for a dose de OLU depositada no solo, maior será o efeito deste na infiltração de água, uma vez que altas doses impermeabilizam o solo e impedem a infiltração.

Em relação a microbiota do solo, Sazykin et al., (2023) relatam que a diversidade de bactérias do solo pode diminuir em solos contaminados. Além disso, o estresse causado pela poluição por OLU pode alterar as características das comunidades bacterianas (LIN et al., 2016). A diversidade e abundância de bactérias sensíveis do solo podem diminuir, enquanto as bactérias resistentes podem facilmente se adaptar e aumentar em abundância, formando assim uma estrutura específica da comunidade bacteriana (LIU et al., 2020). A contaminação por OLU afeta

constantemente a biomassa e a atividade bacteriana (KAVAMURA et al., 2010).

CONCLUSÃO

A contaminação do solo por óleo lubrificante contaminado afeta a infiltração de água no solo, sendo que esta também é influenciada pelas características do solo, como tipo de textura, ou seja, em solos de textura mais argilosa o tempo de filtração será maior.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. F.; DUTRA, F. G. A.; GUIMARÃES, J. C. Análise do sistema de gerenciamento do óleo lubrificante usado ou contaminado no município de Floriano. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 67-105, 2022.
- ALMEIDA JÚNIOR, M. C. D.; CASTRO, P. A. L.; SANTOS, G. O. Taxa de infiltração de água no solo em diferentes usos do solo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 8, n. 2, p. 115-121, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n2.almeida>
- ALMEIDA, K. F. B.; MARTINS, A. S.; LIMA, P. C.; ALVES, V. O.; ALCE, W. S. Impactos ambientais causados pelo descarte incorreto de óleo lubrificante nas oficinas mecânicas. **Revista ft**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 127, p. 45-20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10015172>
- BEZERRA, V. G. S.; TAVARES, M. G.; DOMBROSKI, S. A. G.; CAVALCANTE, F. L.; SOUZA, L.; MARTINS, R. C. G.; BATISTA, R. O. Desempenho de estação de tratamento de esgoto doméstico no semiárido brasileiro e potencial de seu efluente para fins de irrigação. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 4, p. 36159-36174, 2021. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-19>
- BRASIL. **Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005**. Brasília, DF, 27 jun. 2005. Seção, p.
- BRASIL. **Portaria Interministerial nº 100, de 08 de abril de 2016**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 mar. 2016. Seção 1, p. 1-2
- BRASIL. **Painel Dinâmico do Programa de Monitoramento de Lubrificantes**. Brasília, DF, n. 1, p. 1-32, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/boletim-monitoramento-lubrificantes/2022/boletim-pml_1_2022_13-05-2022.pdf. Acesso em: 8 dez. 2022.
- DYGULA, P.; KUCHARSKA, K.; KAMI, M. Separation and determination of the group-type composition of modern base and lubricating oils with a wide range of polarity, especially emitted to the environment. **Journal of Chromatography B**, Gangtok, v. 1192, e1192, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2022.123137>
- KAVAMURA, V. N.; ESPOSITO, E. Biotechnological strategies applied to the decontamination of soils polluted with heavy metals. **Biotechnology Advances, Rehovot**, Rehovot, v. 28, n. 1, p. 61-69, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.09.002>
- LIMA, V. H. R.; FIA, R.; SOUSA, L. S.; SILVA, R. A.; CARVALHO, M. V. Avaliação do capim-vetiver e capim-marandu na remediação de solo contaminado com óleo lubrificante usado. **Sustentare**, Três Corações, v. 3, n. 1, p. 122-142, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5892/st.v3i1.5712>
- LIN, W.; HUANG, Z.; LI, X.; LIU, M.; CHENG, Y. Bioremediation of acephate-Pb(II) compound contaminants by *Bacillus subtilis* FZUL-33. **Journal of Environmental Sciences**, Pequim, v. 45, p. 94-99, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.12.010>
- LIU, H.; WANG, C.; XIE, Y.; LUO, Y.; SHENG, M.; XU, F.; XU, H. Ecological responses of soil microbial abundance and diversity to cadmium and soil properties in farmland around an enterprise-intensive region. **Journal of Hazardous Materials**, Washington, v. 392, e122478, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122478>
- MOURA, L. A. A. **Qualidade e gestão ambiental**. 5 ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2008.
- KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 857- 867, 2002.
- KÖPPEN, W. **Das geographischa system der klimete**. Gebrüder Borntraeger, p.1-44, 1936.
- NOWAK, P.; KUCHARSKA, K.; KAMIŃSKI, M. Ecological and Health Effects of Lubricant Oils Emitted into the Environment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 16, n. 16, e3002, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16163002>
- PAULETTO, E. A.; LIBARDI, P. L.; MANFRON, P. A.; MORAES, S. O. Determinação da condutividade hidráulica a partir da curva de retenção de água. **Revista Brasileira de Ciência e Solo**, Viçosa, v. 12, p. 189-195, 1988.
- SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; SANTOS, D. P. O Fenômeno da histerese nas curvas de retenção da água no solo e no manejo da irrigação. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, XXV, 08 a 13 de novembro de 2015. **Anais...** Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão, Sergipe, SE.
- SAZYKIN, I.; KHMELEVTSOVA, L.; AZHOGINA, T.; SAZYKINA, M. Influência dos metais pesados na comunidade bacteriana dos solos: uma revisão. **Agricultura**, Basel, v. 13, n. 3, e653, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13030653>

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJR2016.11522>

SOHN, H. Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados. In: Curso de Segurança Química, Curitiba, PR, 26 a 30 de agosto de 2013. **Anais Eletrônicos... Palestra. Curitiba**, Ministério do Trabalho e Emprego, Fundacentro/PR e Sindirrefino, 2013. Disponível em www.sindirrefino.org.br/upload/eventos/00001706.pdf. Acesso em: 23 fev. 2024.

SPSS. **SigmaPlot for windows, version 12**. 2011.