

ETEC Júlio de Mesquita

Ensino médio integrado ao técnico de meio ambiente

COMPOSTAGEM COMO FORMA DE BIORREMEDIAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO POR RESÍDUOS DE ÓLEO DE SOJA

Composting as a way of bioremediating soil contaminated by soybean oil waste

¹ Letícia de Oliveira Muraki

¹ Nathally Santos

¹ Nicole Pico de Azeredo

¹ Thabata Peralva da Silva

² Daniele Silva Freitas

² Mariana Espinossi Roza

¹ Estudantes do curso técnico em meio ambiente da ETEC Júlio de Mesquita

² Orientadoras docentes do instituto de ensino ETEC Júlio de Mesquita

Resumo

O descarte incorreto de resíduos no meio ambiente gera uma série de impactos negativos em diversas áreas. O óleo de soja, frequentemente utilizado na cozinha para o preparo de alimentos, é descartado de forma incorreta na maior parte das vezes em que é utilizado. Um recurso gravemente afetado é o do solo, o que prejudica sua fertilidade. O custo para recuperação muitas vezes é alto e demanda muito tempo, logo, essa pesquisa tem como objetivo central testar a eficiência da compostagem - um método de biorremediação - como intervenção para o solo contaminado por resíduos de óleo de soja; com a utilização do girassol, um bioindicador. Foi feito dois plantios do girassol: um no solo contaminado e um segundo no solo contaminado após passar pelo processo de compostagem. Foram feitas análises semanais das

características físicas e químicas de ambas as condições até ser atingido o resultado esperado, que comprova a eficiência deste meio de descontaminação.

Abstract

Improper waste disposal in the environment generates a series of negative impacts in various areas. Soybean oil, often used in cooking, is disposed of incorrectly most of the time. One resource that is severely affected is soil, which compromises its fertility. Recovery is often costly and time-consuming, so this research aims to test the effectiveness of composting—a bioremediation method—as an intervention for soil contaminated by soybean oil residues, using sunflower seeds as a bioindicator. Two sunflowers were planted: one in contaminated soil and a second in contaminated soil after undergoing the composting process. Weekly analyses of the physical and chemical characteristics of both conditions were performed until the expected result was achieved, demonstrating the effectiveness of this decontamination method.

Palavras-chave: Compostagem, biorremediação, solo, poluição do solo, contaminação, óleo de soja.

1. Introdução

O óleo vegetal, gordura extraída das plantas, principalmente das sementes, mas também da polpa, casca, fruto e caule, substância biocompatível, insolúvel em água e solúvel em solventes orgânicos é segundo a SEMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente) um potencial causador de danos ao meio ambiente quando descartado de maneira incorreta.

De acordo com a CETESB (Companhia ambiental do estado de São Paulo), “O solo é um meio complexo e heterogêneo, produto de alteração do remanejamento e da organização do material original (rocha, sedimento ou outro solo), sob a ação da vida, da atmosfera e das trocas de energia que aí se manifestam, e constituído por quantidades variáveis de minerais, matéria orgânica, água da zona não saturada e saturada, ar e organismos vivos, incluindo plantas, bactérias, fungos, protozoários, invertebrados e outros animais.” Sendo assim um recurso natural essencial para a vida na terra. Pois serve como base de fornecimento de nutrientes e água para o

crescimento e desenvolvimento de plantas e animais, servindo de abrigo para milhões de microrganismos indispensáveis para a decomposição da matéria orgânica e o equilíbrio dos ecossistemas, ajuda a reter poluentes evitando que cheguem a rios e oceanos, auxiliando também na fixação do carbono da atmosfera terrestre, assim atuando como filtro natural que armazena e purifica a água da chuva antes de chegar nos lençóis freáticos, tornando-se fundamental para a regulação do clima e saúde do planeta. Fazendo então a manutenção da natureza e conseqüentemente da atividade socioeconômica, proporcionando matérias primas, como argila, areia e fonte de recursos renováveis - como os alimentos, fibras, madeira, água - e não renováveis - como os minerais metálicos e não metálicos, combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão) e pedras preciosas.

A contaminação do solo por óleo de soja, um óleo vegetal extraído das sementes de soja, muito utilizado na culinária mundial e brasileira, representa um grande desafio ambiental, como explica o educador ambiental Felipe Morais: “É um tipo de poluição que compromete diversos ecossistemas e afeta diretamente diversos espécimes e seus habitats”. Estudos indicam que 1 litro de óleo pode contaminar mais de 20 mil litros de água e ao ser descartado incorretamente, o poluente pode chegar aos solos por meio das margens dos mananciais aquáticos ou por meio do descarte no lixo comum. Com isso, o óleo é absorvido pelas plantas, prejudicando-as, além de afetar o metabolismo das bactérias e outros microrganismos que são responsáveis por fazer a decomposição de compostos orgânicos que se tornam nutrientes posteriormente. Com a menor disponibilidade de nutrientes, que são essenciais para o crescimento de plantas, o ecossistema é desestabilizado. É por meio dessa infiltração que acaba poluindo também os lençóis freáticos. Outro impacto resultante é que o resíduo torna o solo impermeável, ou seja, a absorção de água pode ser inibida ou atrasada, o que afeta a germinação de sementes, e contribui para o surgimento de enchentes. A presença deste poluente no solo também pode aumentar a incidência de doenças (*SUTORMIN et al., 2024*) e pragas nas plantações já que prejudica a manutenção natural do solo. Ademais, uma questão importante que destaca o quão perigoso é o despojamento na água - ao derramar na pia por exemplo - afinal no sistema de esgoto, o óleo solidifica-se em uma massa esbranquiçada e grudenta, e uma nata, matando bactérias que purificam a água. Ou até mesmo quando

há vazamento de óleo dos sacos de lixo em áreas mais rurais, por exemplo, que é pior, pois o contato da substância com o solo é direto.

Dentre as estratégias de remediação, a compostagem se destaca por ser uma alternativa sustentável e de baixo custo para recuperar solos contaminados, se encaixando então como biorremediação. A compostagem é um processo biológico de decomposição e estabilização da matéria orgânica, conduzido pela ação de organismos (como as minhocas californianas, bactérias e fungos), sob condições controladas de oxigenação, umidade e temperatura. Durante esse processo, resíduos orgânicos são gradualmente transformados em um material mais estável, rico em substâncias húmicas, por meio da degradação de compostos orgânicos complexos. A atividade microbiana intensa promove alterações físicas, químicas e biológicas no material em decomposição, resultando em um produto final com menor relação carbono/nitrogênio e maior estabilidade quando comparado aos resíduos originais.

Quando aplicada à biorremediação, a compostagem atua como uma estratégia para estimular a atividade e a diversidade microbiana do solo, favorecendo a degradação de contaminantes orgânicos. A incorporação de matéria orgânica proveniente da compostagem melhora as condições ambientais do solo, como aeração, disponibilidade de nutrientes e retenção de umidade, criando um ambiente propício à ação de microrganismos degradadores. Dessa forma, a compostagem contribui para a transformação ou redução de contaminantes, auxiliando na recuperação da qualidade biológica do solo e na mitigação dos impactos ambientais associados à sua contaminação.

Este estudo investiga a compostagem como método de biorremediação para solos contaminados por óleo de soja usado, analisando seus efeitos na estrutura e qualidade do solo e recuperação da fertilidade. A pesquisa busca avaliar a eficácia dessa abordagem como solução viável e sustentável por meio da plantação do *Helianthus annuus* (girassol), uma planta da família das Asteraceae, gênero *Heliantheae*, que servirá como um bioindicador - seres vivos de natureza diversa, vegetais ou animais, utilizados para avaliação da qualidade ambiental - para avaliação da eficiência do método.

2. Metodologia

2.1. Materiais

- Duas bandejas plásticas de largura 29,6 cm, comprimento 43,5 cm e altura 7,5 cm. Com 7.5 litros de volume, de cor branca.
- Sementes de girassol.
- Óleo vegetal de soja, utilizado para frituras, disponibilizado pela cantina da ETEC Júlio de Mesquita.
- Amostra de terra do espaço verde da ETEC Júlio de Mesquita.
- Água potável.
- Plástico-filme.
- Fita adesiva.
- Fita medidora de pH.
- Peneira de cozinha.
- Espátula.
- Etiqueta adesiva para identificação.
- Composteira disponibilizada pela Etec.
- Serrapilheira.
- Matéria orgânica.

EPI's (equipamentos de proteção individual):

- Luvas.
- Jaleco.
- Óculos de proteção.

Vidrarias:

- Becker de 250ml.
- Erlenmeyer de 250ml.
- Placas de Petri.

Equipamentos:

- Medidor portátil de pH.
- Balança.

- PHmetro.

2.2. Métodos

2.2.1 Delimitação do Experimento

O presente experimento tem como objetivo principal avaliar a eficiência da compostagem como alternativa sustentável para o solo contaminado por óleo de soja usado na cozinha. O estudo foi realizado entre os meses de março e outubro de 2025, no laboratório da Etec Júlio de Mesquita. A amostra de solo utilizada foi retirada da área verde da Etec Júlio de Mesquita, constituída por duas condições distintas: uma amostra contaminada com óleo de cozinha usado e outra amostra controle, sem contaminação. Serão avaliadas as condições do solo antes e após o processo de compostagem por meio de análises visuais, sensoriais, químicas simples e laboratoriais.

Durante o experimento, foram realizadas avaliações para monitorar as condições do solo e o crescimento das plantas. As avaliações visuais e sensoriais incluíram observação do crescimento do girassol, com foco no tempo de germinação, altura das plantas, cor e número de folhas, além da presença de manchas, deformações ou queda foliar e desenvolvimento das raízes. A coloração do solo foi analisada, uma vez que solos saudáveis tendem a apresentar cor mais escura devido à matéria orgânica. O odor do solo também foi avaliado, sendo esperado odor característico de terra úmida em solos saudáveis e cheiro forte de óleo, mofo ou podre em solos contaminados. A estrutura observada pela formação de grumos, compactação ou rachaduras. A presença de vida no solo, como minhocas, fungos e insetos, também foi monitorada. Quanto à avaliação química simples, foram feitas medições do pH do solo utilizando medidores portáteis, além da análise da capacidade de retenção de água.

2.2.2 Teste de germinação das sementes

O teste de germinação é um teste laboratorial realizado para avaliar o potencial de um lote de sementes, determinando a porcentagem de sementes que germinam e que se desenvolvem em plântulas normais sob condições controladas. O procedimento foi iniciado dia 11/04/2025, e consistiu em: ¹Homogeneização das sementes de girassol, processo em que se mistura sementes da mesma espécie para

torná-las uniformes, garantindo que uma pequena amostra seja representativa do lote inteiro.



Imagem 1: Triagem das sementes.

²Preparação de 4 placas de petri, forradas com uma camada de papel germitest umedecido com água potável. ³Posicionamento de 10 sementes de girassol em cada placa de petri e umedecimento delas. As 4 placas foram fechadas e armazenadas em uma estufa com temperatura ambiente.



Imagem 2: Placas prontas

2.2.3 Preparação do solo e plantio

Para o experimento principal foram utilizadas duas bandejas contendo solo. Uma bandeja com amostra controle, sem contaminação, e outra com amostra contaminada pelo óleo de soja usado. Este arranjo permitiu a comparação do

crescimento das plantas e a condição do solo entre as duas diferentes condições. O solo foi coletado da área verde da Etec Júlio de Mesquita e colocado nas bandejas com profundidade aproximada de 5 cm. Foi adicionado 1L de óleo para contaminar uma das amostras, enquanto a outra permaneceu como controle.



Imagem 3: Amostras de solo controle e contaminado, respectivamente.

O processo do plantio foi iniciado com a homogeneização e separação das sementes. Em cada amostra foi plantado 18 sementes, sendo 3 em cada cavidade, que foram feitas com a distância de 4 dedos entre elas. Então, ao final, totalizou 6 cavidades. As duas amostras foram regadas e deixadas em um espaço seguro do qual o sol tem fácil acesso, já que a luz solar é essencial no crescimento saudável do girassol. O tempo definido como o necessário para avaliar o crescimento do girassol foi de 20 dias.



Imagem 4: Amostra contaminada.

Imagem 5: Amostra controle.

Foram feitas averiguações semanais, onde as duas plantações eram regadas de acordo com a necessidade. Esses momentos possibilitaram perceber, por exemplo, a presença de fungos e insetos sem vida na amostra contaminada, além da falta de germinações, mal odor, cor alterada e baixa capacidade de absorção de água. A amostra controle, por outro lado, apresentava uma aparência saudável e indícios de germinação.



Imagem 6: Fungos visíveis no solo contaminado

Além da aparência, odor e processo de crescimento, foi avaliado também o pH das amostras. Um solo saudável, de acordo com a Agrical, varia entre 6.5 e 7.5, ou seja, um solo neutro. O pH do solo tem relação direta com a quantidade de nutrientes ali presente, visto que a faixa de pH entre 6,5 e 7,5 é onde os nutrientes são mais solúveis e disponíveis, evitando assim tanto deficiências quanto excessos. Um pH ácido pode indicar falta de nutrientes e um pH alcalino é caracterizado por altos níveis de minerais como cálcio, sódio e magnésio, e pela dificuldade em absorver nutrientes essenciais.

Tendo isso em vista, saber o valor do pH é uma parte essencial da pesquisa. Pelo fato de não ter sido possível utilizar um medidor específico para solos, a medição do pH foi realizada com o aparelho pHmetro, que mede o valor de amostras líquidas.

Então, foi dissolvido uma parte da terra para 2 partes de água (1:2,5) para cada amostra, possibilitando a utilização do pHmetro. Os valores obtidos foram: 8.1 do solo contaminado e 7.2 do solo controle.



Imagem 7: Amostras de terra diluída em água.



Imagem 8: Funcionamento do pHmetro.

2.2.4 Montagem da composteira

Para a montagem da composteira, inicialmente foi realizada a limpeza dos compartimentos plásticos, garantindo condições adequadas de higiene para o experimento. Em seguida, procedeu-se à coleta da matéria seca, composta por folhas secas provenientes da área verde da Etec Júlio de Mesquita, na proporção de três partes de matéria seca para uma parte de terra (3:1). Após essa preparação, as caixas foram empilhadas, sendo a terceira caixa preenchida com a matéria orgânica - composta pelo solo contaminado e por resíduos como cascas de ovo e frutas - juntamente com as minhocas californianas (*Eisenia foetida*). Por fim, adicionou-se uma camada de serrapilheira, responsável por auxiliar na manutenção da umidade e na proteção do sistema.

2.2.5 Retirada da terra da composteira e segundo plantio

Aproximadamente três meses após a montagem da composteira, o processo de compostagem foi finalizado. Ao abrir a composteira foram encontrados fungos e outros bioindicadores, como o caracol de jardim (*Cornu aspersum*). Isso se deve por serem organismos que se prosperam em ambientes úmidos e ricos em matéria orgânica em decomposição. Os caracóis são atraídos pela umidade e alimento fácil, já o fungo branco, parecido com uma teia de aranha, é muito comum no início da compostagem e são benéficos, pois ajudam na decomposição dos materiais. Foi retirada uma amostra de 440 gramas do solo anteriormente contaminado com óleo de soja que foi deixado na composteira. A coleta foi realizada com o auxílio de uma espátula, e o material obtido foi transferido para um novo recipiente - uma garrafa plástica de politereftalato de etileno (PET).

Em seguida procedeu-se a semeadura, inserindo cinco sementes em uma cavidade de aproximadamente 2 cm de profundidade no solo tratado por meio da compostagem. Após o plantio, realizou-se a rega inicial, garantindo a umidade necessária para o início do processo de germinação.



Imagem 9: Segundo plantio.



Imagem 10: Bioindicador – Caracol de jardim (Cornu aspersum)

2.2.6 Testes

A fim de comparar com os resultados anteriores ao processo de compostagem foram realizados dois testes com a terra anteriormente contaminada por óleo de soja tratada através da compostagem. Dentre eles foi determinado o pH da terra, diluindo na proporção 1:2,5 e utilizando o pHmetro para realizar a medição do potencial hidrogeniônico (obteve-se pH = 7.4).

O segundo teste realizado teve como objetivo verificar, de forma simples e visual, a possível presença de resíduos de óleo no solo após o processo de compostagem. Para isso, foi retirada uma amostra do material tratado e posicionada sobre uma placa de Petri previamente forrada com duas folhas de papel absorvente, de modo a permitir a observação de eventuais manchas ou áreas oleosas. O sistema foi mantido em repouso por 24 horas, em ambiente de temperatura controlada e sem exposição direta à luz solar, a fim de evitar interferências externas no resultado.

Após esse período de observação, constatou-se que o papel permaneceu sem indícios de manchas ou brilho característico de substâncias oleosas, indicando que não havia mais presença significativa de óleo no solo analisado.



Imagem 11: Teste a fim de analisar a presença de óleo

3. Resultados

3.1 Resultados do teste de germinação

Resultados apresentados no teste de germinação



Imagem 1



Imagem 2



Imagem 3



Imagem 4

Imagens 1, 2, 3 e 4 referem-se respectivamente as repetições I, II, III e IV após 7 dias de teste de germinação.



Imagem 5

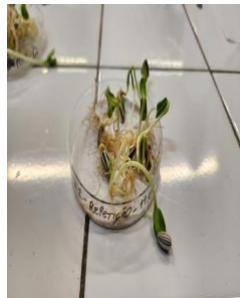


Imagem 6



Imagem 7



Imagem 8

Imagens 5, 6, 7 e 8 referem-se respectivamente as repetições I, II, III e IV após 14 dias de teste de germinação.

Observa-se que todas as sementes (10 em cada uma das repetições) germinaram.

Repetições	7 Dias				14 Dias			
	Germinou	Não germinou	PN	PA	Germinou	Não germinou	PN	PA
Repetição I	9	1	9	1	10	0	10	0
Repetição II	10	0	9	1	10	0	9	1
Repetição III	9	1	6	4	10	0	10	0
Repetição IV	9	1	8	2	10	0	9	1

Tabela 1: Relação do resultado das germinações com o passar de duas semanas

Legenda:

PN = Plântula normal, trata-se de um estágio de desenvolvimento da planta caracterizado por um sistema radicular funcional (raiz primária e secundárias) e uma parte aérea completa (hipocótilo reto e plúmula com gemas e folhas), além de cotilédones verdes e funcionais.

PA = Plântula normal, trata-se de uma plântula que apresenta algum defeito em suas partes principias (raiz, caule ou folhas) ou ainda não apresenta sua parte aérea completa.

3.2 Resultados do primeiro plantio

Passados 20 dias desde o plantio, foi possível observar diferenças significativas no desenvolvimento das mudas de girassol entre o solo contaminado por óleo e o solo controle. No recipiente contendo o solo contaminado, as plantas apresentaram menor vigor, crescimento limitado e sinais de estiolamento, indicando dificuldade de absorção de nutrientes e comprometimento do desenvolvimento radicular. Já no solo controle, as mudas apresentaram maior taxa de germinação e coloração mais intensa, sugerindo melhores condições físico-químicas e biológicas para o crescimento vegetal.



Imagem 12: Solo controle x solo contaminado após 20 dias do plantio.

	Solo Controle	Solo Contaminado	
Características Físicas do solo	Coloração	Marron médio	Cor muito escura próximo ao preto
	Odor	Sem odor forte	Odor desagradável e forte de óleo, e fétido
	Estrutura	Bem distribuido na bandeija	Solo com profundas rachaduras
	Permeabilidade	Adequada e eficaz	Solo impermeavel, água acumulada na superfície e nas rachaduras
	Deseenvolvimento da plantas	Rápido	Lento, e as plantas apresentaram dificuldade para sobressair do solo
	Retenção de água	Adequada e eficaz	Não retém a água, que começa a evaporar antes mesmo de ser absorvida
	Densidade	Média, adequada	Muito denso, chegando a desgrudar das paredes da bandeija e formar um bloco sólido e maciço de solo
	Presença de fungos	Sem presença de fungos na superfície	Com presença de fungos na superfície
	Presença de insetos - Bioindicadores	Apresentou insetos e algumas plantas (que não foram plantadas durante o experimento)	Não apresentou insetos nem plantas (que não foram plantadas durante o experimento)
Características químicas do solo			
pH do solo	7.2 (Dentro dos padrão estabelecidos pela Agrical) - Neutro	8.1 (Acima dos padrão estabelecidos pela Agrical) - Alcalino	

Tabela 2: Comparação entre as características do solo controle e solo contaminado

3.3 Resultados do segundo plantio

Passados 10 dias após o segundo plantio, já mencionado anteriormente, no dia 06 de outubro as 5 sementes do girassol já tinham germinado e chegou até o seguinte estágio de crescimento:

Na Imagem 13 observa-se o estágio avançado de germinação das sementes de *Helianthus annuus* (girassol), registrado no dia 06 de outubro de 2025. As plântulas apresentaram coloração verde intensa e estrutura alongada, com os cotilédones visivelmente abertos e orientados em direção à luz. O desenvolvimento uniforme das mudas indica que o substrato utilizado proporcionou boas condições de umidade e temperatura durante o período de germinação.

Nota-se também que o crescimento ocorreu de forma equilibrada entre as plântulas presentes no recipiente, sem sinais aparentes de deficiência nutricional ou de estresse hídrico. O solo manteve textura adequada e aspecto úmido, o que favoreceu a sustentação e a estabilidade das plantas em formação. A disposição das hastes e o porte das mudas evidenciam que o período de germinação transcorreu de maneira contínua, atingindo um estágio inicial saudável de desenvolvimento.



Imagem 13: Girassol em estado avançado de germinação

Na Imagem 14, registrada no dia 17 de outubro de 2025, observa-se o estágio final de crescimento das mudas de girassol cultivadas no mesmo substrato. As plantas apresentam alongamento significativo do caule e expansão foliar acentuada, com folhas bem distribuídas e tonalidade verde homogênea. Em função do porte atingido, foi necessário o uso de um garfo plástico como suporte, a fim de evitar o tombamento das hastes.

O solo manteve aparência estável, com boa umidade e coesão, indicando que o desenvolvimento das raízes ocorreu de forma adequada. Verifica-se que o crescimento foi sadio e contínuo ao decorrer dos dias. As características observadas, como a firmeza do caule e a disposição das folhas, demonstram que as condições de cultivo favoreceram o avanço do estágio vegetativo até esse ponto do experimento.



Imagem 14: Girassol no seu estágio final de crescimento

Foi utilizado um garfo plástico para promover sustentação à planta. Na imagem é notório mais uma vez o crescimento saudável e forte do girassol possibilitado através das técnicas da compostagem.

3.4 Gráficos

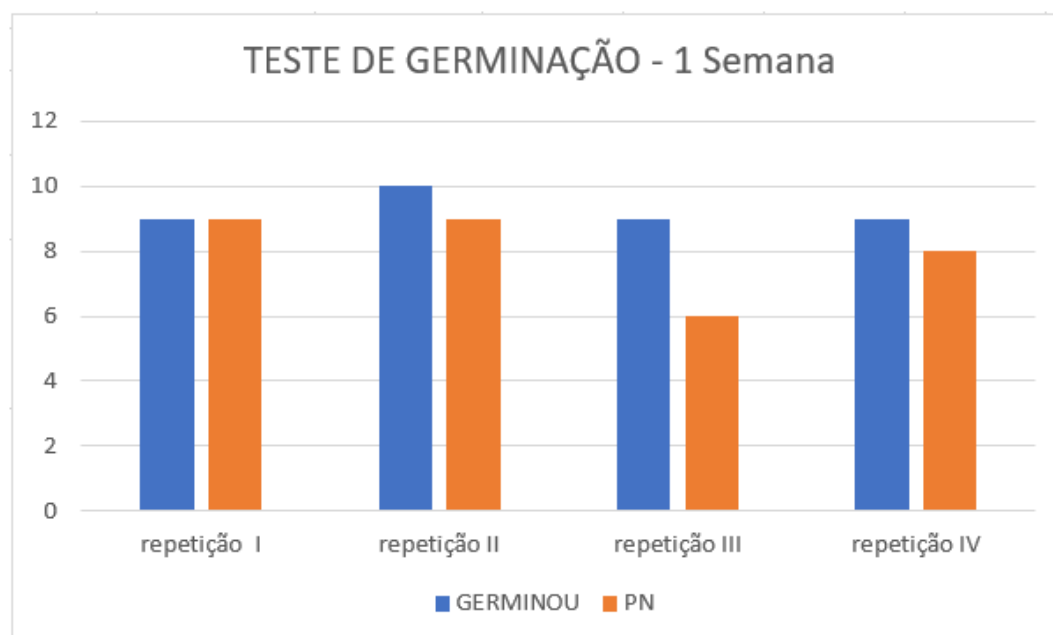


Gráfico 1: Resultados obtidos no Teste de germinação após 7 dias.

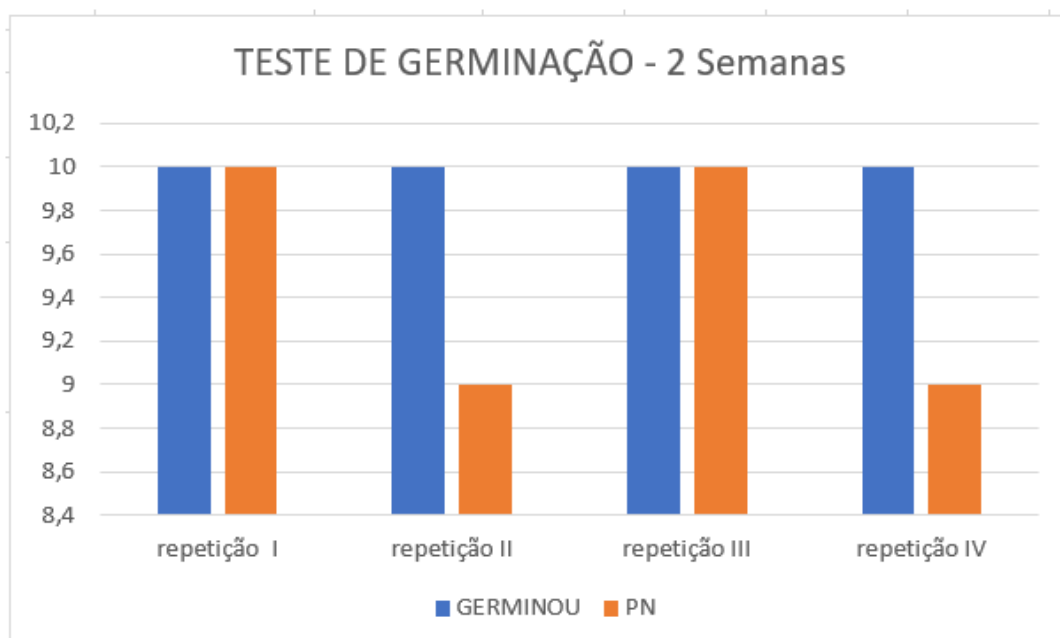


Gráfico 2: Resultados obtidos no Teste de germinação após 14 dias.

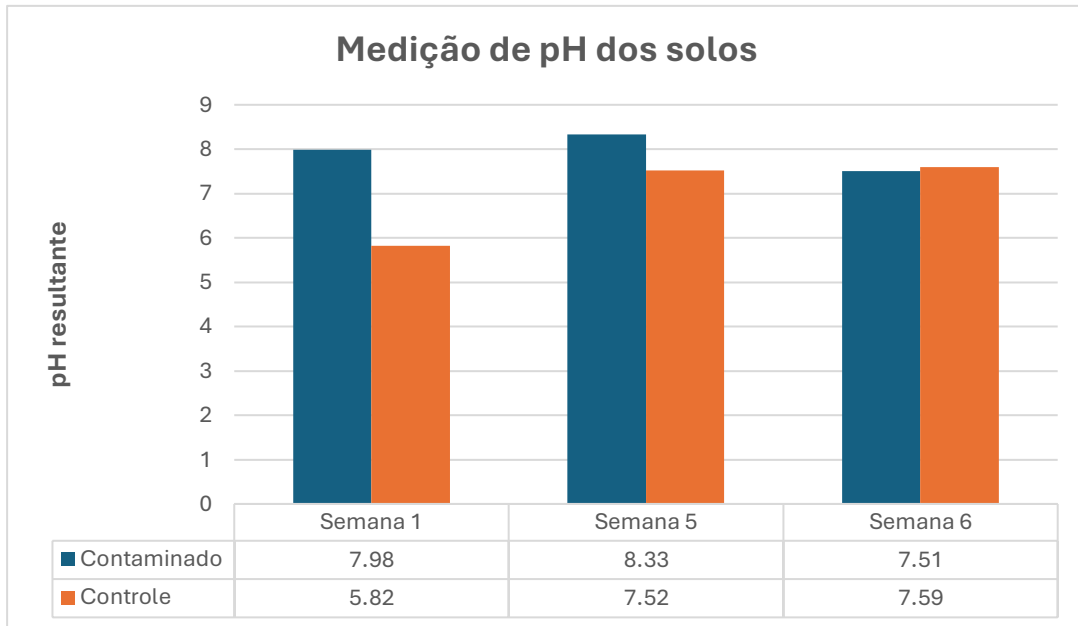


Gráfico 3: Comparação entre o pH dos solos controle e contaminado antes e após o tratamento com a compostagem.

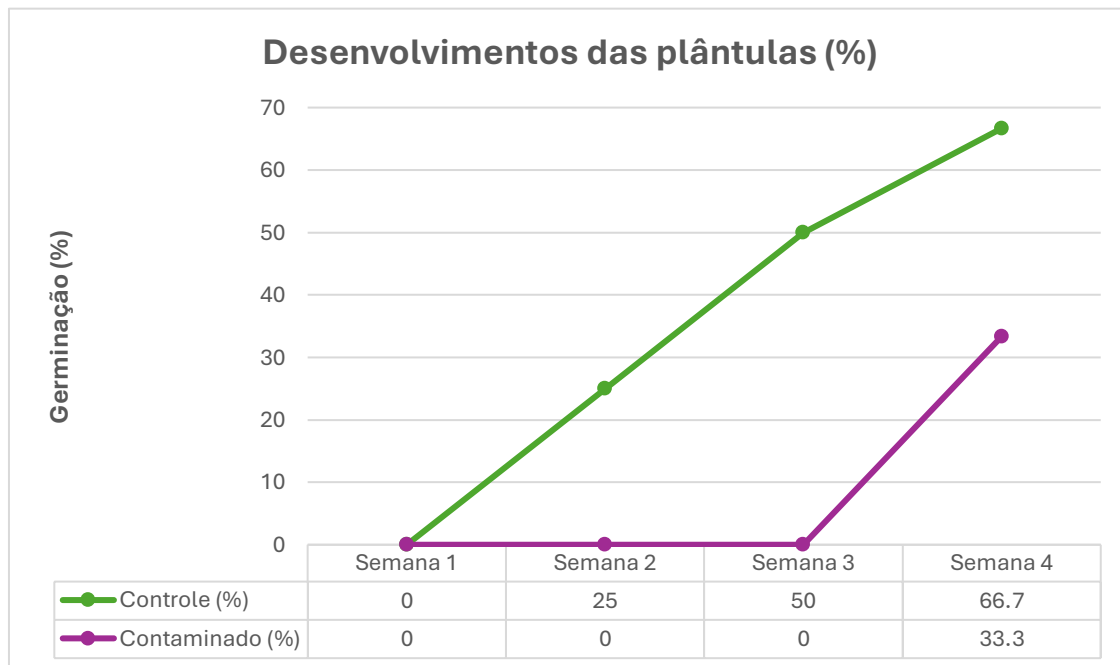


Gráfico 4: Comparação entre a germinação no solo Controle e Contaminado antes do tratamento com a compostagem.

4. Discussão

Com base nos resultados obtidos, a compostagem se mostrou uma técnica eficiente de biorremediação para solos contaminados por resíduos de óleo de soja. Após todos os processos do tratamento serem executados, o solo apresentou melhora significativa em suas propriedades físicas e químicas, com destaque na ausência de resquícios oleosos e o desenvolvimento saudável das plantas de girassol utilizadas como bioindicadoras.

Observou-se que inicialmente, o solo contaminado apresentava características não saudáveis para o crescimento como odor desagradável, coloração alterada, baixa capacidade de retenção de água e germinação tardia. Entretanto, após os tratamentos feitos com a compostagem, as características do solo se tornaram compatíveis e saudáveis para que o processo ocorresse, sendo eles: odor comum de terra úmida, coloração marrom escura, boa capacidade de retenção de água e germinação rápida. Esses aspectos morfológicos indicam condições ideais de aeração, umidade e disponibilidade de nutrientes no substrato, além de uma comunidade microbiana ativa que contribuiu para a mineralização e ciclagem dos elementos essenciais.

Notou-se também que o girassol se desenvolveu de forma mais rápida e melhor no solo tratado do que no controle do primeiro plantio, comprovando mais uma vez sua eficácia. Essas evidências mostram que a compostagem é uma forma acessível e de baixo custo para melhorar a qualidade de vida dos ecossistemas e que foi bem-sucedida, visto que melhorou de forma visível a qualidade física, química e biológica, tanto da planta como do solo.

5. Conclusão

Desta forma, conclui-se que a aplicação da compostagem como forma de biorremediação contribui não apenas para a reabilitação do solo, mas também para a redução do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado e indevido de óleo de soja e de outros tipos de poluentes. Além disso, promove a sensibilização ambiental e incentiva práticas ecologicamente que são responsáveis, alinhadas aos princípios da sustentabilidade e da preservação dos recursos naturais, agregando também nos meios sociais.

6. Referências bibliográficas

MELO, Catarinne X. Análise da compostagem como técnica sustentável no gerenciamento dos resíduos sólidos. Latin american journal of business management, São Paulo. V. 9, n. 2, p. 64-79, 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Bioindicadores. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/bioindicadores/>. Acesso em: 20 março. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade do solo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/>. Acesso em: 20 março. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Compostagem. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/compostagem>. Acesso em: 25 março. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Amapá. *Composteira caseira: folder*. Macapá: Embrapa Amapá, s.d. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1033373/1/CPAFAPF_olderCOMPOSTEIRA.pdf. Acesso em: 27 abril 2025.

OLIVEIRA, Ana Carolina C. BIORREMEDIAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO POR ÓLEO VEGETAL UTILIZANDO A BIOAUMENTAÇÃO COM *Bacillus subtilis*. Colloquium Exactarum, Presidente Prudente, v. 3, n. 1, p. 22-27, jan/jun 2011

APPEZZATO DA GLÓRIA, Beatriz; CAMELLO GUERREIRO, S.M. Anatomia Vegetal. 2ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006

RAVEN, P.; Evert, R.F. & EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. 7ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2007.

CONHECENDO AS PLANTAS. Estiolamento. Disponível em: <https://conhecendoasplantas.com.br/artigos/o-que-e-estiolamento.html>. Acesso em: 10 outubro. 2025.

AYSHA, Abdelhai Taha; KHALIL, Rana Ibrahim. *Bioremediation of soil contaminated with oil residues using Helianthus annuus and Aspergillus niger*. International Journal of Health Sciences, v. 6, suplemento 6, p. 11959-11975, 2022.

GUIMARÃES, Camila Camolesi; SÍGOLO, Joel Barbujiani. Estudo da utilização de composto orgânico para a remediação de solo contaminado por hidrocarbonetos de petróleo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, USP. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002920513>.. Acesso em: 15 agosto. 2025.

LEOGRANDE, Rita et al. Residual Effect of Compost and Biochar Amendment on Soil Chemical, Biological, and Physical Properties and Durum Wheat Response. *Agronomy*, v. 14, n. 4, p. 749, 2024.

EFFECT OF VARIOUS AMENDMENTS ON HEAVY MINERAL OIL BIOREMEDIATION AND SOIL MICROBIAL ACTIVITY. *Environmental Pollution*, v. 150, n. 3, p. 427–435, 2007.

SUTORMIN, Oleg S.; GONCHAROV, Andrey S.; KRATASYUK, Valentina A.; PETROVA, Yuliya Yu.; BAJBULATOV, Ruslan Ya.; YARTSOV, Aleksandr E.; SHPEDT, Aleksandr A. *Effects of Oil Contamination on Range of Soil Types in Middle Taiga of Western Siberia*. **Sustainability**, v. 16, n. 24, p. 11204, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/24/11204>. Acesso em: 17 dezembro. 2025.

