

## **Avaliação da taxa de respiração da microfauna do solo submetida a diferentes concentrações do herbicida Glifosato Dipil 480.**

*Evaluation of the respiration rate of soil microfauna subjected to different concentrations of the herbicide Glyphosate Dipil 480*

DÔRES, Gabriel Henrique Silva<sup>1</sup>; LIMA, Mauricio<sup>2</sup>; PINHO, Thielle Vieira<sup>3</sup>; JANUKOWICZ, Fabiane Nunes<sup>4</sup>; MIOLA, Ezequiel<sup>5</sup>; PAGANINI, Christianne Lorea<sup>6</sup>  
<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande, gabrielhenriquedores@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande, furg.lima@gmail.com; <sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande, thielle.pinho@hotmail.com; <sup>4</sup>Universidade Federal do Rio Grande, fabianenunes07@gmail.com; <sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas, ezequielmiola@gmail.com; <sup>6</sup>Universidade Federal do Rio Grande, cpaganini@furg.br

### **RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA**

#### **Eixo Temático: Educação em Agroecologia**

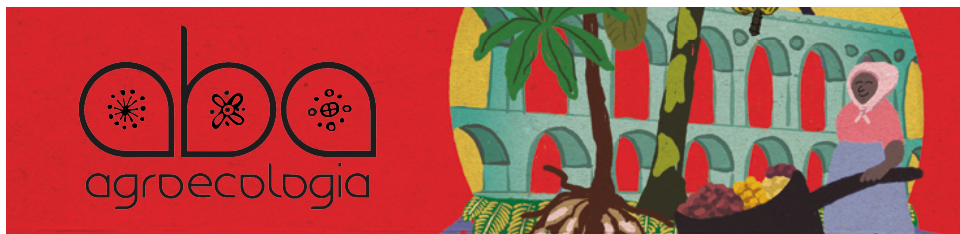
**Resumo:** O processo de biorremediação está ligado à capacidade dos microrganismos de imobilizar e/ou degradar agrotóxicos. O metabolismo desses microrganismos pode ser medido pela emissão de CO<sub>2</sub>, proveniente de sua respiração. O objetivo do presente trabalho foi trazer subsídios para discussão sobre a biorremediação para a disciplina de Poluição Ambiental e Biorremediação, a partir de experimento prático que avaliou a respiração microbiana em solos com composto de resíduo doméstico e com diferentes concentrações de Glifosato. Foram realizados 8 tratamentos em que os valores CO<sub>2</sub> foram medidos e avaliados. Após a análise verificou-se que os tratamentos não apresentaram diferenças estatística. Esse experimento contribuiu para a melhor compreensão dos processos de biorremediação que ocorrem no ambiente pelos estudantes do curso de Agroecologia da Universidade Federal do Rio Grande-FURG.

**Palavras-chave:** biorremediação; contaminação; microrganismos; biodiversidade

#### **Contexto**

A atividade microbiana no solo tem papel fundamental no ecossistema, atuando em processos como decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, supressão de doenças, biodegradação de pesticidas e outros xenobióticos (SOUZA, 2020). Assim como em outras etapas do metabolismo dos microrganismos, a respiração é influenciada por fatores ambientais no solo: umidade, temperatura, estrutura do solo, nutrientes disponíveis, textura, relação C/N, presença de matéria orgânica, dentre outros (MOURA *et al.*, 2015).

Na agricultura dita “convencional”, faz-se uso de insumos agrícolas, como fertilizantes e agrotóxicos, a fim de aumentar a produção, com a justificativa do crescente aumento da população mundial (MANCUSO *et al.*, 2011; MENDES *et al.*, 2022). Segundo MANCUSO *et al.*, (2011), os herbicidas têm um papel expressivo nesse cenário, sendo utilizados em maior medida do que os fungicidas e inseticidas, por exemplo. Contudo, os herbicidas acabam por afetar outros organismos para além do organismo-alvo, interferindo de forma negativa com a vida no solo, alterando o seu ciclo de vida ou até mesmo causando a morte de animais e



microrganismos (MENDES *et al.*, 2022). Ainda de acordo com esses autores, é esperado que os herbicidas sofram degradação biótica ou abiótica, onde os fatores determinantes dessa degradação são: as concentrações aplicadas; as propriedades físico-químicas do agrotóxico; e o tempo de permanência. Além disso, após aplicação é esperado que ocorra uma seleção dos microrganismos mais resistentes ao agrotóxico e que sejam capazes de degradá-lo.

A biorremediação acontece assim, sobretudo, a partir de microrganismos e plantas que podem degradar e/ou imobilizar os compostos xenobióticos e pesticidas (SOUZA, 2020; MENDES *et al.*, 2022). Essa degradação acontece através da atividade biológica dos microrganismos, que pode ser verificada por meio da respiração, ou seja, um dos processos metabólicos desses organismos. Portanto, DIONÍSIO *et al.*, (2016) *apud*. MENDES *et al.*, (2022) separam a respiração microbiana em: a) respiração basal ligada a oxidação da matéria orgânica (M.O) já presente no solo e; b) respiração induzida que é resultado da oxidação de substrato orgânico adicionado como fonte de carbono para os microrganismos. A respiração pode ser medida a partir da absorção de  $O_2$  ou a liberação do  $CO_2$ , provenientes da oxidação da matéria orgânica.

Neste contexto, foi realizado um experimento sobre biorremediação na disciplina de Poluição Ambiental e Biorremediação no curso de Bacharel em Agroecologia, na Universidade Federal do Rio Grande – FURG. O objetivo da atividade foi trazer subsídios para discussão a partir da avaliação da atividade microbiana em diferentes tratamentos, a saber: solos com composto de resíduo doméstico e com diferentes concentrações do herbicida Glifosato. A atividade microbiana presente nos diferentes tratamentos foi determinada a partir da análise da taxa respiratória destes microrganismos. Esse tipo de atividade, associando teoria e prática, é muito importante para enriquecer as discussões dentro de sala de aula, trazendo exemplos práticos sobre o funcionamento da biorremediação.

### **Descrição da Experiência**

O experimento foi realizado no laboratório de Recursos Naturais, da Universidade Federal de Rio Grande - FURG, no campus de São Lourenço do Sul, RS. O solo utilizado foi retirado das camadas superficiais de um argissolo na cidade de Santa Maria, RS, o qual continha 12,79% de umidade, ajustado para 80% da Capacidade de Campo. O composto provém de uma empresa que fomenta a compostagem na cidade de São Lourenço do Sul, a Composta São Lou. O herbicida utilizado foi o glifosato Dipil 480, conforme recomendação do fabricante.

Foram utilizados recipientes de vidro com vedação para os 8 tratamentos (T) e o grupo controle (TC). Todos os tratamentos continham recipientes com 10 mL NaOH na concentração de  $1 \text{ mol L}^{-1}$ . O T1 continha 100 g de solo. No tratamento T2 foi adicionado 5,026 g de composto ao solo (o que equivale a  $10 \text{ t.ha}^{-1}$ ). Já os tratamentos T3, T4 e T5 continham solo e três concentrações diferentes do herbicida (C1: 0,84 mL; C2: 1,68 mL; C3: 2,52 mL, o que equivale, respectivamente, a  $4,2 \text{ L.ha}^{-1}$ ;  $8,4 \text{ L.ha}^{-1}$ ;  $12,6 \text{ L.ha}^{-1}$ ). E por fim, T6, T7 e T8 continham 100 g de solo,



5,026 g de composto, e o herbicida nas mesmas concentrações dos tratamentos T3, T4, T5, respectivamente. O TC continha somente NaOH. Os recipientes foram acondicionados em uma incubadora a 25 °C, a qual é a temperatura ideal de desenvolvimento da maioria dos microrganismos. Todos os tratamentos e controle foram realizados em triplicata.

A atividade microbiana foi determinada a partir da avaliação da emissão de CO<sub>2</sub>. Dessa forma, o CO<sub>2</sub> proveniente da respiração microbiana foi captado através da reação com NaOH, para posterior titulação com HCl na concentração de 1 molL<sup>-1</sup>, o que permite a determinação da quantidade de CO<sub>2</sub> emitido. Semanalmente foi verificada a taxa respiratória dos microrganismos. Em cada medição, foi retirado o recipiente contendo 10 mL de NaOH de cada um dos tratamentos e acrescentado três mL de BaCl<sub>2</sub>, reação necessária para evitar a volatilização do CO<sub>2</sub> capturado na solução de NaOH. Em seguida foram acrescentadas três gotas de fenolftaleína, como indicador da mudança de pH.

Posteriormente, a solução foi titulada com o HCl. Os valores obtidos na titulação foram utilizados na fórmula para determinação do gás carbônico ( $\text{mg CO}_2 = [\text{B}-\text{A}] \cdot \text{N} \cdot \text{E}$ , onde B o valor do controle, A o valor dos tratamentos, N a normalidade do HCl e E o peso equivalente da molécula de CO<sub>2</sub>). Foi calculada também a quantidade de C presente na molécula de CO<sub>2</sub> ( $\text{mg C-CO}_2$ ), a partir da equação  $\text{mg C-CO}_2 = \text{mg CO}_2 \cdot 0,27$  (representa a quantidade de CO<sub>2</sub> na forma de carbono). Posteriormente foi realizada a análise de variância com o teste *a posteriori* de Duncan, apresentando nível de significância de 95% ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados

Todos os tratamentos obtiveram maiores taxas de CO<sub>2</sub> do que o controle (TC), devido a presença dos microrganismos, tanto no solo quanto no composto. Já o tratamento contendo somente solo (T1), obteve menor taxa de respiração do que os demais tratamentos contendo composto (T2) e solo+composto+herbicida nas três concentrações aplicadas (T6, T7 e T8). Foi observado que os valores dos tratamentos com solo+herbicida nas três concentrações aplicadas (T3, T4 e T5) não se diferenciam estatisticamente do tratamento contendo somente solo (T1). O mesmo foi observado com os resultados dos tratamentos com solo+composto (T2) e nos tratamentos com solo+composto+herbicida nas concentrações aplicadas (T6, T7 e T8) (Tabela 1).



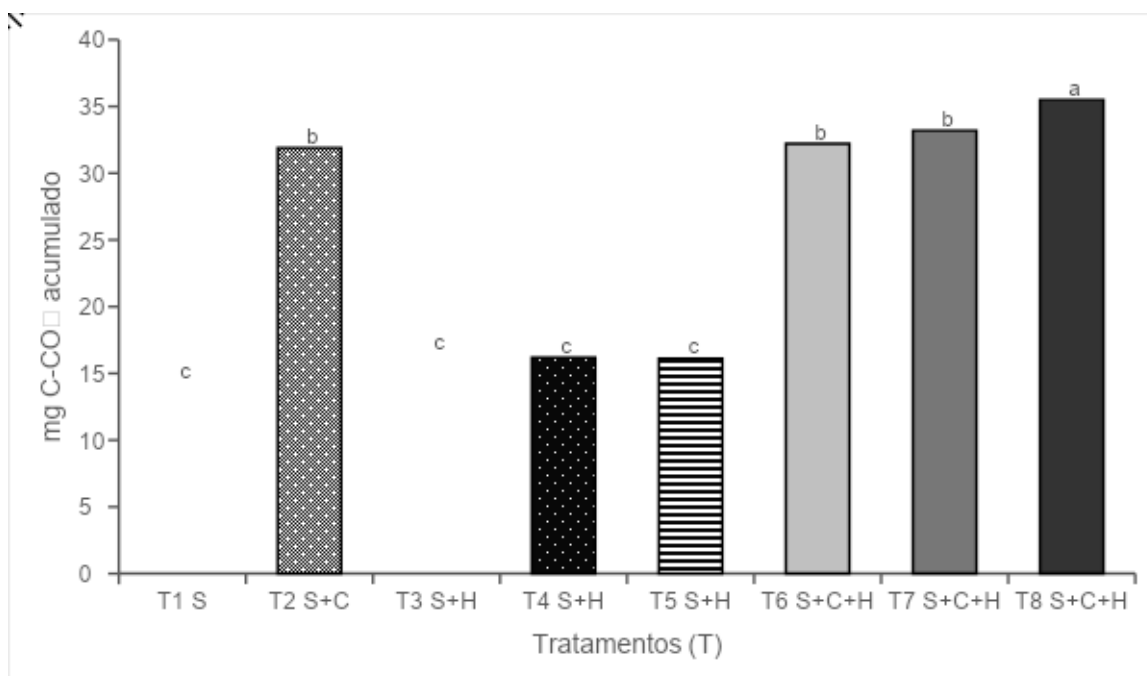
**Tabela 1 - Fluxo e emissão acumulada de C-CO<sub>2</sub> (mg) após a aplicação de composto orgânico e doses do herbicida Glifosato Dipil 480.**

| Período de incubação | mg C-CO <sub>2</sub> /100g de solo |       |      |      |      |       |       |       |
|----------------------|------------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                      | T1                                 | T2    | T3   | T4   | T5   | T6    | T7    | T8    |
| <b>4 dias</b>        | 3,9b                               | 8,4a  | 4,1b | 4,2b | 3,6b | 8,7a  | 9,1a  | 9,3a  |
| <b>14 dias</b>       | 5,1b                               | 11,4a | 5,4b | 5,1b | 5,5b | 3,6b  | 11,1a | 12,1a |
| <b>21 dias</b>       | 1,5c                               | 5,1b  | 2,5c | 2,5c | 2,6c | 5,9ab | 6,4ab | 7,2a  |
| <b>28 dias</b>       | 3,8b                               | 6,9a  | 4,3b | 4,3b | 4,4b | 6,6b  | 6,7a  | 6,9a  |

\* Resultados são expressos em média, sendo comparados por linha. Teste a posteriori de Duncan, apresentando nível de significância de 95% ( $p \leq 0,05$ ).

Como citado pelos autores MENDES *et al.*, (2022), mesmo com a morte de muitas espécies de microrganismos, a taxa de respiração pode não variar, pois podem prevalecer no ambiente os microrganismos mais resistentes. Tal fato foi percebido nos tratamentos contendo as diferentes concentrações do herbicida, onde os microrganismos presentes que conseguiram degradar a molécula de glifosato, aumentando assim sua população. Esse aumento populacional pode ser explicado pela disponibilidade de alimento fornecida pelo contaminante orgânico; sendo assim não foi observado diminuição na taxa respiratória. No entanto, a diversidade de microrganismos pode ter sido afetada, e com isso os serviços ecossistêmicos oferecidos pelos mesmos (MENDES *et al.*, 2022).

Os tratamentos com composto obtiveram maior taxa respiratória do que os tratamentos contendo somente solo e herbicida. Já os tratamentos com composto e herbicida obtiveram as maiores taxas respiratórias na emissão acumulada de C-CO<sub>2</sub> (Gráfico 1). Cabe destacar que o TC não foi apresentado no gráfico pois seus valores foram descontados nas expressões matemáticas anteriormente apresentadas.



**Gráfico 1** – Emissão Acumulada de carbono (expresso como mg C-CO<sub>2</sub>) nos diferentes tratamentos.

Esse experimento didático foi realizado objetivando a aprendizagem prática de biorremediação. Não foi uma atividade com fins de pesquisa aplicada e sim para buscar resultados com o intuito de subsidiar as discussões e reflexões sobre biorremediação em sala de aula. Facilitando a compreensão dos processos de biorremediação envolvendo a atividade microbiana do solo, contribuindo para a construção do conhecimento na disciplina de Poluição Ambiental e Biorremediação, do curso de Bacharel em Agroecologia – FURG.

Ademais, o experimento possibilitou reflexões e questionamentos entre os estudantes, como: Qual o impacto dos agrotóxicos na biodiversidade do solo? Quais são os microrganismos tolerantes presentes no solo após aplicação do herbicida? Qual a reação da microfauna com outros tipos de contaminantes como fungicidas, óleo diesel, dentre outros? Essas perguntas podem e farão parte de outros estudos pelos acadêmicos do curso de Bacharel em Agroecologia – FURG.

## Agradecimentos

Agradecemos ao professor Doutor Germano Ehlert Pollnow pelo acolhimento, bem como pelo seu auxílio na condução da disciplina, compartilhando sua experiência, o que foi crucial para a execução do experimento e os debates em sala de aula.



## Referências bibliográficas

MANCUSO, M.A.C; NEGRISOLI, E.; PERIM, P. Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, 2011.

MENDES, K.F.; INOUE, M.H; TOMISELO, V.L. **Herbicidas no Ambiente: Impacto e Detecção**. Viçosa: Editora UFV, 2022.

MOURA, J. A.; GONZAGA, M. I. S.; ANJOS, J. L.; RODRIGUES, A. C. P.; LEÃO, T. D. S.; SANTOS, L. C. O. S. Respiração basal e relação de estratificação em solo cultivado com citros e tratado com resíduos orgânicos no estado de Sergipe. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 731, 2015.

SOUZA, A.J. **O papel do microbioma na degradação de pesticidas em solos agrícolas**. 2020. Monografia (Especialização em Solos e Nutrição de Plantas) - Programa de pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade de São Paulo.