

AVALIAÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE DE INSETICIDA À BASE DE TERPENOS NO SOLO UTILIZANDO O MÉTODO RESPIROMÉTRICO DE BARTHA E PRAMER

Palavras-Chave: BIODEGRADABILIDADE, INSETICIDA, TERPENOS, RESPIROMETRIA.

Autores

BRENO RUBIO, FT/UNICAMP

Prof.^a Dr.^a CASSIANA MARIA REGANHAN CONEGLIAN, FT/UNICAMP

INTRODUÇÃO

O combate às endemias, como a dengue, representa um grande desafio para a saúde pública devido aos riscos que a doença representa à humanidade.

Embora as políticas públicas tenham evoluído muito em relação ao controle da dengue, com o combate da proliferação do mosquito transmissor, o *Aedes aegypti*, a doença é endêmica com registro elevado de casos graves e óbitos no Brasil. Devido a necessidade de reduzir os números de morbimortalidade em uma epidemia, ou para o controle de endemias, torna-se necessário mecanismos de eliminação de criadouros do vetor com o uso de inseticidas (Araújo, 2018).

A utilização de inseticidas químicos para controlar os mosquitos transmissores dessas doenças pode ser prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana, além de contribuir para o desenvolvimento de resistência dos mosquitos.

Vale ressaltar a elevada toxicidade de pesticidas sintéticos de uso agrícola que têm sido utilizados na saúde pública, culminando em muitos problemas, como a elevada persistência na biosfera e a consequente contaminação da água e do solo (Gilbbons *et al.*, 2015).

Uma alternativa promissora no combate a estes vetores são os inseticidas à base de terpenos, compostos orgânicos encontrados em plantas. Os produtos vegetais que atuam contra insetos incluem diversas classes de moléculas produzidas à base de óleos essenciais de plantas e na composição desses estão os terpenóides (D'Addabbo e Avato, 2021).

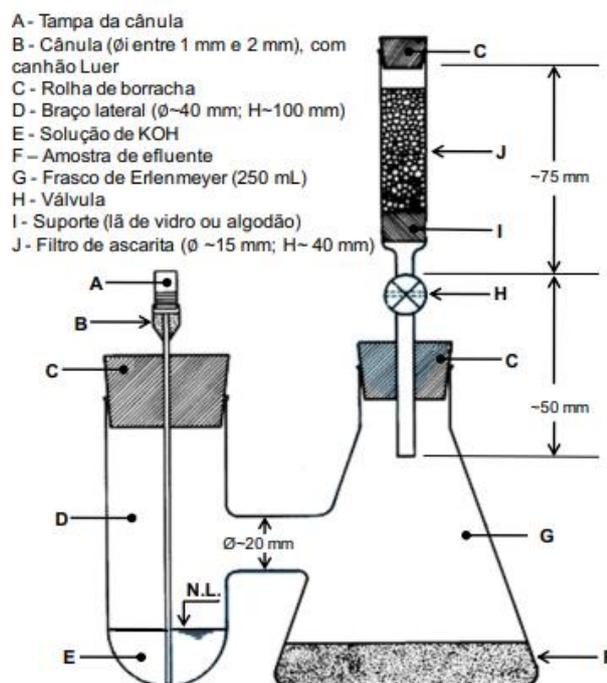
Os pesticidas derivados de plantas tem sido uma alternativa no controle de pragas no setor agrícola e na redução de endemias provocadas por vetores biológicos. Estas moléculas são menos prejudiciais a saúde humana, são biodegradáveis e economicamente mais viáveis (Souto *et al.*, 2021).

Este trabalho se propôs avaliar o comportamento e a biodegradabilidade de inseticida base de terpenos no solo, usando o método respirométrico de Bartha e Pramer, que quantifica a geração de CO₂.

METODOLOGIA

O ensaio de biodegradação foi realizado pela metodologia de respirometria de Bartha e Pramer (1965) que utiliza respirômetros (Figura 1). O ensaio foi adaptado da norma da OCDE (2002), que avalia a geração de CO₂ e informa sobre a biodegradação aeróbia de substâncias no solo.

Figura 1 – Respirômetros de Bartha e Pramer



Fonte: Soldera et al., 2020.

Para avaliar o comportamento do inseticida a base de terpenos no solo, utilizou-se amostra de solo natural coletado no jardim experimental do Instituto de Biociências da Unesp, campus de Rio Claro-SP, a uma profundidade de 0,20 metros. O solo foi peneirado em peneira de malha de 2,0 mm no Laboratório de Solos da Faculdade de Tecnologia da Unicamp e armazenado sob refrigeração até sua utilização.

Realizou-se a determinação da umidade do solo em duas alíquotas denominadas de amostras 1 e 2 do solo peneirado úmido. As alíquotas foram previamente pesadas e colocadas em estufa a 105°C durante o período de 24 horas. Decorridos este período realizou-se nova pesagem e realizou-se os cálculos da umidade, obtendo-se o valor de 11,23%.

O inseticida a base de terpeno foi cedido por empresa que comercializa o produto para controle de carrapatos e do mosquito *Aedes aegypti*.

O ensaio de respirometria foi conduzido utilizando-se 50 g de solo (base seca) contaminado com o inseticida a base de terpenos nas concentrações de 0,09; 1,0; 10; 50; e 100 µg/L, e o controle (solo sem adição do inseticida). As concentrações foram selecionadas de acordo com as informações do produto para utilização em campo. Os respirômetros foram incubados em estufa BOD durante o período de 105 dias, a temperatura de 28 ± 2 °C, conforme os critérios da norma OEDC (2002), sendo considerado essa temperatura média para o Brasil. A norma recomenda solo com umidade de 50 a 70% da sua capacidade de campo, portanto de acordo com a umidade considerada do solo, considerou-se 7.8% de umidade na montagem dos respirômetros.

Para medir a geração de CO₂, o mesmo é capturado e dissolvido na solução de KOH (braço lateral do respirômetro), titulado com solução de ácido clorídrico (HCl) e indicador fenolftaleína. Ao finalizar as leituras, os respirômetros são aerados e adicionados novamente 10 ml de KOH para uma nova captura de CO₂ e posterior leitura. O cálculo da produção de CO₂ foi realizado por meio da Equação 1, adaptado da literatura de Soldera *et al.* (2020).

$$mCO_2 = [(A - B) \times 50] \times 0,044 \times 100 \quad (1)$$

onde:

mCO₂ = Massa de CO₂ emitido (mg);

A = Média dos volumes de HCl usado para titular o branco (ml);

B = Média dos volumes de HCl para titular as amostras (ml);

0,044 e 100 = Fatores resultantes da multiplicação de fatores de conversão.

A quantificação de bactérias heterotróficas e fungos do solo foi realizada de acordo com a CETESB (1986), pela técnica *por plate*, utilizando-se o meio ágar Sabouraud para fungos e o meio Plate Counter Agar (PCA) para bactérias. O plaqueamento foi realizado em placas de Petri, incubando-se durante o período de 96 horas e a temperatura de 28 ± 2 °C para fungos e 48 horas a temperatura de 36 ± 2 °C para bactérias heterotróficas.

Após o período de incubação realizou-se a contagem das Unidades Formadoras de Colônia por grama de solos por grama de solo (UFC/g). Realizou-se a mesma metodologia de quantificação de bactérias heterotróficas e fungos do solo, ao final do ensaio de respirometria.

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Tecnologia (FT), campus I de Limeira, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

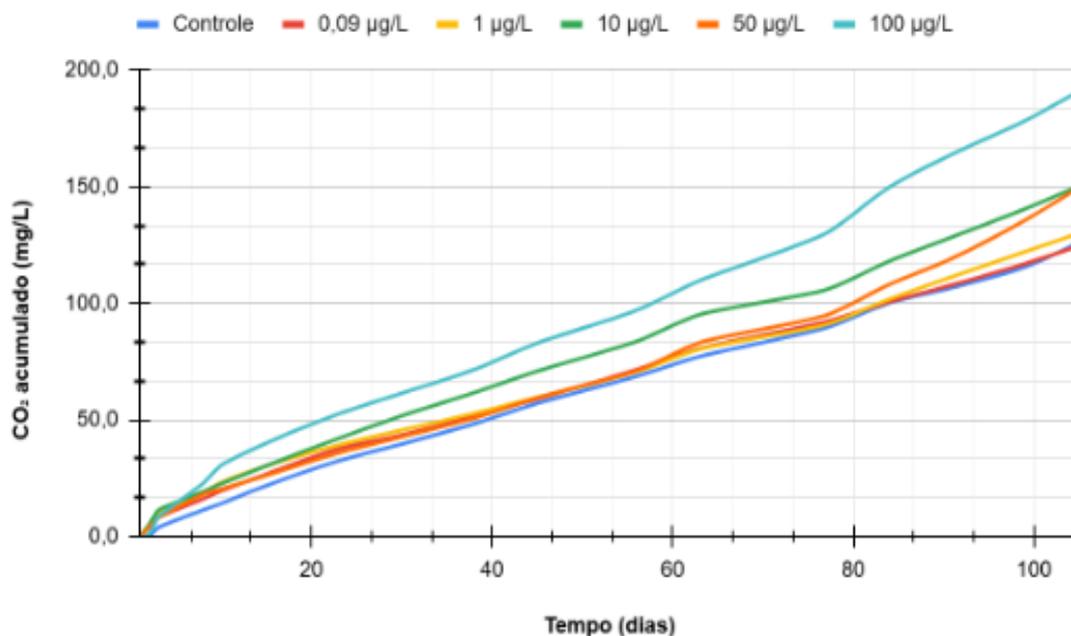
A Tabela 1 expressa a quantificação de bactérias heterotróficas e fungos da amostra de solo, no início e no final da metodologia de respirometria, e a Figura 2 a geração acumulada de CO₂ durante o período de 105 dias de respirometria em solo natural tropical contaminado com o inseticida a base de terpenos.

De acordo com os resultados obtidos, nota-se na Tabela 1 que após o período de 105 dias, a população de bactérias heterotróficas e fungos não foram impactadas negativamente com a presença do inseticida no solo, resultado evidenciado respirometria, onde é possível verificar pela maior geração de CO₂ nas concentrações mais elevadas do inseticida.

Tabela 1: Quantificação de bactérias heterotróficas e fungos do solo (UFC/g solo), antes e após o ensaio de respirometria

Concentrações do Terpeno (µl/g de solo)	Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g de solo)			
	Bactérias heterotróficas		Fungos	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	4,3 x 10 ⁶	4,3 x 10 ⁶	4,8 x 10 ⁵	4,8 x 10 ⁵
0,09	3,9 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁶	4,5 x 10 ⁵	4,0 x 10 ⁵
1,00	3,5 x 10 ⁶	1,9 x 10 ⁶	3,8 x 10 ⁵	2,9 x 10 ⁵
10,0	3,2 x 10 ⁶	3,6 x 10 ⁶	3,2 x 10 ⁵	3,1 x 10 ⁵
50,0	3,5 x 10 ⁶	3,8 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁵
100,0	4,0 x 10 ⁶	4,4 x 10 ⁶	1,8 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁵

Figura 2 – Resultados da geração acumulada de CO₂ (mg) no ensaio de biodegradação do terpeno em solo natural tropical, a temperatura de 28 ± 2 °C



CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos nota-se que as concentrações do inseticida utilizadas neste estudo não afetaram a atividade microbiana do solo, dado a geração acumulada de gás carbônico no solo contaminado com o inseticida em relação ao solo controle, onde não foi adicionado o inseticida. Ressalta-se que são necessário estudos adicionais para quantificar a concentração do inseticida no solo, visando verificar sua biodegradação, ou seja, se a microbiota utiliza o composto como fonte de carbono no seu metabolismo.

A metodologia de Bratha demonstra que é possível avaliar o comportamento de xenobióticos no solo, dado a produção de CO₂, como resultado da atividade metabólica microbiana.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, A.B de. Uma análise das Políticas de Controle e Combate à Dengue, 2018. Dissertação (Mestrado em Gestão e Economia da Saúde) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, 2018. Disponível em <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/33931/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Amanda%20Bezerra%20de%20Ara%c3%bajo.pdf>. Acesso em 26 de abril de 2024.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. Bactérias heterotróficas – contagem em placas: método de ensaio. São Paulo, 1986.

D’ADDABBO, T.; AVATO, P. Chemical composition and nematocidal properties of sixteen essential oils—A review. **Plants**, v. 10, n. 7, p. 1368, 2021

DOS SANTOS SOLDERA, Paulo Eduardo et al. Respirimetria de Bartha como ferramenta na avaliação da decomposição anaeróbia de efluentes de abatedouros. **Revista DAE**, 2020.

GIBBONS, D.; MORRISSEY, C.; MINEAU, P. A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. **Environ. Sci. Pollut. Res.** 2015, 22, 103–118.

OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. Aerobic and anaerobic transformation in soil. *Guideline for Testing of Chemicals – 307*, p. 17, 2002.