

# AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DO SOLO DE DIFERENTES MANEJOS AGRÍCOLAS (CONVENCIONAL E ORGÂNICO) UTILIZANDO *Lactuca sativa*.

Renata Muniz Missurini<sup>1</sup>  
Mariana Futenma de Lima<sup>2</sup>  
Maria Lucia Ribeiro<sup>3</sup>  
Guilherme Rossi Gorni<sup>3</sup>

**Resumo:** Com o decorrer dos anos, a agricultura mundial cresceu em produtividade e área cultivada, levando a um aumento no uso de agrotóxicos. Atualmente o Brasil é considerado um dos principais consumidores de agrotóxicos do mundo, dentre eles os herbicidas e os inseticidas são os mais comercializados. Por este motivo, há uma maior preocupação em conhecer o comportamento e o destino destes compostos nos diversos ecossistemas, principalmente no solo. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo averiguar o efeito ecotoxicológico do extrato da fração solúvel do solo de dois manejos diferentes (orgânico e convencional) do Assentamento Bela Vista do Chibarro, localizado no município de Araraquara-SP, sobre os *endpoints* porcentagem de germinação e o crescimento de *Lactuca sativa* (alface). Para tanto, foram extraídas as frações solúveis dos solos orgânico e convencional utilizando água e, o extrato obtido foi utilizado para irrigar as sementes de alface cultivadas em ágar bacteriológico. Ao final de 21 dias, as plântulas foram retiradas do meio de cultivo e foram registradas a quantidade de sementes que germinaram e as medidas do comprimento total das raízes. Os resultados demonstraram que apenas um ponto de amostragem apresentou uma menor porcentagem de germinação e um menor crescimento das raízes, porém essa diferença não foi estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ), quando comparada com os outros tratamentos. Com isso, conclui-se que os manejos agrícolas não diferem quanto às variáveis estudadas. Cabe ressaltar que o assentamento rural possui uma complexa trama de culturas orgânicas e convencionais, além de pastagens numa mesma área, podendo influenciar principalmente os lotes orgânicos, uma vez que não se encontram isolados, mas sim inseridos em uma matriz heterogênea.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos; Solo; Ecotoxicologia; *Lactuca sativa*; Assentamento.

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a agricultura mundial aumentou sua produtividade e área cultivada. O constante crescimento da população e a crise de alimentos no mundo têm levado a um aumento no uso de agrotóxicos para o controle de ervas daninhas, doenças e pragas, e por consequência muitas substâncias foram desenvolvidas, com funcionalidades diferenciadas e comportamentos ambientais distintos. Deste modo, devido à intensiva utilização destes produtos químicos e pela capacidade de formação de grandes quantidades de resíduos, há uma maior preocupação em conhecer o comportamento e o destino dos agrotóxicos nos diversos ecossistemas (ARAÚJO, 2002; ARMAS e MONTEIRO, 2005).

Nunes (2010) afirma que a possibilidade de contaminação de águas superficiais e subterrâneas justifica o grande interesse pelo comportamento dos agrotóxicos no solo, uma vez que quando esses compostos são introduzidos, apresentam como destino final os corpos d'água. Nesse contexto a poluição destes ecossistemas pode ter consequências importantes para todas as formas de vida, como a alteração da qualidade da atmosfera, da água e do solo (ANDRÉA, 2010).

---

<sup>1</sup>Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara/SP. E-mail: [renatammuniz@hotmail.com](mailto:renatammuniz@hotmail.com).

<sup>2</sup>Discente (Mestrado) do PPG em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara/SP. E-mail: [futenma19@gmail.com](mailto:futenma19@gmail.com).

<sup>3</sup>Docente do PPG em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara/SP.

A partir dos anos 50, a agricultura moderna priorizou um modelo tecnológico denominado “Revolução Verde”, com base no uso intensivo da mecanização, adubos minerais de alta solubilidade e agroquímicos. Esse tipo de agricultura pode provocar contaminação de solos, água e ar, além de causar resistência de pragas. Durante esse período, a agricultura se desenvolveu expressivamente, provocando inúmeros impactos ao ambiente (KAMIYAMA *et al.*, 2011). Além disso, esse modelo de agricultura praticado é direcionado aos grandes produtores e contribui para o crescimento das indústrias (MARIANI e HENKES, 2015).

O uso de agrotóxicos tem se difundido na agricultura, especificamente no Brasil onde são extremamente relevantes no modelo de desenvolvimento da agricultura. Atualmente, o país é considerado um dos maiores consumidores do mundo, sendo 60% dos produtos comercializados no país, os herbicidas e inseticidas (CASSAL *et al.*, 2014). Dentre estes, o glifosato é um dos mais empregados na atualidade, dominando mais da metade do mercado mundial (JACOBI, GIATTI e FERRAZ DE TOLEDO, 2016). E ainda, de acordo com alguns agricultores do assentamento Bela Vista do Chibarro, é o herbicida mais utilizado nas plantações, seja em culturas de cana de açúcar, milho ou soja, no entorno de suas propriedades, como em suas próprias plantações.

Entretanto, o interesse pelos sistemas orgânicos de cultivo vem aumentando, especialmente em comparação à agricultura convencional. Esses sistemas fazem parte do conceito abrangente de agricultura alternativa (CAMPANHOLA e VALARINI, 2001; DE ASSIS e ROMEIRO, 2002; BARBOZA *et al.*, 2012). Esse movimento de agricultura alternativo ao convencional tem por princípios a não utilização de insumos potencialmente poluidores, respeito aos ciclos biogeoquímicos e preservação do meio ambiente (água, solo e ar), buscando assim proporcionar nos alimentos uma fonte de vida saudável e sustentável (FARIAS, 2015). A adoção de práticas agroecológicas, com suas práticas e formas de manejo alternativas, permite o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente consciente e, com isso, produtiva, econômica e socialmente viável (KAMIYAMA *et al.*, 2011; BARBOZA *et al.*, 2012).

Para tanto, visando o monitoramento da qualidade do solo, são realizadas técnicas laboratoriais físico-químicas, e como complemento a essas, a ecotoxicologia se mostra uma ferramenta eficiente (LEONEL, 2012), com estudos ecotoxicológicos de solo crescendo a cada ano e testes de ecotoxicidade desenvolvidos por várias instituições de pesquisa e órgãos de monitoramento ambiental em todo o mundo. Zagatto e Bertolotti (2008) e Silva, Pompêo e Paiva (2015) defendem que os testes de toxicidade são extremamente importantes para avaliar o potencial de risco ambiental dos contaminantes, uma vez que somente as análises químicas não possibilitam esse tipo de avaliação. Além disso, as análises de toxicidade já vêm sendo exigidas por leis ambientais no Brasil, como por exemplo, as Resoluções CONAMA 357 (2005) e 430 (2011).

A espécie indicadora *Lactuca sativa* L. (alface) é amplamente utilizada em bioensaios, pois apresenta germinação rápida e homogênea, possui crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos das soluções (GONÇALVES, COELHO e CAMILI, 2016). Além disso, os bioensaios têm sido recomendados e aplicados por diferentes agências de proteção ambiental (OECD, 1984; USEPA, 1989).

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo averiguar o efeito ecotoxicológico do extrato da fração solúvel do solo de dois manejos diferentes (orgânico e convencional) do Assentamento Bela Vista do Chibarro, localizado no município de Araraquara-SP, sobre a porcentagem de germinação e o crescimento das plântulas de *L. sativa*.

## **METODOLOGIA**

As amostras de solo foram coletadas em duas etapas, no assentamento Bela Vista do Chibarro, localizado no município de Araraquara – SP, nos meses de Março e Agosto de 2017. Os 4 pontos de amostragem estão distribuídos em dois lotes distintos, sendo os pontos 1 e 2 localizados no lote com produção olerícola de manejo orgânico, o qual possui terreno em declive e no seu entorno, plantações de milho, banana e cana-de-açúcar. Os pontos 3 e 4 estão presentes no lote com agricultura de manejo convencional, sendo o ponto 3 o único localizado próximo ao corpo d’água, uma vez um desvio foi realizado com a intenção de captar água para a irrigação.

O solo coletado foi seco em câmara de germinação a 30°C por 2 dias, triturado e peneirado com malha de 2 mm. Para a extração da fração solúvel do solo foi utilizado o protocolo de extração sequencial, adaptado da proposta de Gaivizzo (2001), adicionando 40 g de solo processado a 200 ml de água deionizada em frascos Erlenmeyer. Essas soluções permaneceram em agitação a 30 rpm em câmara incubadora com agitação orbital (*shaker*), por 10 horas à 25°C. Após esse período, os extratos da fração solúvel do solo foram filtrados em papel filtro qualitativo e armazenados em frascos de vidro sob refrigeração (4°C).

No desenvolvimento da metodologia de germinação das sementes de *L. sativa* foram adaptados os protocolos descrito por Pelegrini *et al.* (2014), que utiliza a germinação de sementes em meio ágar para avaliação ecotoxicológica, e o protocolo descrito por Sobrero e Ronco (2004), que avalia toxicidade de substâncias sobre a germinação de sementes de alface.

Em frascos de vidro transparente com tampa de rosca, foram adicionados 20 ml de meio de cultura à base de ágar bacteriológico enriquecido com sais e 10 sementes de *L. sativa*. Foram realizadas 3 repetições para cada ponto de amostragem. Estes frascos foram irrigados duas vezes na semana, sendo adicionados 3 ml de água deionizada nas repetições do grupo controle e 3 ml do extrato da fração solúvel do solo nas repetições dos pontos de amostragem. Durante 21 dias, os frascos permaneceram em ambiente climatizado, com temperatura de 22 ± 2°C e iluminação de lâmpadas fluorescentes (18W) com fotoperíodo de 12h:12h (luz:escuro).

As sementes de alface que germinaram normalmente, considerando como critério o aparecimento efetivo da raiz, foram registradas para calcular a porcentagem de germinação. As plântulas foram dispostas em papel milimetrado e foi medido o comprimento total das raízes (mm) determinando assim o crescimento das plântulas de *L. sativa*. As métricas ecotoxicológicas propostas neste estudo (Tabela 1) foram obtidas por meio do *software* Image J versão 1.51j8 (NIH, 2017), calculando a média das duas coletas para cada ponto.

**Tabela 1 - Métricas ecotoxicológicas.**

Organismos	Metodologia	Métricas
<i>Lactuca sativa</i> L.	Foram registradas as sementes que germinaram	Porcentagem de germinação
	As plântulas foram dispostas em papel milimetrado, medindo-se o comprimento total das raízes	Crescimento das plântulas de <i>L. sativa</i> (Média do comprimento total das raízes – mm)

**Fonte:** Próprio autor (2018).

Os dados obtidos foram analisados utilizando o software Paleontological Statistics – PAST, versão 3.16 (HAMMER, HARPER e RYAN, 2001), empregando o teste de Kruskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ) visando avaliar a diferença entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios de ecotoxicidade utilizando um meio ágar, se mostraram eficientes, uma vez que foi possível manter a integridade das plântulas, principalmente das radículas. Os valores correspondentes às métricas ecotoxicológicas estão demonstrados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Média e erro padrão das métricas ecotoxicológicas.**

Controle	Manejo orgânico		Manejo Convencional	
	P1	P2	P3	P4

<b>Crescimento de <i>L. sativa</i><sup>1</sup></b>	67,83 ± 6,35	58,43 ± 1,62	61,47 ± 5,56	39,93 ± 10,02	58,05 ± 4,68
<b>Germinação (%)</b>	95 ± 3,42	93,33 ± 3,33	93,33 ± 6,67	65 ± 17,08	93,33 ± 6,67

Legenda: <sup>1</sup> = Média do comprimento total das raízes em milímetros.

**Fonte:** Próprio autor (2018).

Os resultados demonstraram que apenas um ponto de amostragem (P3) apresentou um menor crescimento das raízes (39,93 mm) e uma menor porcentagem de germinação (65%), porém essa diferença não foi estatisticamente significativa ( $p = 0,12$  e  $p = 0,53$ , respectivamente) quando comparada com os outros tratamentos.

Este ponto está localizado no lote com manejo convencional. Possui um total de 16 hectares nos quais apenas uma parcela é utilizada para agricultura com manejo convencional, e segundo o agricultor, há a utilização de agrotóxicos, adubos e fertilizantes sintéticos, dentre eles o Roundup®. A plantação olerícola irrigada inclui alface de diferentes tipos, couve, salsa, cebolinha, rúcula, entre outros. É o único ponto próximo ao corpo d'água, e pela declividade do terreno, é o local que mais recebe os lixiviados dos contaminantes aplicados na plantação.

Visando o aprimoramento dos estudos ecotoxicológicos, a espécie de vegetal selecionada para essa pesquisa foi a *L. sativa*, posto que, segundo Pelegrini *et al.* (2006), os testes de toxicidade utilizando essa espécie constituem um recurso prático, de baixo custo e de sensibilidade razoável na indicação qualitativa da presença de substâncias tóxicas ou inibidores biológicos, como os pesticidas e herbicidas.

Campagna-Fernandes, Marin e Penha (2016), em pesquisa voltada a avaliação da sensibilidade do crescimento radicular em *L. sativa*, demonstraram em seus resultados que o crescimento da raiz foi um *endpoint* mais sensível quando comparado a porcentagem de germinação, uma vez que os efeitos no comprimento total das raízes foram detectados em concentrações menores, justificando a utilização de dois *endpoints* na avaliação de toxicidade em *L. sativa* apresentados neste estudo.

De maneira similar, pesquisas de Greve *et al.* (2012) e Molina *et al.* (2012), utilizaram meio de cultura a base de ágar contendo glifosato para investigar a toxicidade em diferentes espécies de hortaliças, dentre elas a *L. sativa*. A técnica utilizada possibilitou observar a germinação das sementes e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, sendo que as plântulas se apresentaram altamente sensíveis a concentrações baixas de glifosato, demonstrando assim sensibilidade significativa em sua germinação.

Rodrigues *et al.* (2017), avaliaram duas formulações a base de glifosato, Roundup® original (Monsanto) e o Herbicida AKB 480 (Kelldrin) em germinação de *L. sativa* e outras duas espécies de vegetais, das quais a alface apresentou maior sensibilidade ao Roundup®, enquanto ambas as formulações inibiram significativamente o crescimento radicular de todas as espécies testadas. Entretanto, Araújo *et al.* (2015), em pesquisa de avaliação da fitotoxicidade do glifosato em *L. sativa*, concluíram que este herbicida não apresentou toxicidade, o que contradiz a maioria dos estudos conduzidos na área, incluindo os resultados da presente pesquisa.

Assim, fica clara a carência de estudos utilizando ensaios ecotoxicológicos na agricultura orgânica. Exceção à regra é o estudo conduzido por Silva e Mattiolo (2010), que avaliou o efeito em germinação de *L. sativa*, do fitotóxico Rotenat®, um inseticida natural indicado para uso em culturas orgânicas, concluindo que esse composto promove significativa inibição na germinação e crescimento das plântulas, mesmo na concentração recomendada pelo fabricante.

De forma complementar, a agricultura intensiva (manejo convencional) com elevado uso de fertilizantes e agrotóxicos, associados às práticas de seleção de espécies (monocultura), promove importantes alterações na estrutura do solo, afetando a riqueza e a biomassa da microbiota do solo, e desta forma, sobrepõe-se aos processos biológicos do solo na definição da produtividade agrícola (LIMA *et al.*, 2010; MARCHÃO *et al.*, 2009; ANDERSON, 2009).

Silva *et al.* (2006) e Beecher *et al.* (2002) afirmam ser fundamental para a manutenção da qualidade do solo e da sustentabilidade de seu uso, que a biodiversidade seja promovida. Para tanto, buscaram-se modelos de agricultura mais sustentáveis como os sistemas agroecológicos, que visam diminuir a utilização massiva de insumos ou a sua substituição (ROSSET *et al.*, 2014).

Posto isto, Roel (2002) defende que a substituição de insumos sintéticos por produtos naturais tende a diminuir os custos de produção e gerar mais empregos, além de contribuir para fixar o homem no campo. Entretanto, Altieri (2002) defende que a simples substituição de insumos por outros menos agressivos, gera um aumento nos custos de produção e não reduz a vulnerabilidade das monoculturas, conseqüentemente não atende aos princípios fundamentais da produção orgânica.

Roel (op. Cit.) ainda assegura que a agricultura ecológica é um sistema economicamente exequível, que resgata práticas seculares e conhecimentos empíricos de populações rurais e, desta forma, melhora a qualidade de vida do produtor e sua família, resguardando o ambiente de degradações. Portanto, a transição da agricultura convencional para a agricultura orgânica deve ocorrer de maneira gradativa, não apenas com mudanças no sistema de produção, mas também da própria maneira de encarar a relação da produção com a natureza, iniciando em novas políticas agrárias com incentivos governamentais e à pesquisas, além do desenvolvimento de tecnologias eficientes, acessíveis e, acima de tudo, economicamente viáveis (ROSSET *et al.*, 2014; FEIDEN, 2001).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Com base nos resultados dos ensaios ecotoxicológicos com *L. sativa*, os manejos agrícolas (orgânico e convencional) não diferem quanto às variáveis estudadas.

- O local de estudo possui em seu entorno uma complexidade de manejos empregados, com áreas de agricultura orgânica, convencional e áreas de pecuária, aumentando assim a possibilidade de contaminação difusa, que pode influenciar principalmente os lotes orgânicos, uma vez que não se encontram isolados, mas sim inseridos em uma matriz heterogênea.

- Cabe destacar que nesta pesquisa foi utilizado o extrato aquoso da fração solúvel do solo nos ensaios ecotoxicológicos, evidenciando a necessidade de novos estudos que utilizem como matriz o solo puro.

- Ainda, sugere-se pesquisas ambientais mais aprofundadas no assentamento Bela Vista do Chibarro, com o intuito de monitorar as possíveis contaminações do solo por agrotóxicos, e que acompanhem a evolução da agricultura orgânica, incentivando a transição e otimizando os sistemas produtivos agroecológicos.

## REFERÊNCIAS

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

ANDERSON, J.M. Why should we care about soil fauna? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.835-842, 2009.

ANDRÉA, M.M. O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. **Acta Zoológica Mexicana** (n.s.), Número Especial 2, 2010. Disponível em: [http://www1.inecol.edu.mx/azm/AZM26-esp\(2010\)/AZM-Esp-7-Andrea.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/azm/AZM26-esp(2010)/AZM-Esp-7-Andrea.pdf). Acesso: 14 Set 2016.

ARAÚJO, A.R.S.; RODRIGUES, L.B.; BRITO, L.B.; VALADARES, M.C.; OLIVEIRA, G.A.R. Avaliação da ecotoxicidade do glifosato, o ingrediente ativo de alguns herbicidas. **Revista de Biotecnologia & Ciência**. Vol. 4, N°. 1, 2015.

ARAÚJO, A.S.F. **Biodegradação, extração e análise de glifosato em dois tipos de solos**. 2002. 63 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia – Microbiologia agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ARMAS, E.D.; MONTEIRO, R.T.R. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do Rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Química Nova**, vol. 28, n. 6, p.975-982, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n6/26824.pdf>. Acesso em: 14 Set 2016.

BARBOZA, L.G.A.; THOMÉ, H.V.; RATZ, R.J.; MORAES, A.J. Para além do discurso ambientalista: percepções, práticas e perspectivas da agricultura agroecológica. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, n.2, p.389-401, 2012.

BEECHER, N.A.; JOHNSON, R.J.; BRANDLE, J.R.; CASE, R.M.; YOUNG, L.J. Agroecology of birds in organic and nonorganic farmland. **Conservation Biology**, Boston, v.15, n.6, p.1620-1631, 2002.

BRASIL, **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

BRASIL, **Resolução CONAMA nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Publicada no DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89.

CAMPAGNA-FERNANDES, A.F.; MARIN, E.B.; PENHA, T.H.F.L. Application of root growth endpoint in toxicity tests with lettuce (*Lactuca sativa*). **Ecotoxicol. Environ. Contam.**, v. 11, n. 1, 27-32, 2016.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P.J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CASSAL, V.B.; AZEVEDO, L.F.; FERREIRA, R.P.; SILVA, D.G.; SIMÃO, R.S. Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. **REGET/UFMS**. Santa Maria, v.18, n.1, p.437-445, Abr. 2014. Disponível em: <http://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/12498/pdf>. Acesso em: 13 Set 2016.

DE ASSIS, R.L.; ROMEIRO, A.R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n.6, p.67-80, 2002.

FARIAS, A. B. E. O papel da agricultura familiar para a diversificação e valorização da produção de alimentos pós revolução verde no Brasil. **Revista de Direito Agrário e Agroambiental**. Minas Gerais, v. 1, n. 2, p 75-90, jan/dez. 2015;

FEIDEN, A. A conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. **Embrapa Agrobiologia – Documento nº 139**. Seropédica, RJ, 2001.

GAIVIZZO L.H.B. **Fracionamento e mobilidade de metais pesados em solo com descarte de lodo industrial**. 2001. 123f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GONÇALVES, V. D.; COELHO, M. D. F. B.; CAMILI, E. C. Bioensaios em sementes de *Lactuca sativa* L. com extrato de folhas de *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc. **Revista Internacional de Ciências**, v. 06, n. 02, p. 160 - 170, jul-dez, 2016.

GREVE, L.F.; MENDES, F.; MEDINA, A.; PELEGRINI, R.T. Desenvolvimento de ensaios ecotoxicológicos empregando as espécies de hortaliças *Brassica oleracea* var. *acephala*; *Eruca Sativa*; *Achicoria Amarilla*; *Brassica juncea*; *Lactuca Sativa* var. *Vanda*; *Brassica oleracea* var. *Capitata*; *Capsicum Annuum*; *Cucumis Anguria* L.; *Lycopersicum* sp. Mill.; *Beta vulgaris*. In **Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia** (Vol. 12). 2012.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST: Paleontological Statistics – versão 3.16**. 2001. Disponível em: <https://folk.uio.no/ohammer/past/>.

JACOBI, P.; GIATTI, L.; FERRAZ DE TOLEDO, R. A reflexividade em oposição à massificação da produção agrícola. **Ambiente & Sociedade**, XIX (3), 2016.

KAMIYAMA, A.; MARIA, I.C.; SOUZA, D.C.C.; SILVEIRA, A.P.D. Percepção ambiental dos produtores e qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.1, p.176-184, 2011.

LEONEL, L. F. **Utilização de bioensaios ecotoxicológicos com Danio rerio (Cypriniformes, Cyprinidae) e análises limnológicas para a avaliação dos ecossistemas aquáticos na bacia hidrográfica dos rios Itaqueri/Lobo (Itirapina/Brotas, SP)**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

LIMA S.S.; AQUINO A. M.; LEITE L.F.C.; VELÁSQUEZ E., LAVELLE P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.3, p.322-331, mar. 2010.

MARCHÃO, R.L.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1011-1020, 2009.

MARIANI, C.M.; HENKES, J.A. Agricultura orgânica x Agricultura convencional: Soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315 - 338, out. 2014/mar.2015.

MOLINA, J.; SALMAZO, L.G.; AVELAR, M.; MILANI, P.A.; ANDRADE, P.G.; TOGNOLI, R.B. Desenvolvimento de metodologia para avaliação de Toxicidade Crônica usando as espécies *Crambe abyssinica*; *Lactuca sativa*; *Salvia hispanica*, meio de cultura com nutrientes em AGAR. In **Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia** (Vol. 12). 2012.

NIH - NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. **Image J**. Image Processing and Analysis in Java. Disponível em: <https://imagej.nih.gov/ij/index.html>. Acesso em: 15 Nov. 2017.

NUNES, M.E.T. **Avaliação dos efeitos de agrotóxicos sobre a fauna edáfica por meio de ensaios ecotoxicológicos com *Eisenia andrei* (Annelida, Oligochaeta) e com comunidade natural de solo**. 175f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

OECD 208 (1984). Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). **Terrestrial Plants: Growth Test**. Guideline for Testing of Chemicals N ° 208.OECD Publications Service, Paris, 1984.

PELEGRINI, R.T. Estudo da sensibilidade de sementes de *Eruca sativa* (rúcula) utilizando substâncias tóxicas para agricultura. **XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA)** – João Pessoa - PB, 2006.

PELEGRINI, R.T.; MEDINA, A.F.; MENDES, F.; MOLENA, J.C.; GREVE, L.F.; SALMAZO, L.G.S.; MILAN, P.A.; ANDRADE, P.G.; TOGNOLI, R.B. Metodología de evaluación ecotoxicológica empleando germinación de semillas en gel nutriente como medio de cultura. **Rev. Ambient. Água** vol. 9 n. 2 Taubaté - Apr/Jun, 2014.

RODRIGUES, L.B.; OLIVEIRA, R.; ABE, F.R.; BRITO, L.R.; MOURA, D.S.; VALADARES, M.C.; GRISOLIA, C.K.; OLIVEIRA, D.P.; OLIVEIRA, G.A.R. Ecotoxicological assessment of glyphosate-based herbicides: Effects on different organisms. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 36, No. 7, pp. 1755–1763, 2017.

ROEL, A.R. A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. **INTERAÇÕES - Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. Vol. 3, N. 4, p. 57-62, Mar. 2002.

ROSSET, J.S.; COELHO, G.F.; GRECO, M.; STREY, L.; GONÇALVES-JUNIOR, A.C. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. **Scientia Agraria Paranaensis**, 13(2), p.80-94, 2014.

SILVA, D.C.V.R.; POMPÊO, M.; PAIVA, T.C.B. A Ecotoxicologia no Contexto Atual no Brasil. In: POMPÊO, M.; MOSCHINI-CARLOS, V.; NISHIMURA, P.Y.; SILVA, S.C.; DOVAL, J.C.L. (Org.). **Ecologia de Reservatórios e Interfaces**. Cap. 22, p. 340-353. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2015.

SILVA, J.N.; MATTIOLO, S.R. Estudo da germinação e crescimento de sementes de alface (*Lactuca sativa*) na presença do Rotenat®. **XVI Seminário Anual PIBIC e VII Seminário Anual PROBIC** - Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo - CTMSP, 2010.

SILVA, R.F. da; AQUINO, A.M. de; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.697-704, 2006.

SOBRERO, M. C.; RONCO, A. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). **Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas**. IDRC/IMTA. Canadá, Capítulo, 4, 71-79, 2004.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Protocols for short term toxicity screening of hazardous waste sites.** US EPA 600/3-88/029, Corvallis, 1989.

ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações.** São Carlos: RiMa, 2008.