

AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DO SOLO DE DIFERENTES MANEJOS AGRÍCOLAS (CONVENCIONAL E ORGÂNICO) COM *DAPHNIA MAGNA*

Renata Muniz Missurini¹
Mariana Futenma de Lima²
Mayara Caroline Felipe³
Maria Lucia Ribeiro⁴
Guilherme Rossi Gorni⁴

RESUMO: O solo tem recebido, Ao longo dos anos, diversos contaminantes que podem comprometer os organismos e o ambiente. O modelo de agricultura convencional é o maior responsável por estas ações, principalmente no Brasil, que hoje é considerado um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. Em vista disso, a investigação desses contaminantes e suas interações com o ecossistema são de extrema importância. Portanto, o presente trabalho visa avaliar a ecotoxicidade do solo de diferentes manejos agrícolas (convencional e orgânico), localizados no Assentamento Bela Vista do Chibarro, no município de Araraquara-SP, utilizando *Daphnia magna* como organismo bioindicador. Para tanto, foram extraídas, com água, as frações solúveis dos solos, orgânico e convencional, e o extrato obtido foi aplicado em ensaios de toxicidade aguda com *D. magna*. Para qualificar os resultados foi utilizada uma escala de toxicidade relativa e, na análise dos dados, foi empregado o teste de Kruskal Wallis, seguido do teste de Mann-Whitney (corr. Bonferroni). Os ensaios ecotoxicológicos demonstraram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os pontos amostrados e, a análise *à posteriori*, indicou menor percentagem de sobrevivência dos organismos em apenas um ponto, sendo este resultado considerado altamente tóxico na escala de toxicidade relativa. Portanto, conclui-se que o manejo do solo não é uma variável com interferência direta, o que sugere a influência de outras variáveis como declividade do terreno e ou localização dos pontos, uma vez que a área onde se localiza o assentamento é particularmente heterogênea e, em consequência complexa, contemplando diversos manejos dentre eles os orgânicos, convencionais e pastagens.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Solo; Ecotoxicologia; *Daphnia magna*; Assentamento.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o solo tem sido utilizado como receptor de substâncias resultantes das atividades antrópicas, que introduzem diversos compostos no ambiente, sejam eles insumos ou outros contaminantes (MARION, 2011). Boa parte destes compostos atinge o ambiente por aplicação direta ou dispersão, comprometendo a saúde dos organismos e do próprio ambiente (ANDRÉA, 2010).

Araújo (2002), Armas e Monteiro (2005) afirmam que o constante crescimento da população e a crise de alimentos no mundo têm levado a um aumento no uso de

¹Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara/SP. E-mail: renatammuniz@hotmail.com.

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

³Discente (Doutorado) do PPG em Engenharia Hidráulica e Saneamento - SHS (EESC -USP).

⁴Docente do PPG em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara/SP.

agrotóxicos para o controle de ervas daninhas, doenças e pragas. E ainda, com a intensiva utilização destes compostos e pela capacidade de formação de resíduos, há uma maior preocupação em conhecer seu comportamento e destino nos diversos ecossistemas.

Durante o período denominado “Revolução Verde”, a partir de meados dos anos 50, a agricultura se desenvolveu expressivamente causando inúmeros impactos ao ambiente. Acarretando contaminação de solos, água e ar, além de causar resistência de pragas. (KAMIYAMA *et al.*, 2011). Esse modelo de agricultura praticado, direcionado aos grandes produtores, contribui tanto para o aumento da produção no meio rural como para o crescimento das indústrias (MARIANI e HENKES, 2015).

Com isso, os agrotóxicos tornaram-se extremamente relevantes no modelo de desenvolvimento da agricultura no Brasil, posto que atualmente, é considerado um dos maiores consumidores do mundo (CASSAL *et al.*, 2014). Dentre os herbicidas, um dos mais empregados na atualidade, representando 60% do mercado mundial, é o glifosato (SOUZA *et al.*, 2006). Comercializado desde 1970 como princípio ativo do Roundup®, o glifosato foi desenvolvido pioneiramente pela Monsanto (WHO, 1994). Além do mais, 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, tanto no entorno de suas propriedades, como em suas próprias plantações.

Neste contexto, esse modelo de agricultura, conhecido atualmente como “convencional”, não supre as necessidades alimentares da população, além de impactar o ambiente. Como forma de mudança deste cenário, frente a estes obstáculos, movimentos que buscam soluções alternativas ganham força (SANTOS *et al.*, 2012), intensificando o reconhecimento de modelos agrícolas que considerem a importância das diferentes interações ecológicas para a produção agrícola (ASSIS, 2006).

O movimento de agricultura alternativo ao convencional tem por princípios a não utilização de insumos potencialmente poluidores, respeito aos ciclos biogeoquímicos e preservação do ambiente, buscando assim proporcionar nos alimentos uma fonte de vida saudável e sustentável (FARIAS, 2015). Com isso, o sistema agroecológico, torna-se uma alternativa de produção sustentável, que permite o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente consciente, produtiva, econômica e socialmente viável, proporcionando uma mudança na relação homem-natureza (KAMIYAMA *et al.*, 2011; BARBOZA *et al.*, 2012).

Deste modo, visando o monitoramento da qualidade do solo nos diferentes sistemas agrícolas, são empregadas técnicas laboratoriais físico-químicas e microbiológicas, e como complemento a essas, a ecotoxicologia mostra-se uma ferramenta eficiente (CARBONE CARNEIRO *et al.*, 2009). Os estudos ecotoxicológicos de solos crescem a cada ano e os ensaios de ecotoxicidade são desenvolvidos por várias instituições de pesquisa e órgãos de monitoramento ambiental em todo o mundo. Zagatto e Bertoletti (2008) e Silva *et al.* (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 ecotoxicidade já vêm sendo exigidas por leis ambientais no Brasil.

Para Campagna-Fernandes, Marin e Penha (2016), estes bioensaios se tornaram uma ferramenta importante para avaliar o potencial tóxico de substâncias químicas e até mesmo os efeitos deletérios das condições ambientais adversas (pH, temperatura, oxigênio) para diferentes espécies. Os ensaios de ecotoxicidade com invertebrados aquáticos fornecem importante suporte na determinação de impactos ao ambiente, sendo o uso de *Daphnia magna* (Cladocera, Crustacea) como indicador biológico, internacionalmente padronizado (LAITANO e MATIAS, 2006; SOARES DE MENDONÇA, 2005).

Ressaltando a importância de analisar o impacto na qualidade ambiental numa área heterogênea de culturas e manejos, sendo esta um Assentamento de Reforma Agrária, o presente trabalho visa avaliar a ecotoxicidade do extrato da fração solúvel do solo de diferentes manejos agrícolas (convencional e orgânico), localizados no Assentamento Bela Vista do Chibarro, na cidade de Araraquara-SP, utilizando como ferramenta ensaios ecotoxicológicos com *Daphnia magna*.

METODOLOGIA

As amostras de solo foram coletadas, 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 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, onde um desvio foi realizado com a intenção de captar água para a irrigação.

O solo coletado foi seco em câmara de germinação (BOD) com fotoperíodo 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).

Nos bioensaios de ecotoxicidade foram utilizadas neonatas de *Daphnia magna* de 3ª geração nascidas em até 24 horas, em testes estáticos, ou seja, não houve renovação do meio. Os procedimentos adotados seguiram normativas descritas nos protocolos da OECD 202 (2004) e NBR 12713 (ABNT, 2016). O ensaio foi realizado em frascos de vidro contendo 100 mL do extrato da fração solúvel do solo dos pontos de amostragem, sendo realizadas 3 repetições para cada ponto. Para os controles, foi utilizada água reconstituída com dureza total entre 175 a 225 mg CaCO₃/L e pH entre 7,6 a 8,0. Em cada repetição foram adicionados 10 organismos. O ensaio foi realizado em câmara incubadora (BOD) a uma temperatura de 20 ± 2°C, com fotoperíodo de 16h:8h (luz: escuro), durante 48 horas. Ao final do ensaio, foi verificada a porcentagem de sobrevivência destes organismos, comparando a uma escala de toxicidade relativa proposta por Brandolt e Lobo (2010).

Os dados obtidos foram analisados utilizando o software Paleontological Statistics – PAST, versão 3.16 (HAMMER, HARPER e RYAN, 2001). Visando comparar os tratamentos foi empregado o teste de Kruskal Wallis ($\alpha = 0,05$), seguido do teste de Mann-Whitney (corr. Bonferroni) para comparação entre médias à *posteriori*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 1 e Figura 1 referem-se à porcentagem de sobrevivência dos neonatos, no ensaio de toxicidade aguda com *D. magna*.

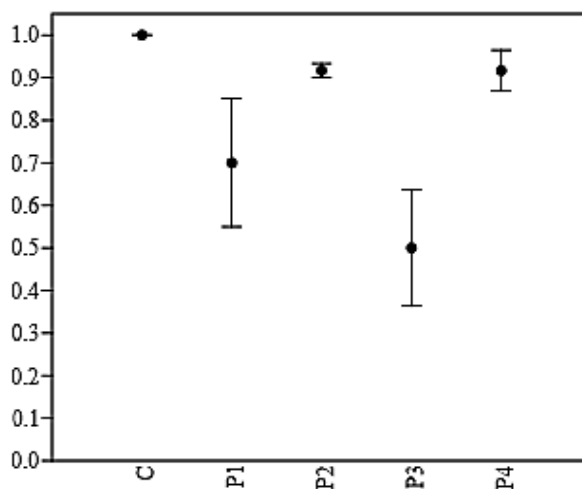
Tabela 1 - Média e erro padrão da porcentagem (%) de sobrevivência de *D. magna*, e classificação de toxicidade relativa proposta por Brandolt e Lobo (2010).

Pontos de amostragem	Porcentagem de sobrevivência ± erro padrão	Toxicidade relativa
----------------------	--	---------------------

	Controle	100 ± 0	Sem toxicidade
Manejo orgânico	P1	70 ± 15,05	Medianamente tóxico
	P2	92 ± 1,67	Pouco tóxico
Manejo Convencional	P3	50 ± 13,66	Altamente tóxico
	P4	92 ± 4,77	Medianamente toxico

Fonte: próprio autor (2018).

Figura 1 – Porcentagem de sobrevivência de *D. magna*.



Fonte: próprio autor (2018).

Os resultados obtidos nos ensaios ecotoxicológicos demonstraram que houve diferença estatisticamente significativa entre os pontos amostrados ($p = 0,001$) e, a análise *à posteriori*, indicou menor porcentagem de sobrevivência dos organismos em apenas um ponto (P3), quando comparado ao controle. Utilizando a escala de toxicidade relativa proposta por Brandolt e Lobo (2010), o ponto P3 é considerado altamente tóxico aos neonatos de *D. magna*, o P1 apresenta toxicidade mediana, enquanto os pontos P2 e P4 apresentaram sobrevivência média de 92%, sendo considerados pouco tóxicos.

O P3 está localizado no lote com manejo convencional. Este lote possui 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.

Os ensaios ecotoxicológicos revelaram que em 3 pontos de amostragem a toxicidade relativa do extrato apresenta-se como pouco e medianamente tóxica. Resultados similares foram obtidos por Castro (2013), que objetivou avaliar percolados de solo com resíduo de usina termelétrica em espécie do gênero *Daphnia* e *Lactuca sativa*, demonstrando que o solo provavelmente retém as substâncias tóxicas do lixiviado, uma vez que não foi expresso potencial tóxico nos organismos.

Nakagome, Noldin e Resgalla Jr. (2006), utilizando análise toxicológica com o mesmo organismo, indicam que os herbicidas possuem toxicidade mínima, já os inseticidas apresentam maior periculosidade de impacto ecológico. Ainda, Laitano e Matias (2006), confirmam que os bioensaios com estes organismos apresentam-se como

ferramentas práticas e vantajosas na avaliação da toxicidade, gerando respostas seguras para o controle e monitoramento da qualidade ambiental.

Na agricultura convencional, o glifosato é amplamente utilizado em sucessivas aplicações. Este herbicida e seu metabolito (AMPA) geralmente são detectados em amostras de solo (APARICIO *et al.* 2013; DIDDEN e RÖMBKE, 2001). No solo, é fortemente adsorvido, fazendo com que haja dificuldade da extração do mesmo (JONGE *et al.*, 2001).

A qualidade da extração de glifosato e do AMPA está diretamente ligada ao tipo de solo analisado. Nos solos argilosos a extração fica comprometida, e isso se deve a elevada competitividade pelos sítios iônicos (CASTRO, 2005). Ademais, a determinação destes compostos, quando adicionados ao solo, é importante para avaliar o grau de contaminação e monitorar ao longo do tempo, a lixiviação para o lençol freático, escoamento superficial ou erosão (GAIVIZZO, 2001). Visto isso, são necessárias técnicas de extração ou fracionamento destes compostos, uma vez que as extrações sequenciais utilizam extratores geralmente com agressividade crescente. No presente estudo, utilizamos a água como extrator para obtenção do extrato da fração solúvel do solo, por conta da sensibilidade dos organismos presentes nos ensaios.

Assim, há limitações no extrato da fração solúvel do solo, visto que no solo os contaminantes não ocorrem isolados, mas sim como misturas complexas que interagem dinamicamente por processos químicos, físicos e biológicos (LOGAN, 1998). A disponibilidade dos contaminantes na fração solúvel do solo, apesar de presentes, não foi suficiente para apresentar danos aos organismos, uma vez que para sua extração são necessários processos químicos e reagentes específicos.

Convém reforçar que o local de estudo, está disposto em uma área heterogênea e em seu entorno, existe uma complexidade de manejos empregados, onde se encontram áreas de agricultura orgânica, convencional e áreas de pecuária, aumentando assim a possibilidade de contaminação difusa.

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 (LIMA *et al.*, 2010; MARCHÃO *et al.*, 2009). De forma complementar, Anderson (2009) pontua que a agricultura convencional sobrepõe-se aos processos biológicos do solo na definição da produtividade agrícola.

De acordo com Silva *et al.* (2006) e Beecher *et al.* (2002), para a manutenção da qualidade do solo e da sustentabilidade de seu uso é fundamental que a biodiversidade seja promovida. A biodiversidade dessas áreas agrícolas é constituída por populações de espécies vegetais e animais que vivem nos agroecossistemas.

Para tanto, buscam-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). Roel (2002) afirma que 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, que agridem o ambiente por outros menos agressivos, gera um aumento nos os 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 viável que resgata práticas seculares e conhecimentos empíricos de populações rurais e desta forma melhora a qualidade de vida do produtor e de sua família e resguarda o ambiente de degradações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os ensaios ecotoxicológicos com *D. magna* apresentaram resultados relevantes em relação à toxicidade do extrato da fração solúvel do solo, uma vez que estes organismos bioindicadores são mais sensíveis aos contaminantes.

- Com base nos dados destes bioensaios, os manejos agrícolas (orgânico e convencional) não são uma variável com interferência direta, o que sugere a influência de variáveis como declividade do terreno ou localização dos pontos em relação a outras culturas.

- A área onde se localiza o assentamento é particularmente heterogênea e, em consequência complexa, contemplando diversos manejos dentre eles os orgânicos, convencionais e pastagens, o que aumenta a possibilidade de contaminação difusa, influenciando principalmente os lotes orgânicos.

- Convém ressaltar 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

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12713: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia spp.* (Crustacea, Cladocera)**. Rio de Janeiro, 2016.

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.

APARICIO, V.C.; GERÓNIMO E.D.; MARINO D.; PRIMOST J.; CARRQUIRIBORDE P.; COSTA, J.L. Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins. **Chemosphere**, 93, 1866–1873, 2013.

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.

ASSIS, R.L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Econ. Aplic.**, 10(1): 75-89, jan-mar 2006.

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.

BRANDOLT, T. D.; LOBO, E. A. Avaliação ecotoxicológica utilizando bioensaios com *Daphnia magna* em água de lavoura de arroz no município de Mostardas, RS, Brasil. **Tecno-Lógica**, 14(2), 47-51. 2010.

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.

CARBONE CARNEIRO, M.A.; DAMACENA DE SOUZA, E.; FIALHO DOS REIS, E.; SERON PEREIRA, H.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Vol. 33, núm. 1, enero-febrero, 2009, pp. 147-157.k

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/UFSM**. Santa Maria, v.18, n.1, p.437-445, Abr. 2014.

CASTRO, A.S. **Avaliação pontual da degradação e transporte do herbicida glifosato no solo da Bacia do Arroio Donato – Pejuçara (RS)**. 102fls. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2005.

CASTRO, F. J. **Avaliação ecotoxicológica dos percolados das colunas de cinzas de carvão e de solos com cinzas de carvão utilizando *Lactuca sativa* e *Daphnia similis* como organismos teste**. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, 2013.

DIDDEN, W.A.M.; RÖMBKE, J. Enchytraeids as indicator organisms for chemical stress in terrestrial ecosystems. **Ecotoxicology Environmental Safety**, 50: 25-43, 2001.

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.

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.

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

JONGE, H.; JONGE, L.W.; JACOBSEN, O.H.; YAMAGUSHI, T.; MOLDRUP, P. Glyphosate sorption in soils of different pH and phosphorus content. **Soil Science**, v.166, p.230-238, 2001.

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.

LAITANO, K.S.; MATIAS, W.G. Testes de Toxicidade com *Daphnia magna*: Uma Ferramenta para Avaliação de um Reator Experimental UASB. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, v. 1, n. 1, 43-47, 2006.

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.

LOGAN, T.L. Impact of soil chemical reactions of food chain contamination and environmental quality. In: HUANG, P.M. (Org.). **Future prospects for soil chemistry**. Madison: SSSA, p.191-204, 1998.

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.

MARION, L.F. **Avaliação da qualidade do solo em propriedades agrícolas familiares em sistema de cultivo convencional e de bases ecológicas, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil**. 85f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2011.

NAKAGOME, F.K.; NOLDIN, J.A.; RESGALLA JR., C.; Toxicidade aguda e análise de risco de herbicidas e inseticidas utilizados na lavoura de arroz irrigado sobreo cladóceros *Daphnia magna*. **Pesticidas: r.ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v.16, p.93-100, jan./dez. 2006.

OECD 202 (2004). Organization for Economic Co-operation and Development. ***Daphnia* sp. Acute Immobilization Test**. Guideline for the Testing of Chemicals N° 202. Paris, France, 2004.

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.

SANTOS, J. O. *et al.* A evolução da agricultura. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental GVAA Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas**. Pombal, v. 6, n. 1, p 35-41, jan/dez. 2012.

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, 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.

SOARES DE MENDONÇA, V. **Aplicabilidade de testes de toxicidade aguda com *Daphnia magna* e *Vibrio fischeri*, no monitoramento da qualidade das águas de bacias hidrográficas: o caso do rio Ipojuca em Pernambuco**. 84f. Dissertação (Dissertação em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.

SOUZA, T.A.; MATTA, M.H.R; MONTAGNER, E.; ABREU, A.B.G. **Estudo da recuperação de glifosato e AMPA derivados em solo utilizando-se resinas nacionais**. Química Nova, v. 29, n. 6, p. 1372-1376, 2006.

WHO – World Health Organization International programme on chemical safety. **Environmental Health Criteria 159 – Glyphosate**. Geneva, Switzerland, 1994. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/40044/1/9241571594-eng.pdf>. Acesso em: 3 Mar 2018.

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