

Estudo da vulnerabilidade dos recursos hídricos por agrotóxicos na bacia hidrográfica do Rio Pindaré, João Lisboa, Maranhão, Brasil

Study of the vulnerability of water resources by pesticides in the Pindaré river basin, João Lisboa, Maranhão, Brazil

Estudio de la vulnerabilidad de los recursos hídricos por plaguicidas en la cuenca del río Pindaré, João Lisboa, Maranhão, Brasil

Recebido: 14/09/2021 | Revisado: 25/09/2021 | Aceito: 29/09/2021 | Publicado: 01/10/2021

Saiane Oliveira Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8311-8239>

Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

E-mail: saianecosta@gmail.com

Caio Nunes Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2272-8628>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil

E-mail: caionunes2303@gmail.com

José Fábio França Orlanda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6402-6192>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil

E-mail: fabio.franca@uemasul.edu.br

Resumo

Este estudo avaliou a previsão de contaminação dos recursos hídricos, por agrotóxicos, na bacia do rio Pindaré, no município de João Lisboa (Maranhão), empregando os modelos matemáticos da EPA, GUS e GOSS. Os resultados mostraram que 40,0% dos agrotóxicos aplicados pelos agricultores nas lavouras apresentam risco de atingirem os recursos hídricos. Os princípios ativos aminopilaride, fluroxipir, picloram e triclopir foram considerados como potenciais contaminantes das águas subterrâneas. Com isso, recomenda-se que se deve evitar o uso desses ingredientes ativos ou promover a substituição por outros com menor mobilidade, visando com isso à proteção ambiental.

Palavras-chave: Agrotóxicos; João Lisboa - MA; Contaminação; Recursos hídricos; Monitoramento ambiental.

Abstract

This study evaluated the prediction of contamination of water resources by pesticides in the Pindaré river basin, in the municipality of João Lisboa (Maranhão), using the mathematical models of EPA, GUS and GOSS. The results showed that 40,0% of pesticides applied by farmers on crops are at risk of reaching water resources. The active principles aminopilaride, fluroxypyr, picloram and triclopyr were considered as potential groundwater contaminants. With this, it is recommended that the use of these active ingredients should be avoided or the substitution of others with less mobility promoted, with a view to environmental protection.

Keywords: Pesticides; João Lisboa - MA; Contamination; Water resources; Environmental monitoring.

Resumen

Este estudio evaluó la predicción de la contaminación de los recursos hídricos por plaguicidas en la cuenca del río Pindaré, en el municipio de João Lisboa (Maranhão), utilizando los modelos matemáticos de EPA, GUS y GOSS. Los resultados mostraron que el 40,0% de los plaguicidas aplicados por los agricultores en los cultivos corren el riesgo de llegar a los recursos hídricos. Los principios activos aminopilarida, fluroxipir, picloram y triclopir se consideraron como contaminantes potenciales de las aguas subterráneas. Con ello, se recomienda evitar el uso de estos principios activos o promover la sustitución por otros de menor movilidad, con miras a la protección del medio ambiente.

Palabras clave: Plaguicidas; João Lisboa - MA; Contaminación; Recursos hídricos; Monitoreo ambiental.

1. Introdução

O município de João Lisboa está situado na mesorregião oeste do Estado do Maranhão, microrregião Imperatriz, ocupando uma área de 637 km², população estimada de 20.381 habitantes e densidade demográfica de 32 habitantes/km².

O município é drenado pela bacia hidrográfica do rio Pindaré, importante manancial para suprimento hídrico da região, que vem sofrendo com abertura de novas áreas agrícolas destinadas à agricultura e pecuária, principais atividades econômicas da região (IBGE, 2015).

Para assegurar a alta produtividade agrícola no oeste maranhense os agrotóxicos são utilizados, em excesso, durante o ano inteiro. Porém, a utilização indiscriminada destes produtos pode comprometer os suprimentos hídricos e, conseqüentemente, gerar sérios problemas de saúde pública e ao meio ambiente (Costa, et al., 2017; Portugal, et al., 2017; Sturza, et al., 2016).

A dinâmica de contaminação é influenciada pelo processo de adsorção no solo que influenciam a disponibilidade para transformação, degradação ou transporte. Dentre os processos de transporte nos compartimentos ambientais, a lixiviação e o escoamento superficial são os principais fatores do favorecimento da contaminação ambiental (Spadotto & Gomes, 2015).

O estudo da probabilidade dos agrotóxicos atingirem às águas superficiais e subterrâneas é normalmente determinado mediante análises laboratoriais, empregando técnicas analíticas de elevado custo operacional (Cromatografia Gasosa, Cromatografia Líquida de Alta Eficiência ou Espectrometria de Massas), que tornam inviável sua aplicação por pequenos agricultores do oeste maranhense (Costa, et al., 2017).

Os modelos matemáticos de simulação do movimento dos agrotóxicos, no solo, são alternativas viáveis e de baixo custo para prever a possível dissipação, tais como: *Screening* da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), *Groundwater Ubiquity Score* (GUS) e GOSS (Marques, et al., 2019; Vale, et al., 2015).

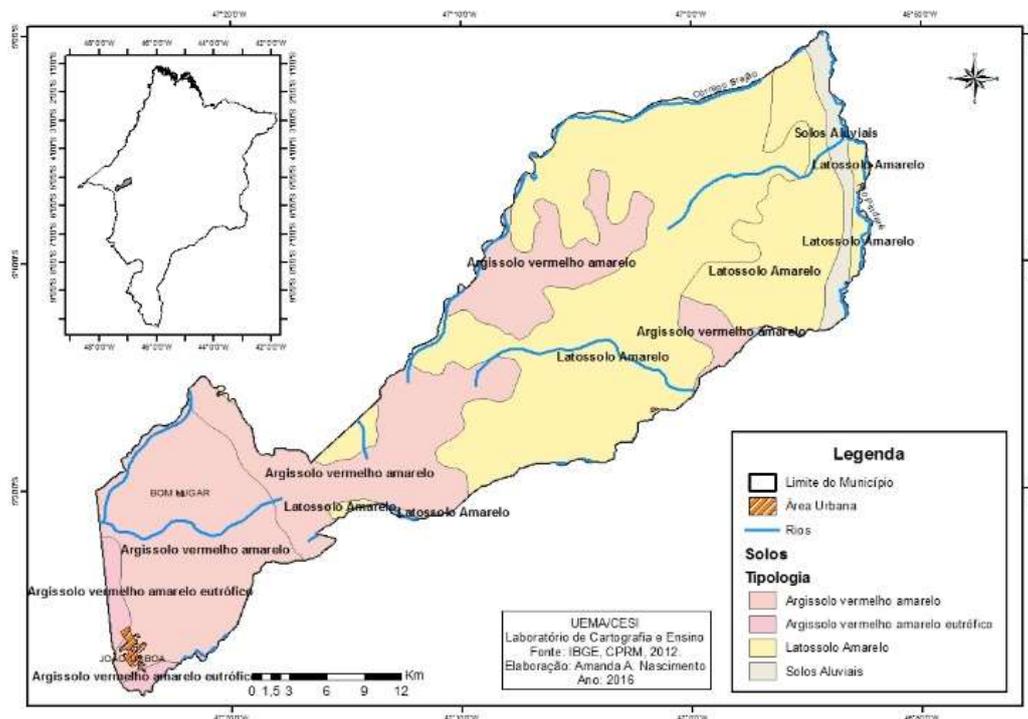
Com isso, o presente trabalho visa estimar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos, na zona rural do município de João Lisboa (MA), pelos modelos da EPA, GOSS e GUS.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A área em estudo situa-se na bacia hidrográfica do Pindaré, no município de João Lisboa (Figura 1), com as coordenadas de 5° 26' 39" de Latitude Sul, 47° 24' 25" de Longitude Oeste de Greenwich, zona de transição Cerrado-Amazônica, distante 650 km de São Luís, capital do estado do Maranhão (IBGE, 2013).

Figura 1. Mapa de localização do Município de João Lisboa (MA).



Fonte: CESI/UEMA (2018).

Os solos da área são do tipo Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, segundo informações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006). Os Latossolos são caracterizados como solos profundos, planos a levemente ondulados, estrutura granular estável, bem drenados, ricos em argila e pobres em matéria orgânica, favorecendo facilmente a movimentação vertical de solutos até o aquífero (Gomes & Spadotto, 2004; Spadotto, et al., 2001). A respeito dos argissolos apresentam elevada suscetibilidade à ação dos processos erosivos, devido a diferença de permeabilidade de seus horizontes. Caracterizados de forte a moderadamente ácidos, baixa atividade das argilas, conteúdo de carbono orgânico variável, dando origem a uma camada impermeável que impede a passagem de água, ocasionando o aumento do arraste na superfície e consequente erosão (Oliveira, 2001).

Assim, está região é caracterizada pela presença de cursos d'água que fazem parte de três bacias hidrográficas do Estado do Maranhão (Pindaré, Tocantins e Gurupi). Além disso, as comunidades urbanas e rurais são abastecidas com água potável por 17 (dezesete) poços tubulares, com recarga aquífera através de infiltração direta das precipitações pluviométricas ou pelos rios que o drenam (Filho, 2001).

2.2 Procedimento investigativo

As informações sobre os agrotóxicos foram obtidas em visitas semestrais feitas com a contribuição de 60 (sessenta) produtores rurais da região, no período de 2018 a 2020. Nestas entrevistas, os participantes responderam a um questionário semiestruturadas composto por vinte questões relacionadas as informações pessoais, nível educacional, socioeconômicas, uso de agrotóxicos, equipamentos de proteção individual (EPI), tempo e frequência de contato. As informações sobre os agrotóxicos foram obtidas pela consulta aos bancos de dados da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT).

2.3 Previsão de contaminação por agrotóxicos

A previsão de carreamento de agrotóxicos para águas superficiais foi determinado através do modelo de GOSS, que consideram o coeficiente de adsorção à matéria orgânica (K_{oc}), a meia-vida no solo (DT_{50}) e a solubilidade em água a 20 °C (Vale, et al., 2015).

A possibilidade de contaminação de águas subterrâneas foi realizada empregando o método de GUS, desenvolvido por Gustafson (1989), com base nos parâmetros de DT_{50} no solo e o K_{oc} do agrotóxico.

Outra forma utilizada para avaliar o transporte de agrotóxico é o critério da EPA. Neste método, os agrotóxicos que obedecerem às seguintes características, oferecem maior possibilidade de movimentação e, por conseguinte, tendência à contaminação principalmente de águas (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios utilizados para avaliar a previsão de transporte, pelo critério da EPA.

Parâmetros	Valores
Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc})	< 300 a 500 mL.g ⁻¹
Constante da Lei de Henry (K_H)	< 10 ⁻² Pa.m ³ .mol ⁻¹
Solubilidade dos agrotóxicos em água (S_w)	> 30 mg.L ⁻¹
Meia-vida no solo	> 14 a 21 dias
Meia-vida na água	> 175 dias

Fonte: Milhome, et al. (2009).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2 observam-se, ao todo, 14 (quatorze) princípios ativos de maior uso pelos agricultores, no município de João Lisboa (MA) pertencentes a diferentes grupos químicos.

Tabela 2. Princípios ativos utilizados na atividade agrícola praticada no município de João Lisboa - MA.

Princípio Ativo	Grupo Químico	Classes	Toxicidade ^a	Periculosidade ^b	Culturas
Abamectina	Avermectina	Acaricida Inseticida	I	II	Tomate
Acetaprimido	Neonicotinóide	Inseticida	III	II	Tomate, feijão e melancia
Aminopilaride	Piridinas	Herbicida	I	II	Pastagem
Clorfenapir	Análogo de pirazol	Acaricida Inseticida	III	II	Feijão, milho e tomate
Clorpirifós	Organofosforado	Acaricida Inseticida	II	II	Feijão e tomate
Fluroxipir	Ácido Piridiniloxialcanoico Ácido Piridinocarboxílico	Herbicida	I	II	Pastagem
Glifosato	Glicina substituída	Herbicida	III	III	Arroz, milho e pastagem
Glifosato	Glicina substituída	Herbicida	IV	III	Arroz e milho
Mancozebe	Carbamato	Acaricida Fungicida	I	II	Tomate, feijão e melancia
Metomil	Carbamato	Inseticida	I	II	Tomate
Picloram	Ácido piridinocarboxílico Ácido ariloxialcanóico	Herbicida	I	III	Pastagem
Triclopir	Piridinas	Herbicida	II	II	Pastagem
λ-cialotrina	Piretróide	Inseticida	III	I	Milho
2,4-D	Fenoxiacético	Herbicida	I	III	Arroz, milho e pastagem

^aClassificação Toxicológica: I - extremamente tóxico; II - altamente tóxico; III - medianamente tóxico; IV - pouco tóxico.

^bClassificação do Potencial de Periculosidade Ambiental: I - altamente perigoso; II - muito perigoso; III - perigoso; IV - pouco perigoso (AGROFIT, 2021).

Fonte: Autores.

Em relação à toxicidade (Tabela 2) observa-se que 40% dos agrotóxicos utilizados são classificados como alta ou medianamente tóxico (Classes II e III) e 53,33% em extremamente tóxico (Classe I). Quanto ao potencial de periculosidade ambiental, nota-se que 93,33% enquadram-se como produto muito perigoso e perigoso ao ambiente (Classes II e III). Dentre esses, está o glifosato (Glifosato Nortox e Roundup Original), agrotóxico de maior aplicação na região, classificado como provável agente carcinogênico para os seres humanos (grupo 2A) e possível relação com o desenvolvimento de câncer em agricultores, tais como, o Linfoma não Hodgkin (IARC; 2015; INCA, 2015; Schinasi & Leon, 2014).

As características físico-químicas dos agrotóxicos são fatores relevantes para avaliar a tendência do produto ser carregado na água, no solo ou ar, além de facilitar a compreensão das rotas de destino de cada composto no ambiente (Gama, et al., 2013).

Utilizando os valores dos parâmetros, K_w , K_{oc} , K_H , DT_{50} no solo e água dos agrotóxicos largamente aplicados no município de João Lisboa, pode-se observar que os ativos acetaprimido, aminopilaride, fluroxipir, glifosato, picloram, metomil, triclopir e 2,4-D apresentam alta solubilidade e tendências de carregamento até os corpos hídricos.

Os agrotóxicos com K_{oc} abaixo de 50 são considerados de alta mobilidade no solo; valores entre 150 a 500 são moderadamente móveis e, acima de 2.000, possuem baixa mobilidade (Soares, et al., 2012). Com relação os valores de K_{oc} , observa-se que os agrotóxicos aminopilaride, picloram e 2,4-D apresentaram baixos coeficientes de adsorção nas partículas do solo, indicando menor retenção no solo.

O valor da pressão de vapor (mPa) e K_H são parâmetros relacionados à volatilidade do agrotóxico. Em geral, o acetaprimido, aminopilaride, fluroxipir, glifosato, metomil, picloram e 2,4-D são considerados como pouco voláteis ($K_H < 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$), favorecendo a permanência por mais tempo no ambiente.

A persistência dos agrotóxicos, nos compartimentos ambientais, é determinada pela meia-vida, que significa o tempo necessário para ocorrer a dissipação de pelo menos 50% da quantidade de agrotóxico aplicada inicialmente (Brito, et al., 2001). Segundo a IUPAC (2016), os ingredientes ativos com $DT_{50} < 30$ dias são classificados como não persistentes, $30 < DT_{50} < 100$ dias, moderadamente persistentes e $DT_{50} > 100$ dias, considerados de alta persistência no solo. Nesse parâmetro, os compostos abamectina, aminopilaride, clorpirifós, glifosato, picloram, triclopir e 2,4-D foram classificados com moderada persistência no ambiente e o λ -cualotrina como o mais propício para contaminar as reservas hídricas.

Outros parâmetros precisam ser considerados, entre os quais se destacam: condições de aplicação, índice pluviométrico, propriedades do solo e temperatura. Estes parâmetros podem, obviamente, corroborar com as características físicas e químicas dos defensivos agrícolas, aumentando a vulnerabilidade dos corpos hídricos.

O modelo de GOSS propõe critérios para avaliar a contaminação de águas superficiais através da classificação dos compostos em dois grupos: aqueles que podem ser transportados dissolvidos em água e aqueles sendo transportados associados ao sedimento em suspensão. Este método considera os valores de DT_{50} , K_{oc} e a solubilidade em água (S_w) do princípio ativo (Milhome, et al., 2009).

Os resultados das análises dos princípios ativos em função do transporte para águas superficiais e associado ao sedimento estão expostos na Tabela 03.

Tabela 3. Estudo da contaminação de águas superficiais pelo método GOOS (Milhome, et al., 2009).

Princípio Ativo	Método GOOS	
	Sedimento	Dissolvido
Abamectina	M	M
Acetaprimido	B	M
Aminopilaride	B	M
Clorfenapir	M	B
Clorpirifós	A	A
Fluroxipir	M	M
Glifosato	M	M
Glifosato, sal	A	A
Mancozebe	B	M
Metomil	B	M
Picloram	M	A
Triclopir	B	A
λ -cialotrina	A	B
2,4-D	B	M

A - alto potencial de transporte; B - baixo potencial de transporte; M - médio potencial de transporte e NA - não analisado
Fonte: Autores.

Os valores obtidos pelo modelo de GOOS (Tabela 03), mostraram que os agrotóxicos foram classificados como alto (20,0%), médio (33,33%) e baixo (46,66%), em relação à contaminação associados ao sedimento. Aos dissolvidos em água, 26,66% foram classificados como alto, 60,0% médio e 13,33% baixo. Dessa forma, os agrotóxicos clorpirifós, glifosato, sal de isopropilamina e λ -cialotrina apresentam condições favoráveis à contaminação do lençol freático.

Nos estudos realizados por Silva (2009) e Cabrera et al. (2008), demonstraram que os agrotóxicos com baixa solubilidade em água, baixa sorção e longa persistência no solo, apresentam maior possibilidade de transporte ambiental.

Os compostos aminopilaride, fluroxipir, picloram e triclopir foram classificados como contaminante em potencial de águas subterrâneas, segundo os critérios da EPA (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas pelo índice GUS e critérios da EPA.

Princípio Ativo	Água Subterrânea	
	GUS	EPA
Abamectina	0,36	NL
Acetaprimido	0,81	NL
Aminopilaride	4,36	L
Clorfenapir	-0,01	NL
Clorpirifós	0,15	NL
Fluroxipir	2,43	L
Glifosato	0,99	NL
Glifosato, sal	0,31	NL
Mancozebe	-1,00	NL
Metomil	1,81	NL
Picloram	5,53	L
Triclopir	408	L
λ -cialotrina	-3,25	NL
2,4-D	1,54	NL

NA = não avaliado por falta de informações; NL = não sofre lixiviação; T = Faixa de transição; L = provável lixiviação. Fonte: Autores.

Conforme os valores obtidos para o modelo GUS, apresentado na Tabela 04, observa-se que dos quinze princípios ativos estudados existem quatro que apresentam prováveis riscos de lixiviação ($GUS > 2,8$). Os agrotóxicos triclopir e picloram apresentaram os maiores índices (408,0 e 5,53), respectivamente. Sete compostos não sofrem lixiviação ($GUS \leq 1,8$) e nem mesmo percolação nos perfis do solo (abamercetina, acetaprimido, clorfenapir, clorpirifos, glifosato, glifosato – sal de isopropilamina e 2,4 D). O fluoxepir e metomil apresentaram valores entre $1,8 \leq GUS \leq 2,8$ podendo ou não sofrer lixiviação (Vale, et al., 2015).

Comparando os resultados apresentados na Tabela 04 verifica-se que o aminopilaride, fluoxipir, picloram e triclopir mostraram concordância entre os critérios EPA e GUS, classificados com alto potencial de contaminação

A presença de agrotóxicos, na água subterrânea da área em questão, pode ser advinda de diversos fatores, tais como: qualidade dos atributos do solo, solubilidade do pesticida em água, adsorção às partículas de solo, persistência e mobilidade. Desta forma, a presença de agrotóxicos, na água subterrânea, está diretamente relacionada aos efeitos de adsorção, que regulam a disponibilidade do pesticida na solução do solo; aos processos de transferência, que deslocam o agrotóxico para outra área distante da aplicação e ao acúmulo nos compartimentos ambientais (Costa, et al., 2017; Portugal, et al., 2017).

Os resultados encontrados sugerem a necessidade da implantação de programas de educação ambiental, com o intuito de alertar os produtores sobre os riscos eminentes de toxidez e os impactos ambientais negativos, bem como a utilização correta dos defensivos agrícolas, segundo as normas de biossegurança. Entretanto, apenas programas de educação ambiental não são suficientes, porquanto faz-se necessário também um maior rigor dos órgãos de fiscalização para o monitoramento dos comerciantes e dos agricultores quanto à obrigatoriedade do receituário agrônomo.

4. Conclusão

Com base nos resultados obtidos pode-se verificar a utilização de agrotóxicos com elevado risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, no município de João Lisboa (MA), previstos pelos modelos de GOSS, GUS e EPA. Assim sendo, há a necessidade de implantação de programas de monitoramento ambiental na região bem como da orientação dos produtores rurais quanto ao uso e manejo adequado dos agrotóxicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA) pelo auxílio financeiro e Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Maranhão (AGED) pelo apoio técnico-logístico.

Referências

- Brito, N. M., Amarante Júnior, O. P., Abakerli, R., Santos, T. C. R., & Ribeiro, M. L. (2001). Risco de contaminação de águas por pesticidas aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: análise preliminar. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 11, 93-104.
- Cabrera, L., Costa, F. P., & Primel, E. G. (2008). Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do Estado do RS. *Química Nova*, 31(8), 1982-1986.
- Costa, V. I. B da, Mellho, M. S. C. de, & Friedrich, K. (2017). Exposição ambiental e ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. *Saúde Debate*, 41(112), 49-62.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. EMBRAPA, 2006, 306 p
- Filho, F. L. C. (2001). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de João Lisboa*. Teresina: CPRM, 39 p.
- Gama, A. F., Oliveira, A. H. B., & Cavalcante, R. M. (2013). Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química dos recursos hídricos no semiárido cearense. *Química Nova*, 36(3), 462-467.
- Gomes, M. A. F., & Spadotto, C. A. (2004). *Subsídio à avaliação de risco ambiental de agrotóxicos em solos agrícolas brasileiros*. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, 5 p.
- Gustafson, D. I. (1989). Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 8(4), 339-357.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). dados gerais do município. IBGE, 2013.
- Instituto Brasileiro De Geografia E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE, 2015.
- Instituto Nacional De Câncer José Alencar Gomes Da Silva (INCA). *Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos*. Rio de Janeiro: INCA, 2015.
- International Agency For Research On Cancer (IARC). *IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides*. Lyon: IARC, 2015.
- International Union Of Pure And Applied Chemistry (IUPAC). *Global availability of information on agrochemicals*. University of Hertfordshire: IUPAC, 2016.
- Marques, J. G. C; Lyra, M. R. C. C, Carvalho, R. M. C. M. O., Nascimento, R. M de, Silva, J. A. A da, & Montenegro, S. M. G. (2019). Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na Sub-Bacia do Natuba, Vitória de Santo Antão-Pernambuco. *Águas Subterrâneas*, 33(1), 58-67.
- Milhome, M. A. L, Sousa, D. O. B, Lima, F. A. F, & Nascimento, R. F. (2009). Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 14(3), 363-372.
- Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento (MAPA). *AGROFIT: sistema de agrotóxicos fitossanitários*. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
- Oliveira, J. B. *Pedologia Aplicada*. FUNEP, 2001. 414 p.
- Portugal, E. J, Burth, P, & Fortuna, J. L. (2017). Análise da contaminação por agrotóxicos em fontes de água de comunidades agrícolas no Extremo Sul da Bahia. *Revinter*, 10(2), 85-102.
- Schinasi, L. H, & Leon, M. E. (2014). Non-hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(4), 4449-4527.
- Silva, D. R. O. (2009). Monitoramento de agrotóxicos em águas superficiais de regiões orizícolas no sul do Brasil. *Ciência Rural*, 39(9), 2383-2389.

Soares, A. F. S, Leão, M M. D, Vianna Neto, M. R V, & Oliveira, S. M. A. C. (2012). Risk estimate of water contamination by pesticides used in coffee crops. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, 425-432.

Spadotto, C. A, & Gomes, M. A. F. *Agrotóxicos no Brasil*. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015.

Spadotto, C. A, Filizola, H, & Gomes, M. A. (2001). Avaliação do potencial de lixiviação de pesticidas em latossolo da região de Guaíra, SP. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 11, 127-136.

Sturza, J, Silver, M. K, Xu, L, Li, M, Mai, X, Xia, Y, Shao, J, Lozoff, B, & Meeker, J. (2016). Prenatal exposure to multiple pesticides is associated with auditory brainstem response at 9 months in a cohort study of Chinese infants. *Environment International*, 92-93, 478-485.

Vale, R. L, Silva, S. S, Andrade, E. M. G, Oliveira, J. P. M, & Maracaja, P. B. (2015). Diagnóstico do potencial de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos aplicados na agricultura do entorno do reservatório São Gonçalo – PB. *Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(2), 66-73.