



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

RECURSOS HÍDRICOS E AGROTÓXICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: uma revisão dos princípios ativos mais frequentes

Vanêssa Gomes Pedroza, Bacharela em Economia Ecológica pela Universidade Federal do Ceará, vaness.pedroza@hotmail.com

Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, Doutora em Economia Aplicada e Professora Titular da Universidade Federal do Ceará, pvpslima@gmail.com

Resumo

No semiárido brasileiro, a prática da agricultura irrigada, além de dependente de um grande volume de água, está sendo acompanhada de um amplo uso de agrotóxicos que tem capacidade de contaminar os recursos hídricos. Porém, no Brasil, estudos sobre análises desses produtos na água ainda são pouco realizados. Em primeiro momento, um trabalho sobre o levantamento dos ingredientes ativos (i.a) de agrotóxicos e suas características na região a se estudar é importante para a construção dessas análises. O objetivo deste trabalho, foi descrever os i.a de agrotóxicos mais encontrados nos recursos hídricos do semiárido brasileiro e mostrar seu potencial de contaminação de águas subterrâneas. Foi feita pesquisa bibliográfica com abordagem quali-quantitativa nas bases de dado *SciELO*, *Google Acadêmico* e *ScienceDirect*, além do uso do indicador do *Groundwater Ubiquity Score (GUS)*. Um dos ingredientes ativos (i.a) encontrados é potencial contaminante para as águas subterrâneas e um dos i.a é proibido no Brasil. Tratamentos de água mais eficazes para a remoção de pesticidas e uma vigilância mais intensa da qualidade da água devem ser reforçados para garantir a sustentabilidade dos corpos hídricos e a saúde humana, de maneira que contribua para a convivência com o semiárido

Palavras-chave: Contaminação da água, Índice de GUS, Impactos de Agrotóxicos.

1. Introdução

Agrotóxicos são produtos químicos geralmente aplicados em terras agrícolas, atividades agropecuárias, jardinagem e em áreas públicas para matar espécies indesejáveis. Eles podem ser classificados de acordo com sua natureza química, requisitos de aplicação e organismo-alvo. De acordo com Hassaan e Nemr (2020) esses produtos estão envolvidos em uma ampla gama de micropoluentes orgânicos que possuem impactos ambientais negativos.

Atributos dos agrotóxicos como, por exemplo, meia-vida longa, bioacumulação, alta lipofilicidade e a capacidade de transporte de longo alcance expandem as chances de contaminar os recursos da natureza, inclusive a água (SARKER *et al.*, 2021), apresentando característica persistente, efeito tóxico e causando degradação.

De acordo com Valadares, Alves e Galiza (2020), no Brasil, o volume de vendas de ingredientes ativos de agrotóxicos cresceu mais de 2,5 vezes entre 2006 e 2017, saltando de 204,1 mil toneladas para 541,8 mil toneladas de ingrediente ativo (i.a). No país, o uso desses produtos em áreas que já possuem muitas vulnerabilidades socioambientais, como no semiárido brasileiro (SAB), chama atenção. Nos últimos anos, a expansão da produção agrícola no SAB tem deixado as pessoas mais expostas a essas substâncias (MILHOME *et al.*, 2015).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

De acordo com Ferreira *et al.* (2016) a agricultura irrigada no semiárido, além de dependente de um grande volume de água, também está associada à utilização de grande quantidade de agrotóxicos, o que pode impactar consideravelmente os recursos hídricos e, conseqüentemente, o abastecimento de água para consumo humano. Além disso, segundo Sathler (2021) o SAB é a região que abriga a população mais pobre do Brasil, onde muitas pessoas não são adaptadas à seca e aos problemas referentes à água. Soma-se a isso o fato de que, em regiões áridas ou semiáridas, ou em situações de grave estresse hídrico, de acordo com Diniz *et al.* (2021) as águas subterrâneas constituem a maior parte dos recursos hídricos disponível para o abastecimento da população.

Dessa forma, a presença de agrotóxicos nos recursos hídricos pode estar acentuando problemas locais como a qualidade da água, o acesso à água pelas pessoas, o que, por sua vez, pode deixar a comunidade do semiárido mais vulnerável, levando em consideração os altos níveis de pobreza e baixos níveis de desenvolvimento local. Contudo, de acordo com Ferreira *et al.* (2016) no Brasil, análises sobre agrotóxicos na água ainda são pouco realizadas. Nesse sentido, Gama *et al.* (2013) falam que um trabalho sobre o levantamento dos princípios ativos de agrotóxicos na região a se estudar é o primeiro passo para desenvolver um estudo sobre a contaminação de recursos hídricos por essas substâncias.

Dessa maneira, tem-se a seguinte questão de pesquisa: quais ingredientes ativos de agrotóxicos são mais encontrados nos recursos hídricos do SAB e quais são seus potenciais de contaminação?. Assim, este estudo tem como objetivo descrever os princípios ativos de agrotóxicos encontrados com mais frequência nos recursos hídricos do semiárido brasileiro, junto com seu potencial de contaminação de águas subterrâneas, através do *Groundwater Ubiquity Score (GUS)*.

2. Fundamentação teórica

De acordo com Syafrudim *et al.* (2021) tanto as águas da superfície quanto as águas subterrâneas são suscetíveis à contaminação por agrotóxicos devido à estreita interconexão do solo com corpos d'água. A decomposição dessas substâncias no meio ambiente pode produzir produtos de degradação que podem ter toxicidade menor, equivalente ou maior do que o pesticida original (HASSAAN, NEMR, 2020).

De acordo com Dwivedi (2017), dentre as principais fontes de poluição dos recursos hídricos tem-se o escoamento superficial de terras agrícolas, onde produtos químicos como os agrotóxicos são utilizados. O transporte dessas substâncias para águas subterrâneas e superficiais é tipicamente desencadeado por eventos de chuva, manuseio incorreto durante os períodos de seca, escoamento e lixiviação (CHOW *et al.*, 2020; HASSAAN; NEMR, 2020).

Devido à sua baixa solubilidade em água, esses produtos tendem a se depositar em leitos de sedimentos ou seres vivos. E, embora outros compostos orgânicos, além dos agrotóxicos, sejam constantemente encontrados em ambientes aquáticos, eles são uma grande preocupação por serem produtos produzidos em larga escala, ter uso extenso e alta toxicidade (SARKER *et al.*, 2021).

Isso pode impactar a saúde humana através da ingestão pelas pessoas de crustáceos e peixes contaminados ou pela própria ingestão direta da água contaminada. (HASSAAN;



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

NEMR, 2020). Nos organismos humanos essas substâncias podem causar sérios problemas de saúde como câncer, distúrbios respiratórios, distúrbios neurológicos, dentre outras doenças (RANI *et al.*, 2021). Em outros organismos, como nos dos anfíbios, estudos mostraram o herbicida *atrazina*, por exemplo, como responsável por perturbação no sistema endócrino de sapos. (SOUZA *et al.*, 2020).

Além disso, de acordo com Moraes (2019) enquanto em outros territórios, como na União Europeia, existe um limite para a quantidade total de agrotóxicos presentes na água, no Brasil essa situação é diferente. No país esses limites máximos são estipulados por cada ingrediente ativo e não para o total de agrotóxicos que pode ser encontrado em um corpo hídrico.

Segundo Ferreira e Viana Júnior (2016) a exposição à agrotóxicos no semiárido brasileiro contribui para a contaminação ambiental principalmente dos lençóis freáticos. Sousa *et al.* (2016) chegaram a detectar em 60% das amostras coletadas de água, de dez reservatórios do semiárido cearense, nível do ingrediente ativo *atrazina* em 5-6 vezes superior ao limite estabelecido pelo Ministério da Saúde.

Um estudo de Oliveira *et al.* (2016) encontrou pesticidas, na região semiárida estudada pelos autores, em todas as amostras de sedimentos de um rio, com alguns ingredientes ativos apresentando alto risco ecológico. Segundo o mesmo estudo, níveis médios de alguns pesticidas como o heptacloro e o endosulfan foram os mais altos do que em qualquer outra parte do mundo, em comparação com os outros estudos observados pelos autores. Ainda segundo eles, as regiões áridas e semiáridas foram onde pesticidas organoclorados proibidos mais foram usados, porém existe escassez de tais dados.

Nesse contexto, é importante destacar que segundo Lima (2015) o SAB enfrenta diversos problemas como irregularidade de chuvas, déficit hídrico, alta evapotranspiração e, até mesmo, concentração de água nos grandes latifúndios, que são destinados a poucas pessoas, o que é um desafio para as políticas sociais direcionadas à escassez de água. Assim, a presença de agrotóxicos nos recursos hídricos do SAB é mais um problema a ser enfrentado por essa região.

3. Metodologia

A pesquisa foi realizada a partir de uma revisão bibliográfica feita nas bases de dados *SciELO*, *Google Acadêmico* e *Science Direct*, dentro do período do ano de 2013 à 2021, utilizando as seguintes frases descritoras: “contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos no Brasil”; “agrotóxicos na água do semiárido brasileiro” e “agrotóxicos nos perímetros irrigados”.

Após a triagem, foram descartados trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e resumos. Em seguida, os trabalhos restantes foram lidos para a procura de quais ingredientes ativos de agrotóxicos foram encontrados nos corpos hídricos do semiárido brasileiro. Após obter os resultados da pesquisa, fez-se uma busca de suas propriedades físico-químicas no *Pesticide Properties Database* (Base de Dados de Propriedades de Pesticidas) a fim de se encontrar o índice de GUS e outras características consideradas relevantes.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

O índice de GUS para um i.a investigado considera os valores da meia-vida da substância no solo e o coeficiente de partição entre o carbônico orgânico do solo e a água, os quais serão aplicados na equação 1:

$$GUS = \log_{10} (t_{1/2} / 2_{solo}) \times (4 - \log_{10} (K_{oc})) \quad (1)$$

em que,

$t_{1/2}$ solo – representa a meia vida do produto no solo (dias);

K_{oc} – é o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico (L.kg⁻¹).

Após a obtenção do valor do índice de GUS, o princípio ativo é classificado em uma das categorias, definidas por faixas pré-estabelecidas, conforme os seguintes intervalos:

- a) $GUS \leq 1,8$ = Não sofre lixiviação (Não Contaminante – NC);
- b) $1,8 < GUS < 2,8$ = Faixa de Transição (T);
- c) $GUS \geq 2,8$ = Provável Lixiviação (Potencial Contaminante – PC).

4. Resultados

Dentro do período investigado, foram encontrados 25 trabalhos sobre o tema em questão, mas apenas 6 artigos direcionados ao semiárido. Um ponto a destacar é que, na busca por bibliografia, trabalhos sobre agrotóxicos encontrados nos recursos hídricos de estados do centro-oeste e sul, como Mato Grosso e Paraná, foram vistos com mais frequência. Segundo Moraes (2019) esses são dois dos estados brasileiros que mais compram agrotóxicos, o que pode estar refletindo na maior produção de estudos sobre esse tema nessas regiões.

Porém, de acordo com Gama *et al.* (2013) comparando com levantamentos nas principais regiões agrícolas do país, a diversificação de princípios ativos utilizados em alguns perímetros de irrigação do semiárido (como Russas, Morada Nova, Limoeiro do Norte e Quixeré) é bem maior relativamente às regiões Sul e Sudeste, o que torna a região desses perímetros um dos maiores e mais diversificados no uso de agrotóxicos no país. De acordo com Ferreira *et al.* (2016) também foi detectada a presença de agrotóxicos no maior reservatório de água subterrânea do Ceará, o aquífero Jandaíra, e no baixo Jaguaribe.

Na tabela 1 encontram-se os ingredientes ativos mais detectados por esta pesquisa nos corpos hídricos do semiárido brasileiro, e algumas de suas características consideradas relevantes:

Tabela 1. Ingredientes ativos de agrotóxicos encontrados nos recursos hídricos do semiárido brasileiro

Ingredientes ativos	Fonte	Grupo químico	Tipo de pesticida	Limiar de preocupação toxicológica (classe de Cramer)	GUS	Problemas de saúde humana
Clorpirifós	Milhome <i>et al.</i> (2015)	Organofosforados	Inseticida	Alto (Classe III)	0.58	Toxicidade cardiovascular e sanguínea



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

	Vasco et al. (2015)						
Tebuconazol	Brito <i>et al.</i> (2015)	Triazol	Fungicida	Alto (Classe III)	1.86	Possível cancerígeno	
Tetrabuconazol	Brito <i>et al.</i> (2015)	Triazol	Fungicida	Alto (Classe III)	2.47	Possível carcinógeno Tóxico para o fígado	
Atrazina	Milhome <i>et al.</i> (2015) Sousa <i>et al.</i> (2016) Vasco <i>et al.</i> (2015)	Triazina	Herbicida	Alto (Classe III)	2.57	Cancerígeno IARC Grupo 3	
Propiconazol	Milhome <i>et al.</i> (2015)	Triazol	Fungicida	Alto (Classe III)	1.58	Possível carcinógeno	
Difenoconazol	Milhome <i>et al.</i> (2015)	Triazol	Fungicida	Alto (Classe III)	0.83	Possível cancerígeno Tóxico para o coração	
Heptacloro	Oliveira <i>et al.</i> (2016)	Organoclorado	Inseticida	Alto (Classe III)	-0.91	Tóxico para o fígado Problemas endócrinos	
Lindano	Oliveira <i>et al.</i> (2016)	Organoclorado	Inseticida / Acaricida	Alto (Classe III)	2.87	Possível carcinógeno Problemas endócrinos	

Fonte: Elaborado pelas autoras com base nos dados do *Pesticide Properties Database*.

*O Limiar de preocupação toxicológica (classe de Cramer) ou *Threshold of Toxicological Concern (Cramer Class)* avalia o potencial de toxicidade da substância química. Esse sistema permite definir prioridades para a avaliação dessas substâncias.

Observou-se que o i.a *lindano* apresentou $GUS \geq 2,8$, sendo assim um potencial contaminante ($GUS \geq 2,8$), possuindo alto potencial de se movimentar em direção aos lençóis freáticos. Três i.a possuem valores correspondentes à faixa de transição: *tebuconazol*, *tetrabuconazol* e *atrazina*. Porém, o ingrediente ativo *atrazina* foi encontrado com mais frequência em corpos hídricos da região semiárida. Milhorne *et al.* (2015), Sousa *et al.* (2016) e Vasco *et al.* (2015) os detectaram em suas pesquisas sobre agrotóxicos em corpos hídricos dessa região. Souza *et al.* (2020) também demonstrou que a *atrazina* foi a substância mais encontrada nas águas superficiais da região de seu estudo. Cleary *et al.* (2019) comprovaram que, em organismos aquáticos, a exposição à atrazina promoveu efeitos de mudança de sexo nos estágios iniciais de desenvolvimento.

Clorpirifós, *propiconazol*, *difenoconazol* e *heptacloro* apresentaram valor de $GUS \leq 1,8$, o que significa que eles têm baixo potencial de se movimentar em direção ao lençol freático. Porém, todos os ingredientes ativos aqui apresentados possuem alto limiar de preocupação toxicológica. Algo a se observar é que o *heptacloro*, encontrado nos corpos hídricos do semiárido, é proibido no Brasil e considerado obsoleto e banido de muitos países.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

5. Conclusões

Embora nem todos os ingredientes ativos analisados possuam índice de GUS que corresponda a um alto potencial de lixiviação pelas águas subterrâneas, todos apresentam riscos e perigos à saúde humana, assim como a organismos aquáticos, o que faz com que todos mereçam atenção nesse sentido. Além disso, apesar da importância do índice de GUS, vale também considerar que ele é um indicador que fornece apenas uma indicação geral de perigo, por analisar apenas propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, não devendo ser tomado como um substituto para uma avaliação de risco completa.

A escassez de bibliografia referente a estudos sobre a detecção de agrotóxicos nos recursos hídricos do SAB limitou este trabalho devido ao fornecimento de poucas fontes. No entanto, mesmo nos poucos trabalhos encontrados, foi possível perceber a forte presença dessas substâncias nos corpos hídricos dessa região. Dessa forma, é indispensável o fomento à pesquisa referente a essa problemática na região, às análises físico-químicas dessas substâncias e estudos que envolvam os aspectos sociais e econômicos a fim de que seja percebido o que pode influenciar ou não o uso de agrotóxicos no SAB.

Tratamentos de água mais eficazes capazes de remover contaminantes como pesticidas e uma vigilância mais intensa da qualidade da água pelo Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano são essenciais e devem ser reforçados para garantir a saúde humana, a sustentabilidade dos corpos hídricos e do meio ambiente no semiárido brasileiro.

Por fim, o trabalho aqui desenvolvido pode servir de apoio à implementação de políticas agrícolas e de convivência com essa região, começando pela mitigação dos problemas relacionados àqueles pesticidas que mais são detectados nos corpos hídricos e os que têm maior potencial de contaminação da água subterrânea.

6. Referências bibliográficas

BRAGA, R.R.; MATUSHIMA, E.R. VALE DO JAGUARIBE: UM OÁSIS EM PERIGO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL E POTENCIAIS DANOS À BACIA E SEUS USUÁRIOS. **Revista de Geociências do Nordeste**, v.7, p.24-34, 2021.

CHOW.R.; SCHEIDEGGER, R.; DOPPLER, T.; DIETZEL, A.; FENICIA, F.; STAMM, C. A review of long-term pesticide monitoring studies to assess surface water quality trends. **Water Researcher**, v. 9, p. 2-13. 2020.

CLEARY, J.A.; TILLITT, D.E.; SAAL, F.S.; NICKS, D.K.; CLAUNCH, R.A.; BHANDARI, R.K. Atrazine induced transgenerational reproductive effects in medaka (*Oryzias latipes*). **Environmental Pollution**, v.251, p. 639-650, 2019.

DINIZ J. A. O.; PAULA, T.L.F.; GENARO, D.T.; KIRCHHEIN, R.E.; FREDDO FILHO, V.J.; MOURA, M.A.A.; FRANZINI, A.S. **Crise hídrica no Brasil: o uso das águas subterrâneas**



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

como reforço no abastecimento público. 2021. Rio de Janeiro: CPRM. Disponível em: <https://ri-geo.cprm.gov.br/handle/doc/22291>. Acesso em: 15.set.2021.

DWIVEDI, A.K. RESEARCHES IN WATER POLLUTION: A REVIEW. **International Research Journal of Natural and Applied Sciences**, v.40, p.118-142, 2017.

FERREIRA, M.J.M.; VIANA JÚNIOR, M.M.V; PONTES, A.G.V.; RIGOTTO, R.M.; GADELHA, D. Gestão e uso dos recursos hídricos e a expansão do agronegócio: água para quê e para quem? **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v.21, p.743-752, 2016.

FERREIRA, M.J.M.; VIANA JÚNIOR, M.M. A expansão do agronegócio no semiárido cearense e suas implicações para a saúde, o trabalho e o ambiente. **Interface**, v.20 (58), p.649-660. 2016.

GAMA, A.F.; OLIVERIA, A.H.B.; CAVALCANTE, R.M. INVENTÁRIO DE AGROTÓXICOS E RISCO DE CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO CEARENSE. **Química Nova**, v.36, p.462-467, 2013.

HASSAAN, M.A.; EL NEMR, A. Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v.46 (3), p.207-220. 2020.

LIMA, P.V.P.S. **DESENVOLVIMENTO RURAL E GOVERNANÇA: ENTENDENDO AS VULNERABILIDADES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**. Relatório de Pesquisa CNPQ. 2015.

MILHOME, M. A. L.; SOUSA, P. L. R; LIMA, F. A. F.; NASCIMENTO, R. F. Influence The USE of Pesticides in The Quality of Surface and Groundwater Located IN Irrigated Areas of Jaguaribe, Ceara, Brazil. **International Journal of Environmental Research**, v.9, p. 255-262, 2015.

MORAES, R.F. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso e política da regulação e prevenção da captura regulatória**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2506.pdf. Acesso em: 10 jun.2021

OLIVEIRA, A.H.B.; CAVALCANTE, R.M.; DUAVÍ, W.C.; FERNANDES, G.M.; NASCIMENTO, R.F.; QUEIROZ, M.E.L.R.; MENDONÇA, K;V. The legacy of organochlorine pesticide usage in a tropical semi-arid region (Jaguaribe River, Ceará, Brazil): Implications of the influence of sediment parameters on occurrence, distribution and fate. **Science of the Total Environment**, v.542, p.254-263, 2016.

PPDB:Pesticides Properties Database. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>>. Acesso em: 20 jul.2021.

SARKER, S.; AKBOR, M.A.; NAHAR, A.; HASAN, M.; ISLAM, A.R.M.T.; SIDDIQUE, M.A.B. Level of pesticides contamination in the major river systems: A review on South Asian countries perspective. **Heliyon**, v. 7 (6), p. 2-12, 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

SATHLER, D. Understanding human development, poverty and water scarcity patterns in the Brazilian Semi-arid through cluster analysis. **Environmental Science and Policy**, v.125, p.167–178, 2021.

SOUSA, A.S.; DUAVÍ, W.C.; CAVALCANTE, R.M.; MILHOME, M.A.L.; NASCIMENTO, R.F. Estimated Levels of Environmental Contamination and Health Risk Assessment for Herbicides and Insecticides in Surface Water of Ceará, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 96, p. 90–95, 2016.

SOUZA, M.M.O.; FOLGADO, C.A.R. (org.). **AGROTÓXICOS: violações socioambientais e direitos humanos no Brasil**. Anápolis: Editora Universidade Estadual de Goiás, 2016. v.1.296p.

SOUZA, R.M.; SEIBERT, D.; QUESADA, H.B.; BASSETTI, F.J.; KLEN, M.R.F.; BERGAMASCO, R. Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surface water: A review. **Process Safety and Environmental Protection**, v.135, p.22-37, 2020.

SYAFRUDIN, Muhammad *et al.* Pesticides in Drinking Water: a review. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**. p. 2-15. jan. 2021.

VALE, R.L.; SILVA, S.S.; ANDRADE, E.M.G.; OLIVEIRA, J.P.M.; MARACAJÁ, P.B. Diagnóstico do potencial de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos aplicados na agricultura do entorno do reservatório São Gonçalo – PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, p. 66 - 73, 2015.

VASCO, A. N.; AGUIAR NETTO, A. O.; BRITTO, F. B.; SILVA, T. M. M. Os pesticidas e a qualidade da água no Perímetro Irrigado Califórnia no baixo Rio São Francisco. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.7, p.186-200, 2016.

VALADARES, A.; ALVES, F.; GALIZA, M. **O CRESCIMENTO DO USO DE AGROTÓXICOS: uma análise descritiva dos resultados do censo agropecuário 2017**. 2020. Disponível em:<<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9947>>. Acesso em: 26 maio 2021.