

USO DE AGROTÓXICO NO BRASIL: CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Luciana Nunes dos Santos¹; Maria Rosângela Dias França² e Jovana Chiapetti Tartari¹ Paula Andreia Gomes da Cruz¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Centro de Tecnologia, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800, Parque Daniele. CEP: 87506-370, Umuarama-PR. Autor para correspondência: eng.ambiental.lununes@gmail.com

²Instituto Federal do Paraná – IFPR, Campus Umuarama, Rodovia PR 323 – KM 310. CEP: 87507-014, Umuarama – PR. E-mail: mrodfranca@gmail.com

RESUMO: O Brasil é o líder mundial no uso de agrotóxicos. Entre os anos de 1960 a 1998 o consumo desse agroquímico aumentou 700% no país, enquanto nesse mesmo período o crescimento das áreas com culturas agrícolas foi de 78%. As regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, são as que mais se destacam no consumo desses produtos, pois são as regiões que possuem a maior produção agrícola do país. O uso excessivo de agrotóxicos vem causando a contaminação da água e do solo. Essa contaminação está relacionada com a produção em larga escala, modelo que é adotado pela agricultura brasileira, e a características químicas dos elementos que os compõem. Diante disso, o presente trabalho consiste em apresentar uma revisão de literatura sobre o uso de agrotóxicos no Brasil e seus impactos no solo e nas águas superficiais e subterrâneas.

PALAVRAS-CHAVE: defensivos agrícolas, contaminação da água, contaminação do solo.

USE OF AGROCOXIC IN BRAZIL: CONTAMINATION OF SOIL AND SURFACE WATER AND GROUNDWATER

ABSTRACT: Brazil is the world leader the use of agrochemicals. Between 1960 and 1998 the consumption of this agrochemical increased by 700% in the country, while in the same period the growth of areas with agricultural crops was 78%. The Southeast, South and Center-West regions are the ones that stand out most in the consumption of these products, since they are the regions that have the largest agricultural production in the country. The excessive use of pesticides has been causing contamination of water and soil. This contamination is related to the large-scale production, a model that is adopted by Brazilian agriculture, and the chemical characteristics of the elements that compose them. On this, the present work consists of presenting a literature review on the use of pesticides in Brazil and their impacts on soil and surface and groundwater

KEY WOEDS: defensive agriculture, water contamination, soil contamination.

INTRODUÇÃO

O uso de químicos no controle de pragas da agricultura é empregado há muito tempo. A priori, esse uso era em pequenos números de compostos inorgânicos, especialmente formulações baseadas nos elementos químicos cobre e arsênio (Veiga et al., 2006).

Durante a Segunda Guerra Mundial, houve o desenvolvimento da síntese orgânica e a consolidação do padrão tecnológico da agricultura moderna. Esse episódio foi essencial para

o estabelecimento da indústria mundial de agrotóxicos. Após a guerra, instituiu-se um padrão agrícola baseado no uso de agroquímicos – agrotóxicos, fertilizantes e corretivos – mecanização, técnicas de irrigação e cultivares de alto potencial de rendimento. Este novo modelo foi amplamente difundido em países do Terceiro Mundo, a partir da década de 1960, e ficou conhecido como Revolução Verde (Spadotto et al., 2004).

Desde então, com este novo padrão agrícola consolidado, verificou-se a ocorrência de profundas mudanças no processo de trabalho tradicional da agricultura assim como nos impactos ambientais e na saúde humana (Moreira et al., 2002). Dentre os recursos ambientais afetados, destaca-se o solo, as águas superficiais e subterrâneas. Para Soares e Porto (2007) a contaminação da água e do solo encontra-se totalmente relacionada com o modelo de produção em larga escala, o qual é adotado pela agricultura brasileira. Ademais, Veiga et al. (2006) salienta que a contaminação hídrica não tem impactos somente na água, mas também em toda a população que será abastecida por esse recurso.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre o uso de agrotóxicos no Brasil e seus impactos no solo e nas águas superficiais e subterrâneas, visando a contribuir para outros estudos.

Uso de agrotóxicos no Brasil

O Brasil é o líder mundial no uso de agrotóxicos (Gomes e Barizon, 2014). Segundo Alves e Oliveira-Silva (2003) este termo se refere a um nome genérico para diversos agentes que podem ser classificados:

- I) Com base no padrão de uso: desfolhantes, repelentes, dessecantes, etc;
- II) Nos organismos-alvos: inseticidas, herbicidas, acaricidas, etc;
- III) Na estrutura química: piretroides, atrazinas, organofosforados, organoclorados, etc;
- IV) No mecanismo de ação: anticolinesterásicos, anticoagulantes, etc;
- V) Na toxicidade: classe toxicológica que utiliza L_{50} (dose responsável pela morte da metade dos animais em experimentação) oral ou dérmica de ratos como parâmetro.

Para Veiga et al. (2006) os agrotóxicos possuem a função de serem tóxicos para certos tipos de fungos, insetos, plantas e animais. Contudo, apesar desta função letal direcionada a organismos específicos ele pode causar danos fora do seu alvo.

No Brasil, o Decreto 40.704/2002, que regulamenta a Lei 7.802/89, dá a definição de agrotóxico em seu artigo 1º, inciso IV:

IV - agrotóxicos e afins - produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento; (Brasil, 2002).

De acordo com Spadotto et al. (2004), entre os anos de 1960 a 1998 o consumo de agrotóxico aumentou 700% no país, enquanto nesse mesmo período o crescimento das áreas com culturas agrícolas foi de 78%. Segundo os autores, em termos de quantidade de ingredientes ativos, a soja, o milho e a cana-de-açúcar são as culturas brasileiras que mais utilizam agrotóxicos.

É importante evidenciar que essas culturas ocupam extensas áreas no país. Já as culturas de tomate, batata, citros e algodão embora ocupem menores áreas – em comparação as anteriores- apresentaram grande quantidade de ingredientes ativos, em 1998 (Spadotto et al., 2004),

Em relação à comercialização anual de agrotóxicos e afins, dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama, 2017) mostraram que houve um crescimento anual no consumo desses produtos entre os anos de 2000 e 2013, conforme disposto na Figura 1.

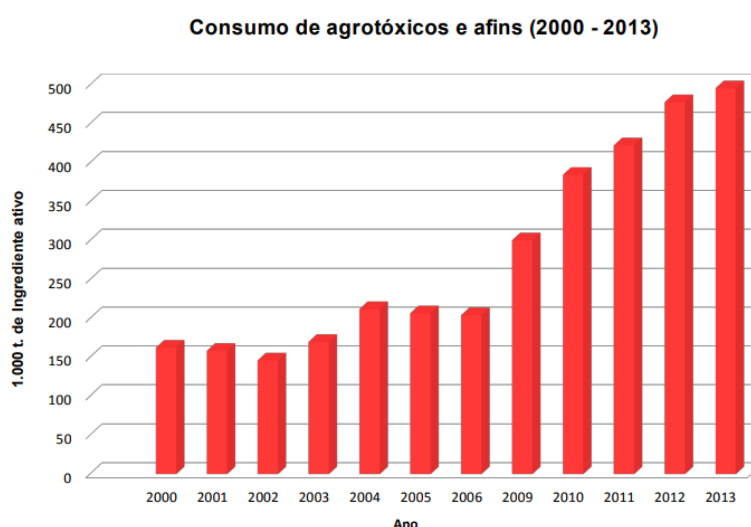


Figura 1- Consumo de agrotóxicos e afins por tonelada de ingredientes ativos – 2000 a 2013, segundo Ibama (2017).

Já a Tabela 1 apresenta o consumo de agrotóxicos e afins no Brasil, segundo as classes de uso, no ano de 2001.

Tabela 1 - Consumo de agrotóxicos e afins no Brasil, de acordo com regiões e classes de uso, 2001

Regiões	Área plantada das principais culturas (ha)	Consumo de agrotóxicos e afins (t de ingrediente ativo)					
		Total	Classes de uso				
			Herbicidas	Fungicidas	Inseticidas	Acaricidas	Outros
Norte	2.262.051	1.238,80	923,20	144,63	87,60	1,04	82,33
Nordeste	10.879.678	8.573,85	5.531,37	866,30	1.577,79	15,80	582,59
Sudeste	10.721.364	59.505,93	26.030,71	9.316,31	6.832,57	1.509,91	15.816,43
Sul	16.750.005	51.171,56	35.413,63	4.481,78	5.26,86	41,59	6.007,70
Centro-Oeste	10.159.717	38.247,10	23.916,20	2.913,32	7.288,07	28,85	4.100,66
Brasil	50.772.815	158.737,24	91.815,11	17.722,34	21.012,89	1.597,19	26.589,71

Fonte: IBGE (2004)

De acordo com a Tabela acima, as regiões que mais se destacaram em termos de consumo foram: Sudeste, Sul e Centro-Oeste, respectivamente. Já as classes de uso que apresentaram maior consumo no país foram: Herbicidas, Inseticidas e Fungicidas. Segundo o último relatório de comercialização de agrotóxicos apresentado pelo Ibama os Herbicidas, Inseticidas e Fungicidas continuam sendo as classes de uso mais comercializadas no país. A Figura 2 apresenta a distribuição das 4 principais classes.

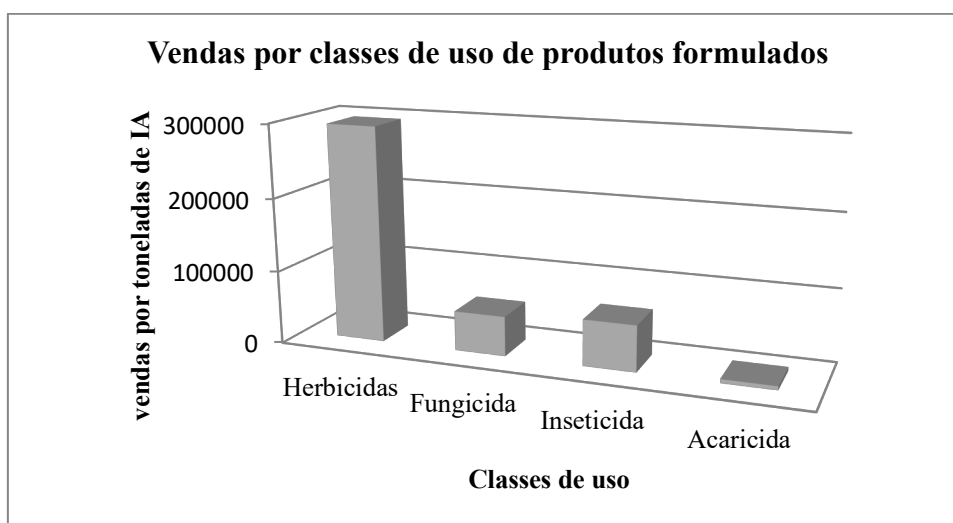


Figura 2 - Vendas por classes de uso dos produtos formulados, ano de 2014.

Fonte: Ibama (2017).

Em relação à comercialização dos ingredientes ativos de agrotóxicos mais vendidos no Brasil, destaca-se o glifosato e seus sais. A Tabela 2 apresenta os 10 ingredientes ativos mais vendidos no ano de 2014.

Tabela 2 - Os 10 ingredientes ativos mais vendidos em 2014

Ingrediente Ativo	Vendas (ton.IA)	Ranking
Glifosato e seus sais	194.877,84	1º
2,4-D	36.513,55	2º
Acefato	26.190,52	3º
Óleo mineral	25.632,86	4º
Clorpirifós	16.452,77	5º
Óleo vegetal	16.126,71	6º
Atrazina	13.911,37	7º
Mancozebe	12.273,86	8º
Metomil	9.801,11	9º
Diuron	8.579,52	10º

Fonte: Ibama (2017)

Os agrotóxicos também podem ser classificados de acordo com sua periculosidade ambiental. Desse modo há 4 classes que são utilizadas, que vão desde o “Pouco Perigoso ao Meio Ambiente (Classe IV)” até o Altamente Perigoso ao Meio Ambiente (Classe I)”. Ao quantificar as vendas por essa classificação, o Ibama (2017) mostrou que a maior parte pertence a Classe III: “Perigoso ao Meio Ambiente”, seguida da Classe II – “Muito Perigoso ao Meio Ambiente”, conforme disposto na Figura 3.

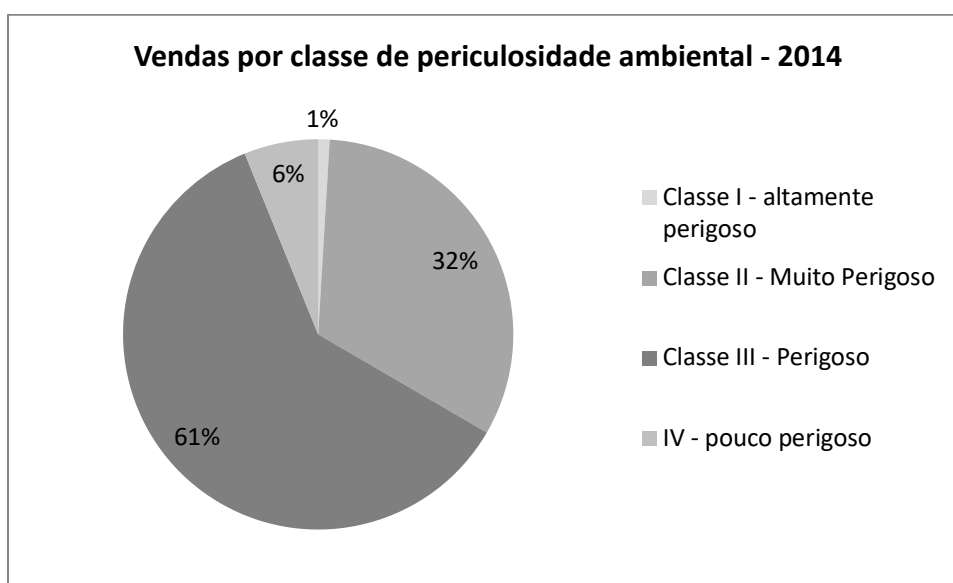


Figura 03 - Vendas por classe de periculosidade Ambiental em 2014, segundo o Ibama (2017).

Para Flores et al. (2004) os organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides e toda uma série de derivados de triazinas são tipos de agrotóxicos que foram muito utilizados em grande escala. Os organoclorados são muito persistentes no meio ambiente e segundo Carlos et al., (2013) sua ação danosa para o ambiente e a saúde pública tem sido comprovada, chegando a ser proibido em diversos países.

Com a proibição desses compostos, foram surgindo diversas moléculas de distintos grupos químicos, as quais passaram a serem utilizadas pela agricultura. Apesar de possuírem uma vida mais curta sua composição química se tornou mais complexa, o que acarretou em maiores dificuldades de serem detectadas no meio ambiente (Gomes e Barizon, 2014).

Contaminação do solo

Nos sistemas agrícolas, o solo sofre influência direta da utilização de agrotóxicos nas culturas, principalmente em sistemas de cultivos inadequados (Steffen et al., 2011). Desse modo, ele fica exposto a diversos meios de degradação, como a erosão e a deterioração química.

O processo de degradação e transformação dos agrotóxicos no solo depende de suas características e dos elementos dos produtos utilizados. Desse modo, alguns fatores físicos (evaporação, lixiviação, absorção pelas raízes das culturas), ambientais (temperatura, matéria orgânica, acidez, umidade e tipo de solo) e químicos (hidrólise) podem interagir na decomposição das substâncias químicas, acelerando ou diminuindo o processo de degradação (Flores et al., 2004). Ademais, a declividade pode alterar o acúmulo de substâncias no solo. Para Ramalho et al., (2000) quanto menor o declive e mais frequente a aplicação de determinado produto, maior será o seu acúmulo.

Quanto à forma de incorporação dos agrotóxicos neste recurso, Manzatto et al. (2002) afirma que ela pode ocorrer no momento da aplicação, por meio de infiltração ou volatilização. Steffen et al. (2011, p.16-17) apresentam 6 formas de depositá-los no solo:

[...] 1) pela aplicação direta do produto utilizado no controle de insetos, doenças ou plantas daninhas; 2) através da utilização de água contaminada para aplicação de produtos químicos ao solo; 3) contaminação pelo contato do solo com embalagens contaminadas, depositadas indevidamente sem a realização da tríplice lavagem; 4) contaminação através da deriva de produtos aplicados sobre as culturas, principalmente, quando tal aplicação é realizada via pulverização aérea; 5) deposição sobre o solo devido à

volatilização e posterior precipitação, processo que pode ocorrer com algumas classes de herbicidas; e 6) pela contaminação do solo proveniente da dessecação de culturas de cobertura e sua posterior incorporação.

Conforme Steffen et al. (2011), ao ser incorporada no solo a molécula pode seguir distintas rotas, chegando a diferentes ecossistemas e, consequentemente, intervindo em suas dinâmicas.

A determinação da contaminação, por meio de atividades humanas, pode ser feita a partir da comparação da concentração potencial de contaminantes com o teor crítico deles ou com a concentração normal do solo. Contudo, para alguns compostos, como DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), a contaminação é indicada com qualquer nível detectável de concentração (White, 2009).

Diante do exposto, deve-se destacar que há diferentes maneiras que os contaminantes podem afetar a saúde humana: de forma direta (ingestão do solo, inalação de gases e poeiras e contato com a pele) e indireta (consumo de comida e água) (White, 2009). Ademais, existe a possibilidade de tornar o solo impróprio para uso em diversas atividades, bem como contaminar as águas superficiais e subterrâneas.

Contaminação das águas superficiais e subterrâneas

Em concordância com Flores et al. (2004), os agrotóxicos podem ser transportados pelas águas das chuvas, as quais carregam a cobertura vegetal e parte do solo, chegando até rios e lagos. Eles também podem se infiltrar no solo, atingindo as águas subterrâneas.

Ao serem lançadas no ambiente aquático podem interagir com organismos vivos, acarretando em diversas alterações que podem gerar graves desequilíbrios ecológicos (Arias et al., 2007). Ademais, Veiga et al. (2006) ressalta que a contaminação da água de um sistema hídrico acarreta impactos não só em sua biodiversidade, mas também em toda população que se abastece desse recurso.

Na literatura há diversos estudos que retratam a contaminação das águas por agrotóxicos. Em 1999, Barbash et al. (1999) relatou que muitas regiões agrícolas já apresentavam um alto nível de contaminação, como a presença elevada de atrazina em aquíferos dos Estados Unidos. De acordo com Flores et al. (2004) também há evidências que significativas quantidades de pesticidas atingem o mar, adentrando caias alimentar dos oceanos.

Ribeiro et al. (2007) afirma que há a ocorrência de pesticidas, mesmo que em concentrações baixas, em águas subterrâneas de diversos países, como Estados Unidos, Grécia, Grã-Bretanha, Alemanha, Bulgária, Portugal, Espanha e Brasil.

No Brasil, estudos em diferentes regiões investigaram a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por esses produtos. Soares e Porto (2007) avaliaram as externalidades negativas associadas ao uso intensivo de agrotóxicos em cidades do cerrado brasileiro e verificaram que há concentração de contaminantes nos municípios que empregam a agricultura em grande escala.

No Estado de São Paulo, Corbi et al. (2006) encontraram o composto Endrin - inseticida com uso frequente em culturas de cana-de-açúcar, algodão, milho e soja – em águas de 11 córregos que ficam em torno de áreas próximas a atividades canavieira. Os autores também detectaram, nesses mesmos locais, altas concentrações de Aldrin - inseticida com alta persistência no meio ambiente.

Em Mato Grosso, Dorés et al. (2006) averiguaram a presença de herbicidas em águas subterrâneas e superficiais, onde identificaram a presença de resíduos em 73% das amostras de seu estudo. O metribuzin foi o mais frequente encontrado. Os autores também constataram a presença de detilatraxina, metribuzin e metolachlor em uma amostra de água potável.

No Rio Grande do Sul, Grützmacher et al. (2008) avaliaram e monitoraram a presença de agrotóxicos nas águas do canal São Gonçalo e do rio Piratini e concluíram que as águas localizadas em pontos mais baixos apresentaram maiores quantidades de resíduos de agrotóxicos. Foram detectados: clomazon, fipronil, carbofuran, quinclorac, sendo os dois últimos os mais persistentes.

Ainda no Rio Grande do Sul, Marchesan et al. (2010) investigaram a presença de determinados tipos de herbicidas nos rios Vacaí e Vacaí-Mirim, onde é retirada água para irrigação, principalmente cultivo de arroz. Os autores concluíram que há presença de agrotóxicos durante o período de cultivo de arroz irrigado. Os produtos encontrados com maiores frequências nas amostras de água foram os herbicidas clomazone e quinclorac e inseticida fipronil.

Em Minas Gerais foram detectados resíduos de cinco organoclorados nas águas do rio Ribeirão São Bartolomeu, no município de Viçosa. Embora diversos inseticidas organoclorados tenham seu uso restrito no país desde a década de 80 a sua presença ainda tem sido notada no meio ambiente em decorrência de sua elevada persistência e uso clandestino (Flores, 2000).

Diante do exposto, faz-se necessário o diagnóstico dos princípios ativos mais utilizados no Brasil, assim como o perfil do uso dessas substâncias, já que podem ter seu uso concentrado em regiões e culturas específicas. O levantamento deve considerar tanto as características intrínsecas às substâncias – como persistência, bioacumulação, lixiviação – quanto àqueles referentes aos compartimentos ambientais - tipos de solo, temperatura, água (Fernandes Neto e Sarcinelli, 2009).

Segundo Alves e Oliveira-Silva (2003) a permanência dos agrotóxicos nos compartimentos ambientais depende de variáveis características do próprio composto ou da mistura deles, como: forma molecular, tamanho e estrutura e a presença ou ausência de grupos funcionais.

CONCLUSÃO

O presente trabalho relatou que o uso indiscriminado de agrotóxicos pode causar potencial contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas. Verificou-se que o solo fica exposto a contaminação e a degradação pelo uso excessivo de agroquímicos. Segundo os estudos apresentados, o uso intensivo de agrotóxicos tem contaminado cidades do cerrado brasileiro e águas de mananciais superficiais do Estado de São Paulo, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Portanto, é necessário que haja constante monitoramento das regiões onde são empregados defensivos agrícolas em larga escala já que além de estarem provocando impactos ambientais também apresentam potenciais riscos à população que utiliza e se abastece de águas superficiais e subterrâneas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S.R.; OLIVEIRA-SILVA. Avaliação de ambientes contaminados por agrotóxicos. In: PERES, F.; MOREIRA, J.C. **É veneno ou é remédio?:** agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. P. 137-156.
- ARIAS, A.R.L.; BUSS, D.F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M.; MUGNAL, R.; BAPTISTA, D.F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.12, n.1, p. 61-72, 2007.
- BARBASH, J. E.; THELIN, G. P.; KOLPIN, D. W.; GILLIOM R. J. **Distribution of major herbicides in ground water of the United States.** Sacramento: US Geological Survey Water-Resources, 1999. 58 p. (Investigations Report 98-4245).
- BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem**

e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Presidência da República – Casa Civil, Brasília, 2002.

CARLOS, E. A.; ALVES, R. D.; QUEIROZ, M. E. L. R.; NEVES, A. A. J. B. Simultaneous determination of the organochlorine and pyrethroid pesticides in drinking water by single drop microextraction and gas chromatography. **Chemical Society**, v. 24, n. 8, p. 1217-1227, 2013.

CORBI, J. J.; STRIXINO, S. T.; SANTOS, A.; DEL GRANDE, M. Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-de-açúcar (estado de São Paulo, Brasil). **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 61-65, 2006.

DORES, E. F. G. C.; NAVICKIENE, S.; CUNHA, M. L. F.; CARBO, L.; RIBEIRO, M. L.; FREIRE, E. M. L. Multiresidue determination of herbicides in environmental waters from Primavera do Leste region (Middle West of Brazil) by SPE-GC-NPD. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 17, n. 5, p. 866-873, 2006

FERNANDES NETO; M.L. SARCINELLI, P.N. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição ao processo de atualização da legislação brasileira. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n.1, jan/mar 2009, p. 69-73.

FLORES, A. V.; Ribeiro, J. N.; Neves, A. A.; Queiroz, E. L. R. Organoclorados: um problema de saúde pública. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 2, 2004.

FLORES, A.V. **Determinação de resíduos de organoclorados em águas e sedimentos**. 2000. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GOMES, M.A.F.; BARIZON, R.R.M. **Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011**. EMBRAPA: Jaguariúna, 2014.

GRÜTZMACHER, D. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; AGOSTINETTO, D.; LOECK A. E.; ROMAN R.; PEIXOTO, S. C.; ZANELLA R. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 632-637, 2008

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais><Acesso em 24 nov.2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.. **Indicadores de desenvolvimento sustentável** – Brasil, 2004. Dimensão Ambiental. Terra. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/terra.pdf>
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/102661/1/pab98047.pdf><Acesso em: 21 nov.2017.

MANZATTO, C.V.; FREITAS JUNIOR, E.F.; PERES, J.R.R. **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Embrapa: Rio de Janeiro, 2002.

MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O. M.; ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; MACEDO, V. R. M.; MARCHEZAN, M. G. Resíduos de agrotóxicos na água de rios da depressão central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 123-127, 2010

MOREIRA, J.C.; JACOBI, J.C; PERES, F.; LIMA, J.S.; MEYER, A.; OLIVEIRA-SILVA, J.J.; SARCINELLI, P.N.; BATISTA, D.F.; EGLER, M.; FARIA, M.V.C.; ARAÚJO, A.J.; KUBOTA, A.H.; SOARES, M.O.; ALVES, S.R.; MOURA, C.M.; CURI, R. .Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.7, n.2, p. 299-311, 2002.

RAMALHO, J.F.G.P.; SOBRINHO, N.M.B. do A.; VELLOSO, A.C.X. Contaminação da microbacia de caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1289–1303, 2000.

RIBEIRO, M.L.; LOURENCETTI, C.; PEREIRA, S.Y.; MARCHI, M.R.R. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007.

SOARES, W.L.; PORTO, M.F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.12, n.1, p. 131-143, jan/mar 2007.

SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A.F.; LUCHINI, L.C.; ANDRÉA, M.M. **Monitoramento do Risco Ambiental de Agrotóxicos**: princípios e recomendações. Documentos 42. Embrapa: Jaguariúna, 2004.

STEFFEN, G.P.; STEFFEN, R.B.; ANTONIOLLI, Z.I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 15, n.1, p. 15-21, jan./jun. 2011.

VEIGA, M.M.; SILVA, D.M.; VEIGA, L.B.E.; FARLA, M.V.C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n.11, p. 2391-2399, nov. 2006.

WHITE, R.E. **Princípios e Práticas da Ciência do Solo**: O solo como um recurso natural. 4ed. ANDREI, São Paulo, 2009. Tradução: Silva, I.F. Dourado Neto, D.