

## UMA REFLEXÃO SOBRE A INTENSIFICAÇÃO DO USO DO ‘PACOTE VERDE’

Taís Coutinho Parente<sup>1</sup>

### Resumo

A Revolução Verde é visto como um grande avanço tecnológico que objetivou aumentar a produção agrícola e acabar com a fome mundial. A produção agrícola de fato aumentou, mas como esse programa foi uma tentativa de despolitizar o debate da fome, tornando-o estritamente técnico, não foi possível acabar com a fome mundial. Como resultado, temos a implantação do ‘pacote verde’ constituído principalmente pelo uso de sementes transgênicas, fertilizantes e agrotóxicos. A velocidade de uso desse pacote aumenta de maneira assustadora, por exemplo, em 2010 foram registradas em torno de 15.000 formulações diferentes de agrotóxicos no mundo. Para barrar ou tentar frear esse avanço, devemos investir na prática de uma ciência que não seja neutra. Uma ciência que seja discutida politicamente!

**Palavras-chave:** revolução verde, agrotóxicos, ciênciaXpolítica

### Introdução

O paradigma da Revolução Verde é visto como o maior avanço histórico e tecnológico da história da humanidade (Shiva, 1992), sendo uma iniciativa do grupo Rockefeller, nos EUA, com o objetivo de aumentar a produção agrícola de milho e soja no México. Com o sucesso obtido, o paradigma da Revolução Verde logo foi espalhado pelo restante do mundo com o discurso de aumentar a produção agrícola, o que de fato ocorreu, e acabar com a fome mundial, o que não ocorreu. A implantação desse programa pode ser caracterizada como uma tentativa de despolitização do debate da fome, tornando-o estritamente técnico (Chã, 2016). O grupo Rockefeller acreditou em um desenvolvimento capaz de combater a escassez e dominar a natureza, não considerando os limites que a própria natureza impõe e levando em conta apenas superioridade da tecnologia. Sua implantação ocorre majoritariamente na década de 1960, sobretudo após a Revolução Chinesa, Camponesa e Comunista de 1949 (Chã, 2016) com o discurso de traçar uma estratégia eficiente no aumento da produção de alimentos e reduzir a ameaça da insurgência do comunismo e um possível conflito agrário. A justificativa para tal programa baseia-se no argumento de aumento da produtividade agrícola através da

---

<sup>1</sup> Instituto de Geociências, Unicamp. <taiscoutinhop@gmail.com>

modernização do campo, almejando o fim da fome mundial (CUT, 2015), porém essa modernização é pensada por e para um capital estrangeiro.

Contrariando o debate de eliminar a fome mundial, na década de 1970, em Maharashtra's na Índia, por exemplo, o banco mundial forneceu créditos para aumentar a irrigação, incentivando o aumento da produção de cana de açúcar. Em menos de uma década, a cana de açúcar ocupou 3 % da terra irrigada e consumiu 80 % da água irrigada, deixando algumas plantações alimentícias sem água (Shiva, 2002).

A Revolução Verde contou com a participação de empresas de produtos químicos que abasteciam a indústria bélica norte americana durante a Segunda Guerra Mundial. Estas empresas incentivaram a produção e consumo do “pacote verde” constituído por fertilizantes químicos, agrotóxicos e sementes transgênicas, em países como Brasil, Índia e México. O mercado de explosivos havia rentado bastante, especialmente no período das duas guerras mundiais, a partir do desenvolvimento e ampliação da síntese química da amônia (Processo Haber-Bosch) com o objetivo de produzir armas químicas contra os inimigos. Na Primeira Guerra teve a vasta utilização da nitroglicerina e outros explosivos; e na Segunda Guerra houve uma ampla utilização do DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano).

Com o fim da Segunda Guerra, era necessário formar outro mercado para esses compostos. As indústrias bélicas passaram a buscar e a incentivar a aplicação desses produtos na eliminação de pragas da agricultura, obtendo apoio da saúde pública para legitimar a introdução desses produtos. Além disso, o nitrogênio, usado na nitroglicerina e outros explosivos, também pode ser empregado no uso de fertilizantes químicos nitrogenados, muito usados até hoje na adubação junto com fósforo e potássio. Uma maneira de entender o que se passou com essas indústrias químicas é assistir ao documentário “O mundo segundo a Monsanto” de Marie Monique Robin. Neste documentário é mostrado que a Monsanto foi criada em 1901 como uma indústria química que fornecia principalmente PCB, plásticos e polietilenos. Depois, passou a fornecer o agente laranja e o DDT, além de produzir o polêmico hormônio para vacas aumentarem a produção de leite. O documentário comenta ainda sobre os processos que essa empresa já recebeu por fazer propaganda enganosa.

A implantação desenfreada desse “pacote verde” agravou diversos problemas sociais e ambientais que já existiam ao longo da história do desenvolvimento conservador da agricultura no mundo, caracterizando o que conhecemos de modernização conservadora. Mas por que foi permitida a concentração oligopolista das empresas produtoras dessas substâncias,

como Syngenta, Bayer, Basf, Dow, Dupont e Monsanto? Por que foi permitida a concentração da produção de fertilizantes em três grupos transnacionais como Bunge, Yara e Mosaic? Por que um país como o Brasil se permitiu chegar ao ponto de ser o maior consumidor de agrotóxicos no mundo desde 2008? No caso do Brasil, há uma forte influência do pensamento implantado na ditadura militar, em 1965, sendo reforçado até os dias atuais. No Brasil, coincidentemente, na década de 1960, criou-se a Rede Globo. Esta emissora cumpriu um papel fundamental de difusão da cultura urbana de consumo, do progresso tecnológico no campo que substitua o camponês por máquinas e agrotóxicos (Porto Gonçalves 2006 apud Chã, 2016), contribuindo para o sucesso de disseminação do programa da Revolução Verde. Além disso, a mensagem propagada no mundo pela Ford Foundation é que as sementes nativas não geram abundância e sem abundância ainda há fome e logo não haveria paz. (Shiva, 1992). Não foi discutido sobre as sementes nativas não terem alto rendimento porque não suportam a alta dosagem de produtos químicos aplicados, por exemplo.

No lugar de gerar paz a partir da abundância e fim da fome mundial, as sementes com alta produtividade geraram novos problemas de escassez e novos conflitos. Por exemplo, as sementes com alto rendimento muitas vezes diminuem a matéria orgânica do solo, alterando o ciclo de diferentes nutrientes, além de a maioria das novas variedades exigirem uma quantidade de nutriente muito maior que o solo pode oferecer, reduzindo a fertilidade do mesmo. Mesmo que sejam adicionados macro nutrientes nos fertilizantes como nitrogênio, fósforo e potássio, o solo precisa de uma maior quantidade também de micronutrientes como boro, ferro, zinco, cobre, cloro e outros, que embora tenham menor necessidade de consumo pela planta, eles ainda são essenciais para vida do solo e da planta.

Nota-se que essas novas sementes possuem uma dependência dos produtos químicos, consolidando a necessidade do “pacote verde”, além de terem uma alta demanda de água e irrigação constante, impactando fortemente no balanço hídrico da região. A irrigação costumava ser usada para proteger o plantio, mas passou a ser usada de maneira intensiva com o objetivo de aumentar a produtividade, gerando, normalmente, poluição salina no solo e alterando sua fertilidade (Shiva, 1992). Adicionar mais água ao sistema pode mudar a drenagem natural, causando inundações, salinização, desertificação e em casos extremos podendo também causar a lixiviação de grande parte do húmus presente no solo (Shiva, 2002).

A Revolução Verde objetivou igualdade e sustentabilidade, mas na verdade ela gerou mais desigualdades e escassez, por exemplo, o uso intensivo de fertilizantes, práticas extensivas de monoculturas e a intensiva mecanização da agricultura tornou diversas áreas americanas em desertos em menos de 30 anos (Shiva, 1992). De um lado ela forneceu tecnologia para substituir a natureza, porém essa própria tecnologia demanda, paradoxalmente, muito mais que a natureza pode fornecer. Claro, a Revolução Verde foi responsável por um aumento considerável na produção de alimentos, mas o problema da fome mundial não foi solucionado, visto que muitos alimentos são produzidos em países periféricos e destinados para países centrais como Estados Unidos, Japão e membros da União Europeia.

As consequências ambientais e sociais não são levadas em conta e a raiz do problema da fome mundial, igualdade social e acesso a terra não são resolvidos. Além disso, hoje, sabe-se que a indústria alimentícia produz mais que o dobro necessário para alimentar a população mundial, porém parte dos alimentos é desperdiçada (IMEchE, 2016). Logo, mesmo que a produção tenha sido suficiente para alimentar a população mundial, as relações político-econômicas que sustentam o agronegócio não permitiu a solução do problema da fome.

Percebe-se que controlar a natureza e o povo era estratégia central da revolução verde, porém, quando esses novos conflitos apareceram, a ciência, que tanto investiu no desenvolvimento, foi desligada da sua responsabilidade nesse processo econômico. Segundo Shiva, (1992) a ciência se coloca acima da sociedade e esta não deve questioná-la nem julgá-la, ocorrendo uma separação entre a ética e a prática científica, fator fundamental para continuar ocultando os problemas. Se escondendo por detrás de uma ciência neutra e imparcial, os defensores do agronegócio conseguem manter o domínio e monopólio do tema, conseguindo expandir seu pensamento hegemônico. É como se a ciência oferecesse novas soluções para os problemas sociais e políticos, mas se essas soluções gerarem novos problemas, a ciência não pode ser correlacionada a eles.

Quando começarmos a entender que a ciência não pode ser dissociada da política, podemos entender que o pacote verde é um avanço que deve ser usado cautelosamente para não se tornar perigoso contra os humanos e o meio ambiente. É necessário que haja um reestabelecimento dos vínculos entre a razão moral e razão científica para reformular as instituições acadêmicas a partir de um controle de produção científico-tecnológica não restrito a uma comunidade de especialistas (Carneiro et al., 2015). A população deve buscar entender

que a ciência e a política estão intrinsecamente correlacionadas e que juntas formam uma estratégia eficiente para implantar esse programa.

### **O uso intensivo de agrotóxicos e os efeitos no meio ambiente**

O mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93 % em um período de 10 anos, enquanto no Brasil a porcentagem sobe para 190 % em um mesmo período (Carneiro et *al.*, 2015). Desde 2008, o Brasil se tornou o maior consumidor mundial de agrotóxicos do mundo. A partir desse ano, a taxa de crescimento de importação de ingredientes ativos foi de 400 % ao ano e a de produtos comerciais foi de 700 % ao ano. Das 130 empresas cadastradas, 96 são apenas para comercialização e 53 % são apenas importadoras e mobilizam a venda de 833000 toneladas de 936 produtos (Carneiro et *al.*, 2015). Esse processo de uso de agrotóxicos na agricultura foi iniciado antes de 1965, porém foi neste período que houve a intensificação do seu uso, incentivado pela ditadura militar, sendo reforçado na década de 90 com a dinâmica de privatização dos organismos federais. Não é por acaso que, em termos monetários, o setor do agronegócio movimentou em 2011 cerca de US\$ 8,5 bilhões, sendo soja, milho, algodão e canas-de-açúcar responsáveis por 80 % do total de vendas (ANVISA, 2012).

Esse aumento da utilização de agrotóxicos pode ser explicado além de termos econômicos. No caso da soja, por exemplo, Carneiro et *al.* 2015 afirmam que o consumo médio de litros de agrotóxicos por área plantada de soja aumentou de 10,5 L/ha em 2001 para 12 L/ha em 2002. Isso ocorre principalmente devido a utilização de soja transgênica que requer uma maior quantidade de agrotóxico além do aumento da resistência das ervas daninhas, fungos e insetos, requerendo também uma maior quantidade de produto.

O pacote verde é conhecido com a venda casada de sementes transgênicas, fertilizantes químicos e agrotóxicos que são produzidos em geral pelas mesmas indústrias já descritas no texto. Como dito, as “pragas” adquirem resistência a alguns produtos, levando a necessidade de aumentar a dose ou até mesmo formular novos produtos químicos. Hoje, sabe-se que existem mais de 15.000 produtos comerciais no mercado mundial, como reforça Rigotto (2010).

“Atualmente, existem pelo menos 1.500 ingredientes ativos distribuídos em 15.000 diferentes formulações comerciais no mercado mundial (MAPA, 2004). No Brasil, estão registrados 2.195 produtos comerciais, elaborados com 434 ingredientes ativos (ANVISA, 2010)” (Rigotto, 2010).



No Brasil, particularmente, esse aumento do consumo de agrotóxicos ocorre também devido a facilidade na inserção destes produtos no país, pois o custo para registro de agrotóxico no Brasil é baixo. Por exemplo, são pagos 1.800 reais para a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) por um registro, enquanto que nos EUA são pagos 600 mil dólares para seu registro, além disso, nos EUA, há 854 técnicos trabalhando na regulação de registros de agrotóxicos enquanto que o Brasil conta com 21 técnicos (ANVISA; UFPR, 2012 apud Carneiro et al., 2015). Uma vez registrado, não há a necessidade de realizar uma atualização do registro em determinado período como acontece com os medicamentos. Ou seja, uma vez registrado, não há obrigatoriedade de fazer uma reavaliação e revisão dos perigos causados por aquele produto para decidir manter ou revogar a autorização. Pode-se considerar que ocorreu um avanço ao criar a Anvisa, aprimorando os procedimentos regulatórios e as avaliações toxicológicas de novos registros, porém ainda é difícil retirar de circulação produtos que já foram avaliados como perigosos. A situação piora quando, em fevereiro de 2017, lê-se no noticiário que o Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) está investindo em um Sistema Integrado de Agrotóxicos, que envolverá a Anvisa e o Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), com o objetivo de reduzir burocracias e acelerar a aprovação de novos produtos (Mapa, 2017).

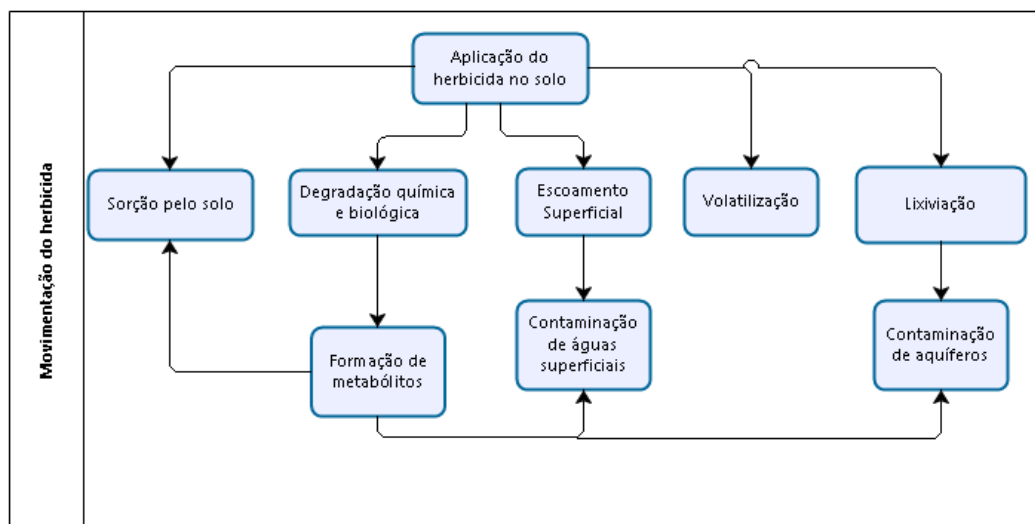
Além disso, há a dificuldade de comprovar e avaliar um agrotóxico como perigoso, pois a maioria das análises de toxicologia realizadas estuda a exposição a um único ingrediente ativo (IA), porém, o que ocorre é que normalmente a aplicação desses produtos ocorre como misturas de mais de um IA. Acrescenta-se ainda o problema de se estabelecer limites máximos de resíduos (LMR) para cada IA, sem que se saiba a quantidade máxima de IA por amostra ou como são seus efeitos em relação a soma das concentrações de IA na mesma amostra. Isso facilita a inserção de novos produtos que não são comprovadamente avaliados como perigosos ou não se pode saber de fato o grau de periculosidade destes compostos.

As pulverizações aéreas são as formas de aplicação de pesticidas mais utilizadas no Brasil. Embora tenham ocorrido tentativas de proibi-las, em dezembro de 2012 elas voltaram a ser permitidas, mesmo que avaliações do IBAMA tenham demonstrado que essas pulverizações representem riscos ao ambiente. A Embrapa reforça ainda que os atuais

equipamentos de pulverização mesmo que calibrados e em situações de temperaturas e ventos ideais, permitem que apenas 32 % dos agrotóxicos pulverizados sejam retidos na planta, 19 % vão para o ar e 49 % vão para o solo e depois de um tempo parte é evaporada, lixiviada ou degradada (Carneiro et al., 2015).

Estudos realizados por Souza (2006) reforçam e comprovam o desperdício ocorrido nas pulverizações aéreas de agrotóxicos, pois ele afirma que 47 % do total pulverizado não atinge o alvo, resultando em altos teores de resíduos. Normalmente, os corpos hídricos, superficiais e subterrâneos, são os principais destinos destes resíduos (Souza, 2006).

Ao alcançar o solo, parte da molécula do agrotóxico pode ser volatilizada, escoada superficialmente, lixiviada, sofrer sorção pelo solo ou degradação química ou biológica. O escoamento superficial pode surgir quando parte da água infiltrada encharca o solo e então a água escoar pela superfície. A degradação química ou biológica pode gerar metabólitos que também são potencialmente poluentes (Souza, 2006). O entendimento da movimentação de herbicidas no meio ambiente é importante para o desenvolvimento de estratégias que minimizem seu impacto, além disso, análises de contaminação por herbicidas podem ajudar em estudos eco toxicológicos (Aparicio et al., 2013). A figura 5 mostra um fluxograma básico para melhor entendimento da movimentação de herbicidas no solo.



**Fluxograma geral proposto para entender a movimentação de herbicidas no solo.**

**Fonte: Javaroni et al, 1998; Souza, 2006. Elaboração: autora.**

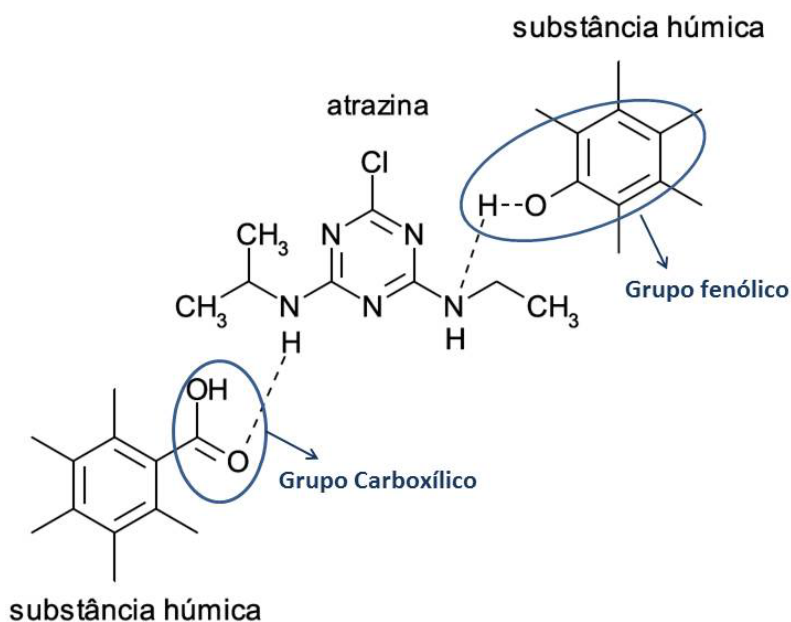
A perda e a degradação de herbicidas em escoamentos superficiais dependem de vários fatores, entre eles, a taxa de aplicação, a persistência, a mobilidade e a volatilização do composto; a fotodegradação e a repartição microbiana do produto e de seus metabólitos; a taxa de matéria orgânica no solo, a umidade e a textura do solo, a intensidade e duração de chuva, a topografia e o clima da região (Byer, 2011; Nachimutu et al, 2016).

O uso de agrotóxicos, mesmo em baixa concentração, afeta a estrutura e função de comunidades naturais, comprometendo as funções vitais de seres e assim, degradando ecossistemas e reduzindo a biodiversidade (Berti et al., 2009). Além disso, os agrotóxicos podem sofrer biomagnificação, ou seja, serem acumulados nos tecidos dos corpos de organismos e atingirem concentrações maiores do que em torno do meio ambiente (Géronimo et al., 2014). Um exemplo disto são as ostras que podem acumular pesticidas, concentrando-os em até 70 mil vezes e, caso sejam consumidas pelo ser humano, podem causar intoxicação (Berti et al., 2009).

Analisando o caso específico do ingrediente ativo atrazina (1-cloro-3-etilamino-5-isopropilamino-2,4,6-triazina), por exemplo, ela é caracterizada por ser pouco lixiviada, sendo sua perda no solo devido, principalmente, ao escoamento superficial, através da sua adsorção à matéria orgânica, e, assim, ocorre em maior quantidade na camada do solo do que em profundidades maiores que 30 cm (Ludovice, 2003). Ela tem solubilidade de 33 mg / L em água a 22 °C, sendo praticamente insolúvel e é uma base fraca, podendo ser ionizável. Em estudos realizados por Hermes et al., (2000) apud Ludovice, (2003), a concentração de atrazina decresceu ao longo do tempo de chuvas, ocorrendo maior perda a partir do escoamento superficial na primeira chuva.

Um dos motivos da adsorção da atrazina à matéria orgânica no solo é devido a fração orgânica dos solos possuir substâncias húmicas que possuem grupos funcionais contendo oxigênio, como a carbonila, C=O, presente no grupo carboxílico; e a hidroxila, OH, presente no grupo fenólico. Isto torna provável a formação de ligações de hidrogênio com os hidrogênios livres e os nitrogênios dos grupos amino secundários da atrazina (Javaroni et al, 1998 ; Souza, 2006). A ligação de hidrogênio é o tipo de força intermolecular mais intenso, onde o átomo de hidrogênio é sempre o polo positivo e ele pode se ligar aos átomos flúor, oxigênio e nitrogênio, que são bastante eletronegativos e assumem o polo negativo da ligação.





**Mecanismo de ligação proposto entre a atrazina e as substâncias húmicas presentes na matéria orgânica do solo a partir de ligações de hidrogênio.**

**Fonte: adaptado de Javaroni et al., (1998). Elaboração: autora.**

São diversos os autores que estudam atrazina no mundo, entre eles podemos citar Silva et al., 2015 que analisaram a presença de atrazina em duas bacias agrícolas de Portugal: Mondego e Tejo, caracterizadas por plantações de milho, arroz e batata. As análises das águas superficiais mostraram que na bacia Mondego, a atrazina foi detectada em 53 % das amostras, enquanto na bacia Tejo, a atrazina foi detectada em 44 % das amostras. Além disso, Geronimo et al., 2014 analisaram águas superficiais da bacia azul, localizada na Argentina, e revelaram que 100 % das amostras continham atrazina na concentração máxima de  $1,4 \mu\text{g L}^{-1}$ . Esses dados mostram resultados de apenas um IA dentro dos 1500 que existem no mundo!

## Considerações finais

Este trabalho é parte da pesquisa desenvolvida pela autora que objetiva estudar o transporte da atrazina em escoamentos superficiais próximos a uma bacia com cobertura de cana de açúcar. Em virtude da velocidade que existe na produção e aprovação de novas formulações de agrotóxicos, faz-se necessário investigar o comportamento destes compostos em diferentes matrizes. Mesmo que pareça impossível caminharmos na mesma velocidade

que os defensores do agronegócio, faz-se necessário tentarmos e, assim, contribuirmos com uma ciência cada vez menos neutra.

## Referências Bibliográficas

ANVISA ; UFPR – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **1º Seminário Mercado de Agrotóxicos e Regulação**, 2012.

APARICIO V.A.; GÉRONIMO E.; Marino D.; PRIMOST J.; CARRIQUIRIBORDE P.; Costa J.L. **Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins**, Chemosphere, P. 1866–1873, V. 93, 2013.

BERTI, A.P.; DUSMAN, E.; SOARES, L.C.; GRASSI, L.E.P. **Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos**. SaBios: Rev. Saúde e Biol., v. 4, n. 1, p. 45-51, 2009.

BYER, J.D.; STRUGER, J.; SVERKO, S.; KLAWUNN, P.; TODD, A. **Spatial and seasonal variations in atrazine and metolachlor surface water concentrations in Ontario (Canada) using ELISA**. Chemosphere, v. 82, p. 1155–1160, 2011.

CARNEIRO, F.F.; AUGUSTO, L.G.S; RIGOTTO, R.M.; FRIEDRICH, K.; BURIGO, A.C. Dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva. **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**, 2015.

CHÃ, A.M.J. **Agronegócio e indústria cultural: estratégia das empresas para a construção da hegemonia**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Políticas Públicas e Relações Internacionais (IPPRI) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”(Unesp), São Paulo, 2016.

CUT – Central Única dos Trabalhadores. **Agrotóxicos, Impactos na vida e no Trabalho**, 2015.

GERONIMO, E.; APARICIO, V.C.; BARBARO, S.; PORTOCARRERO, R.; JAIME S.; COSTA, J.L. **Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina**. Chemosphere, v. 107, p. 423–431, 2014.

IMECHE - Institution of Mechanical Engineers. <https://www.imeche.org/news/news-article/half-of-all-food-produced-ends-up-as-waste-says-imeche> - acesso em 06/09/2016.

JAVARONI, R.C.A.; LANDGRAF, M.D.; REZENDE, M.O. **Comportamento dos herbicidas atrazina e alaclor aplicados em solo preparado para o cultivo de cana-de-açúcar**. Química nova, v. 22, 1998.

LUDOVICE, M.T.F. **Influência de faixa filtro de *brachiaria decumbens* na retenção de atrazina, nutrientes e sedimentos em escoamento superficial**. Tese apresentada à Banca Examinadora para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, SP, 2003.

MAPA - <http://www.agricultura.gov.br/noticias/sistema-integrado-de-agrotoxicos-sera-lancado-este-ano> acesso em 15/02/2017

NACHIMUTHU, G.; HALPIN, N. V.; BELL, M.J. **Effect of sugarcane cropping systems on herbicide losses in surface runoff.** Science of the Total Environment, v. 557–558, p. 773–784, 2016.

RIGOTTO, R.M. Agrotóxicos. **Textos analíticos do mapa de conflitos ambientais. Gesta – grupo de estudos em temáticas ambientais,** Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

SHIVA, V. **The Violence of the Green Revolution.** Other India Press, Goa, India, 1992. ISBN No: 81-85569-32-0

SHIVA, V. **Water Wars: Privatisation, Pollution and Profit.** India Research Press, New Delhi, 2002. ISBN: 81-87943-30-0.

SILVA, E.; DAAM, M.A.; CEREJEIRA, M.J. **Aquatic risk assessment of priority and other river basin specific pesticides in surface waters of Mediterranean river basins.** Chemosphere, v. 135, p. 394–402, 2015.

SOUZA, M.L.M. **Transporte e sorção do agroquímico paclobutrazol em solos irrigados cultivados com manga.** Tese apresentada ao Programa de pós-graduação em tecnologias energéticas e nucleares, PROTEN. Recife, PE, 2006.