



Textos para Discussão

AS EXTERNALIDADES NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E A CONSTRUÇÃO DE UM AMANHÃ



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

GOVERNO FEDERAL

Presidente da República
Jair Bolsonaro

Ministro da Saúde
Marcelo Queiroga

Presidente da Fundação Oswaldo Cruz
Nísia Trindade Lima

SAÚDE AMANHÃ

Coordenação geral
Paulo Gadelha

Coordenação Executiva
José Carvalho de Noronha

Coordenação Editorial
Telma Ruth Pereira

Apoio técnico
Natalia Santos de Souza Guadalupe

Normalização bibliográfica
Monique Santos

Projeto gráfico, capa e diagramação
Robson Lima — Obra Completa Comunicação

TEXTOS PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos desenvolvidos no âmbito do Projeto Saúde Amanhã, disseminando informações sobre a prospecção estratégica em saúde, em um horizonte móvel de 20 anos.

Busca, ainda, estabelecer um espaço para discussões e debates entre os profissionais especializados e instituições do setor.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do autor, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Fiocruz/MS.

O projeto Saúde Amanhã é conduzido pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) no contexto da "Estratégia Fiocruz para a Agenda 2030"/Fiocruz.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

URL: <http://saudeamanha.fiocruz.br/>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N852e Noronha, Gustavo Souto de

As externalidades na produção de alimentos e a construção de um amanhã / Gustavo Souto de Noronha. – Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2022.

70 p. – (Textos para Discussão; n. 86)

Bibliografia: p. 41-70.

I. Alimentação. 2. Agrotóxicos. 3. Clima. I. Noronha, Gustavo Souto de. II. Fundação Oswaldo Cruz. III. Título. IV. Saúde Amanhã.

CDU: 338.439.4:615.285.7:551.583

Textos para Discussão
Nº 86

AS EXTERNALIDADES NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E A CONSTRUÇÃO DE UM AMANHÃ

Gustavo Souto de Noronha

Este documento serviu como pano de fundo para os temas específicos tratados durante o Seminário “O Brasil depois da pandemia – Alimentação e nutrição: perspectivas na segurança e soberania alimentar”, realizado em 29 e 30 de novembro de 2021, na Fiocruz.

Rio de Janeiro, Março 2022

AUTOR

Gustavo Souto de Noronha

Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2003), Mestre em Economia pela Universidade Federal Fluminense (2013), Doutorando em Economia pela Universidade Federal Fluminense. Atualmente é Economista do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e Professor na Universidade Estácio de Sá.

SUMÁRIO

	Introdução	7
Uma Revisão Analítica Sobre as Externalidades Referentes ao Uso de Agrotóxicos		8
A Contribuição dos Sistemas Agropecuários para a Emergência Climática		32
Sistemas Alimentares e Pandemias		36
	Conclusão	38
	Referências Bibliográficas	41

AS EXTERNALIDADES NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E A CONSTRUÇÃO DE UM AMANHÃ

Construir o futuro é construir o presente. É criar um desejo que é para hoje. Que é de hoje para amanhã. E não realidade dos atos que só têm sentido para amanhã.

(Antoine de Saint-Exupéry, Cidadela, CXIV)

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade na agricultura tem funcionado como uma linha de defesa primária da humanidade contra uma crise malthusiana – a ideia de que a limitação da disponibilidade dos recursos naturais e o aumento populacional conduziriam a humanidade à fome. O sucesso da agricultura no século XX caracteriza-se mais pelo aumento da produtividade dos recursos disponíveis do que por uma expansão da base disponível de recursos. Novas demandas para a agricultura do mercado de energia e as mudanças climáticas têm trazido de volta a preocupação com os limites do crescimento da agricultura, suscitando a questão sobre a possibilidade de manutenção no século XXI dos ganhos de produtividade do século XX. Na metade do século vigente, 9 bilhões de pessoas precisarão ser alimentadas, vestidas e abrigadas no planeta. Encontrar uma maneira de atender às necessidades básicas dessas pessoas de maneira sustentável é um dos desafios que enfrentam nossa sociedade e a agricultura hoje (Fuglie, Wang & Ball, 2012).

A revolução verde combinou a difusão de uma série de novas tecnologias que permitiram um aumento sem precedentes da produção agrícola. Embora a população mundial tenha mais do que dobrado entre os anos 1960 e a primeira década do século XXI, a produção de cereais triplicou com um aumento de apenas 30% da área plantada (Wik, Pingali & Brocai, 2008). Todavia, o aumento da produtividade e do rendimento agrícola não veio sem a produção de externalidades, tendo como uma das suas principais causas o aumento do uso de agrotóxicos (Pretty et al., 2000; Pimentel, 2005).

Ademais, de acordo com o relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, acrônimo em inglês) Mudança Climática e Terra, 23% das emissões de gases do efeito estufa são provenientes da agricultura, da silvicultura e de outros usos do solo (IPCC, 2019), sendo que apenas as cadeias de suprimento da pecuária seriam responsáveis por algo entre 12% e 15% de todas as emissões¹. Não obstante, ao mesmo tempo que a produção de alimentos é responsável por importante contribuição às mudanças climáticas, estas já aumentam o risco de exposição à fome (Parry et al., 2009). Entre os principais impactos das mudanças climáticas (que já ocorrem e tendem a aumentar) estão o aumento das secas em áreas agriculturáveis e o das chuvas de grande intensidade (IPCC, 2021).

Por fim, a expansão da fronteira agrícola – e o desmatamento a ela associado – é das externalidades mais conhecidas da produção agropecuária. Entre 1985 e 2020, apenas no Brasil perderam-se 82 milhões de hectares de cobertura vegetal, sendo que houve uma expansão de 44

¹ De acordo com Gerber et al. (2013), 14,5% de todas as emissões, e segundo o Climate Watch (2021), 12,3%.

milhões de hectares na pecuária e outros 36 milhões na agricultura (Mapbiomas, 2021). A expansão da atividade agrícola, com seus consequentes impactos na biodiversidade, também parece estar fortemente relacionada ao surgimento de pandemias – não apenas a recente experiência com SARS-CoV-2 como também outras epidemias como SARS-CoV-1, MERS-CoV, gripe suína etc., devendo, portanto, tais riscos serem levados em conta na formulação de políticas públicas (Baudron & Liégeois, 2020; Khetan, 2020; Tollefson, 2020).

O presente trabalho está dividido em quatro seções, além desta introdução. Na próxima seção discutiremos especificamente o impacto dos agrotóxicos, dividindo as externalidades entre os impactos no meio ambiente e na saúde humana. Depois se abordará a relação do uso da terra como vetor das mudanças climáticas antropogênicas. Em seguida, discutiremos os impactos dos sistemas alimentares para além das alterações no clima, particularmente preocupados com o possível aumento da recorrência de pandemias em razão da expansão das fronteiras agrícolas e do comprometimento da biodiversidade. Por fim, apresentaremos as conclusões buscando apontar os caminhos possíveis que minimizem os impactos e danos ambientais sem que isso comprometa a segurança e soberania alimentar.

2. UMA REVISÃO ANALÍTICA SOBRE AS EXTERNALIDADES REFERENTES AO USO DE AGROTÓXICOS

Esta seção pretende apresentar um quadro geral do uso de agrotóxicos no Brasil para a partir daí realizar uma revisão analítica das externalidades provocadas pelo uso desses produtos. A discussão apresentará uma síntese dos principais trabalhos sobre o tema, destacando os danos tanto ao capital natural quanto à saúde humana.

Para a discussão das externalidades, teremos como referência a separação por categorias encontrada em Pretty et al. (2000): 1) dano ao capital natural – água; 2) dano ao capital natural – ar; 3) dano ao capital natural – solo; 4) danos ao capital natural – biodiversidade e paisagem; 5) danos à saúde humana – pesticidas; 6) danos à saúde humana – nitrato; e 7) danos à saúde humana – microrganismos e outros agentes infecciosos. O presente texto pretende apresentar essas externalidades com base em uma divisão bastante semelhante por meio de uma revisão analítica.

O trabalho encontra-se dividido em sete seções, incluindo esta introdução. A subseção 2.1 pretende contextualizar o problema mostrando um quadro geral sobre o uso dos agrotóxicos no Brasil. Em seguida, apresentamos na subseção 2.2 os danos ao capital natural subdivididos em impactos na atmosfera, danos ao solo, contaminação da água e perda da biodiversidade. Na subseção 2.3, é feita a discussão dos danos à saúde humana subdivididos entre intoxicações agudas e doenças crônicas. Na subseção 2.4, apontamos algumas aproximações da discussão dos custos externos do uso de agrotóxicos.

O objetivo central dessa seção é fazer uma apresentação geral das externalidades do uso de agrotóxicos de modo a caracterizar a existência do problema. Nesse sentido, como a ideia deste trabalho é produzir uma boa síntese de evidências, o ideal seria usar a revisão sistemática e pesquisa como descrito em Sousa et al. (2018), de forma a combinar os pontos fortes de uma revisão crítica com um processo de pesquisa abrangente de forma a produzir melhor síntese do conhecimento. Entretanto, apenas a bibliografia sobre os danos ao meio ambiente é muito abrangente.

Uma pesquisa no Google Acadêmico² da combinação dos termos *pesticidas* e “*environmental problems*” resulta em 112 mil trabalhos. No Science Direct³, a mesma busca trouxe 9.820 resultados. No serviço da Google, ao se restringir a pesquisa para trabalhos publicados apenas em 2019, o resultado ainda alcança 5.760 textos; no sistema da Elsevier, foram encontrados 822 artigos.

A título de exemplo, a revisão sistemática feita por Lopes & Albuquerque (2018) analisou 184 publicações⁴. Se utilizássemos apenas os resultados das buscas do Science Direct, que não possui repetições, apenas para o período de cinco anos de 2015 a 2019, restariam 3.050 artigos a serem lidos na íntegra apenas em um termo pesquisado, tornando inviável uma revisão sistemática global. Desse modo, optamos por uma revisão crítica parametrizada pelos distintos roteiros para elaboração de revisão sistemática existentes em diversos autores (Tranfield, Denyer & Smart, 2003; Sampaio & Mancini, 2007; Sousa et al., 2018; Okoli, 2019). Embora não tabulado por Sousa et al. (2018), diversos autores combinam alguns métodos de revisão crítica com revisão sistemática e classificam a metodologia como revisão analítica (Santana et al., 2005; Sallum, Duarte & Cecconello, 2012; Santana, Vasconcelos & Coutinho, 2016; Pinheiro et al., 2018). Todavia, esses trabalhos carecem de uma parametrização mais explícita do que seria a revisão analítica. Nesse sentido, na Tabela 1 apresentamos a estratégia de pesquisa utilizada no presente trabalho.

Tabela 1. Estratégia de pesquisa para uma revisão analítica das externalidades do uso de agrotóxicos

Definição do objeto de pesquisa	No caso do presente texto, as externalidades provocadas pelo uso de agrotóxicos.	
Identificação da base de dados	Foram utilizadas para pesquisa as bases de dados do Science Direct e do Google Acadêmico e referências bibliográficas em eventuais artigos anteriores de revisão encontrados.	
Estratégia de busca	Expressões pesquisadas (as palavras-chave foram buscadas tanto em português quanto em inglês)	“Agrotóxicos” ou “pesticidas” ou “defensivo agrícola”, sempre combinando com pelo menos um dos seguintes termos: “externalidades”; “doenças”; “danos à saúde humana”; “impactos ambientais”; “danos ao meio ambiente”.
Critérios de seleção	Período	Publicações anteriores a fevereiro de 2020.
	Critérios de inclusão	Artigos publicados em periódicos; publicações oficiais governamentais.
	Critérios de exclusão	Teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e livros que não sejam publicações oficiais, bem como publicações repetidas. Também foram excluídos trabalhos citados em artigos de revisão incluídos. ⁵
Avaliação	A avaliação utilizada nesta revisão é meramente qualitativa, de forma a caracterizar a existência das externalidades, pois entendemos que, para o objetivo deste texto, é dispensável uma análise quantitativa.	
Análise e síntese	A análise e síntese são feitas de forma predominantemente narrativa, com eventual apoio de tabelas.	

² Serviço de buscas de trabalhos científicos e acadêmicos do Google, pesquisa feita em 13 de fevereiro de 2020 em: scholar.google.com.

³ Serviço de buscas de artigos científicos da Elsevier, pesquisa feita em 13 de fevereiro de 2020 em: www.sciencedirect.com/search/. Entre os sistemas da Elsevier, optou-se pelo Science Direct no lugar do Scopus, pois este último é ainda mais abrangente por incluir livros, capítulos de livros, apresentações de conferências etc.

⁴ A pesquisa ainda considerou muito mais expressões do que a busca utilizada e também abrangeu os danos à saúde humana. Lopes & Albuquerque (2018) encontraram, entre os anos de 2011 e 2017, 615 publicações incluindo artigos, teses e dissertações, dos quais, após eliminação das duplicatas por software apropriado, restaram 184 trabalhos que foram lidos na íntegra.

⁵ No caso dos danos à saúde humana, optou-se por manter artigos citados em trabalhos de revisão por entendermos que no caso das doenças a existência de várias pesquisas reforça a ideia de que há uma relação entre o uso de agrotóxicos e determinada enfermidade.

2.1. O QUADRO GERAL DO USO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL

A discussão do uso de agrotóxicos no Brasil tem se refletido no debate público, particularmente depois que o Dossiê Abrasco (Carneiro et al., 2015) apontou o Brasil como o maior consumidor desses produtos no mundo. Embora o dossiê indique que em números absolutos o Brasil lidere o consumo mundial de agrotóxicos, ao observarmos a despesa (US\$) por área/tonelada de alimento, o país ocuparia apenas a 13ª colocação (Melo, 2019).

Um exame dos dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2021) mostra ainda que no consumo em toneladas o Brasil estaria atrás de China e EUA. Se comparado apenas aos países com área agrícola superior a um milhão de hectares, de acordo com a FAO, o Brasil ocuparia o vigésimo primeiro lugar em consumo de kg por hectare (1,59 kg/ha). Por outro lado, se levarmos em conta os números de consumo de agrotóxicos medidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2020), o país subiria para 2,32 kg/ha e alcançaria a décima sétima posição na classificação relativa, enquanto as quase 550 toneladas comercializadas em 2018 nos colocariam atrás apenas da China. Ao corrigirmos os dados brasileiros de área agrícola para área plantada de acordo com a Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2021b), chegamos a um montante de 6,99 kg/ha em 2018. A Tabela 2 mostra os vinte maiores consumidores em quilograma por hectare dentre os países com área superior a um milhão de hectares.

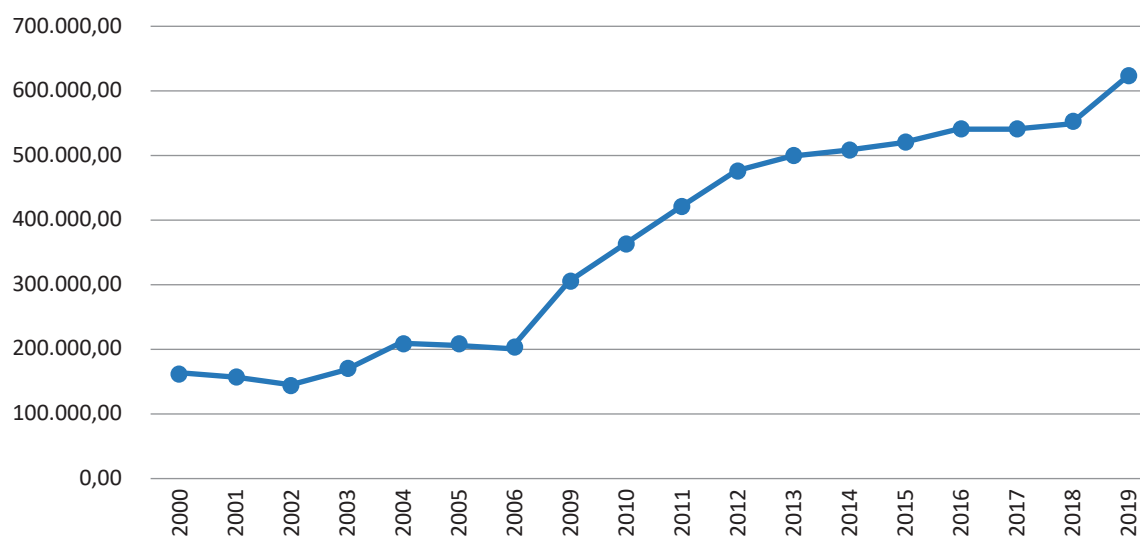
Tabela 2. Consumo de agrotóxicos – quilograma por hectare (maiores consumidores entre os países com área agrícola superior a um milhão de hectares) – ano 2018

Classificação	País	Agrotóxico (Kg/hectare)
1	Japão	11,84
2	Coreia do Sul	11,33
3	Equador	11,15
4	Costa Rica	7,19
5	Brasil	6,99
6	Guatemala	5,31
7	Malásia	5,15
8	Países Baixos	5,11
9	Bélgica	4,90
10	Itália	4,37
11	China	3,36
12	França	2,97
13	República Dominicana	2,91
14	Alemanha	2,70
15	Espanha	2,34
16	Portugal	2,29
17	Honduras	2,14
18	Egito	2,10
19	Áustria	2,00
20	Turquia	1,59

Fonte: FAO (2021), exceto Brasil (IBAMA, 2020; IBGE, 2021b).

Olhar o Brasil em uma perspectiva histórica também ajuda a compreender a evolução do consumo de defensivos agrícolas no país, que salta de pouco mais de 162.400 toneladas de ingrediente ativo vendidas no ano 2000 e ultrapassa as 620.500 toneladas em 2019, um aumento de 281,96% (IBAMA, 2020). O Gráfico 1 mostra a evolução das vendas de agrotóxicos e afins no Brasil no período de 2000 a 2019 em tonelada de ingrediente ativo, com a ressalva de que o Ibama não dispõe de dados para 2007 e 2008.

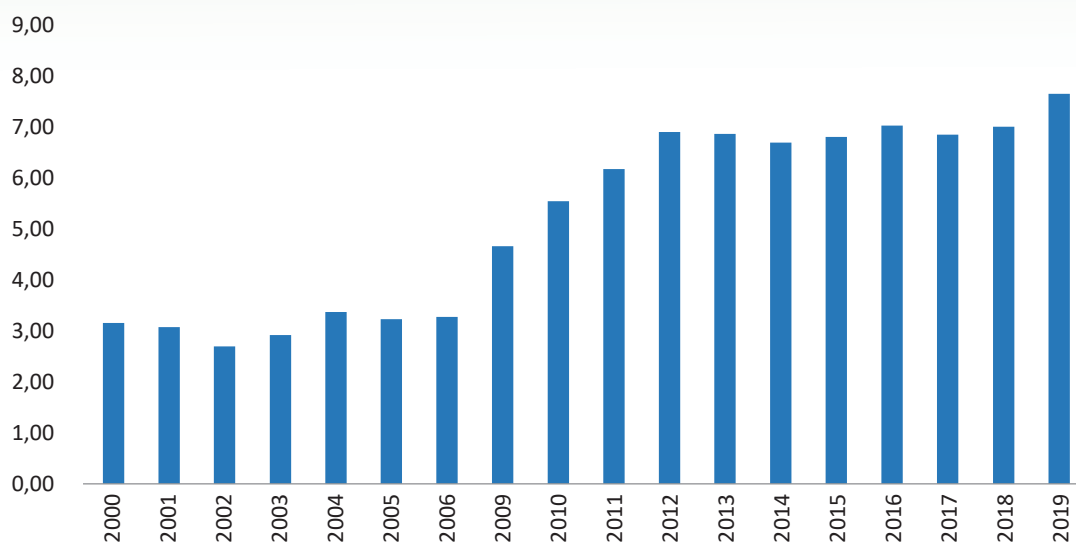
Gráfico 1. Vendas de agrotóxicos e afins no Brasil no período de 2000 a 2019 (tonelada de ingrediente ativo)



Fonte: IBAMA (2020).

Um olhar mais cuidadoso verificaria se esse crescimento foi acompanhado de uma ampliação da área plantada no país, o que não encontra amparo na pesquisa da Produção Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A PAM mostra que a área plantada avançou de cerca de 51,82 milhões de hectares em 2000 para quase 81,18 milhões de hectares em 2019, com um aumento de 56,65%, expansão bem inferior àquela observada nas vendas de agrotóxicos. Nesse sentido, importante observar então a evolução do quantitativo de ingrediente ativo comercializado por hectare de área plantada, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2. Vendas de agrotóxicos e afins no Brasil por hectare de área plantada no período de 2000 a 2019 (quilograma de ingrediente ativo por hectare plantado)

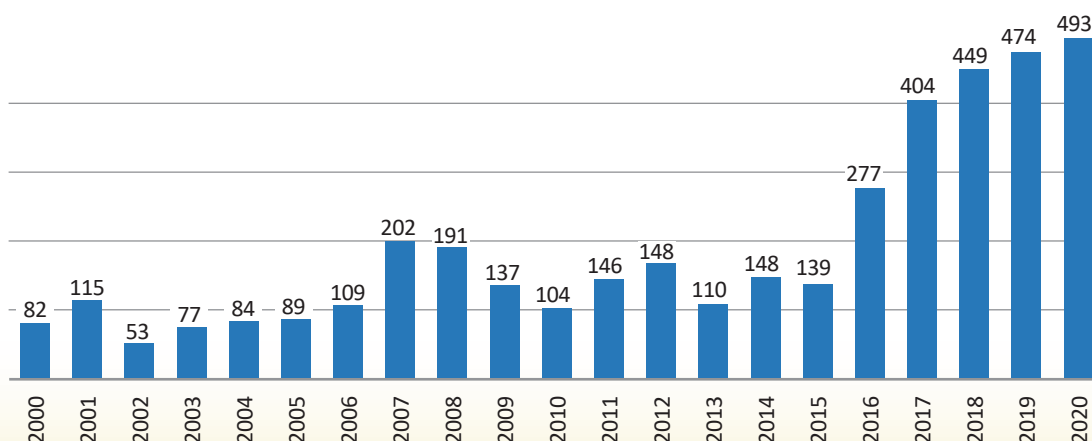


Fonte: Elaboração própria com base em IBAMA (2020) e IBGE (2021b).

O Gráfico 2 nos mostra um acréscimo de 143,82% na venda de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins por hectare, saindo de 3,14 kg/ha no ano 2000 para atingir 7,64 kg/ha em 2019. Importante notar também que o ano de 2019 mostra um novo avanço no consumo de agrotóxicos após uma relativa estabilização entre os anos de 2012 e 2018.

Outro olhar importante sobre os agrotóxicos é a evolução do número de registros desses produtos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Desde 2017, o país vem alcançando sucessivos recordes, ultrapassando sempre o total de quatrocentos registros, bem superior ao pico anterior da série histórica de 277 registros em 2016. O Gráfico 3 mostra a evolução do número de registros conforme informações disponíveis do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Importante destacar o aumento de 99,28% de 2015 para 2016 e de 45,85% de 2016 para 2017, desacelerando a tendência de alta ao registrar 11,14% de acréscimo para 2018 até uma variação de apenas 4,01% em 2020.

Gráfico 3. Evolução dos registros de agrotóxicos de 2000 a 2020



Fonte: Elaboração própria com base em dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2020).

Os registros incluem – de acordo com o decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002 – a classificação dos agrotóxicos tanto pelo seu nível de periculosidade ambiental quanto pelos riscos à saúde (toxicidade). Pelo Sistema de Agrotóxico e Fitossanitário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), existem hoje 2.610 registros de produtos formulados. Na classificação do MAPA referente à sua periculosidade ambiental, 82,30% podem ser considerados perigosos, muito perigosos ou altamente perigosos ao meio ambiente. A Tabela 3 sintetiza a quantidade de produtos registrados de acordo com cada faixa de risco ambiental.

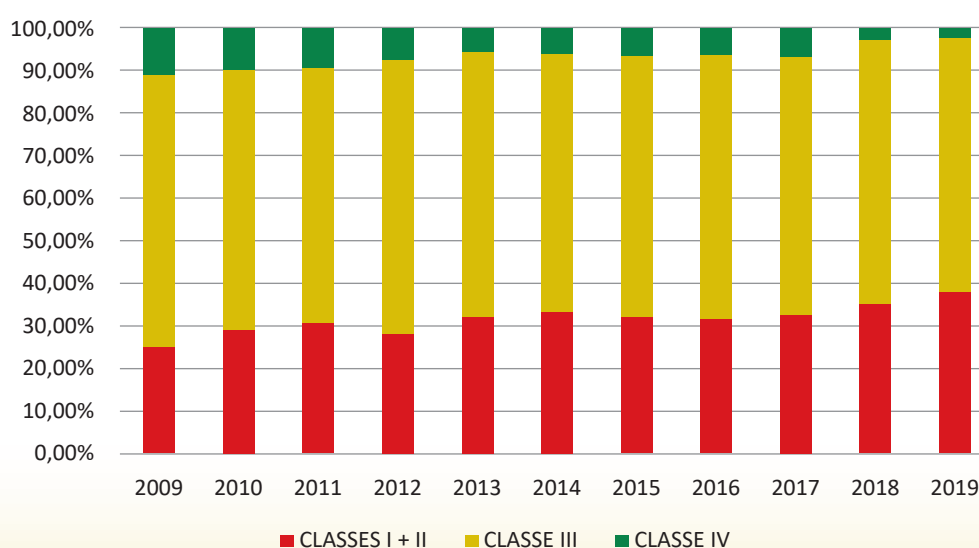
Tabela 3. Periculosidade ambiental

Risco Ambiental	Produtos Registrados	Proporção
I - Produto Altamente Perigoso ao Meio Ambiente	83	3,18%
II - Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente	1.169	44,79%
III - Produto Perigoso ao Meio Ambiente	896	34,33%
IV - Produto Pouco Perigoso ao Meio Ambiente	452	17,32%
Produto de Baixo Risco ao Meio Ambiente	10	0,38%

Fonte: Elaboração própria com base em informações do Sistema de Agrotóxico e Fitossanitário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2021).

Mais importante que a quantidade de registros em cada categoria de periculosidade ambiental é a distribuição das vendas dentro desta classificação. A consolidação dos dados disponibilizados pelo IBAMA (2020), mostra que os produtos altamente ou muito perigosos ao meio ambiente sobem sua participação no total de vendas de 25,12% em 2009 para 38,30% no ano de 2019 – em toneladas de ingrediente ativo, é um aumento de 214,99%, de 75.453,86 t para 237.668,82 t. Por outro lado, o consumo de produtos pouco perigosos ao meio ambiente caiu em termos relativos e absolutos; as vendas reduziram em 55,12% (pouco mais de 18 toneladas a menos), com a participação no total despencando de 11,05% para 2,40%. O Gráfico 4 sintetiza essa evolução ao longo dos anos.

Gráfico 4. Participação no total da venda de agrotóxicos por classificação de periculosidade ambiental



Fonte: Elaboração própria com base em IBAMA (2020).

A classificação dos riscos à saúde medida pela toxicidade do produto foi objeto de recente reformulação pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), adequando o Brasil aos padrões do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals – GHS*), conforme Tabela 4 (Almeida, 2019).

Tabela 4. Classes toxicológicas GHS

	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4	CATEGORIA 5	NÃO CLASSIFICADO
	EXTREMAMENTE TÓXICO	ALTAMENTE TÓXICO	MODERAMENTE TÓXICO	POUCO TÓXICO	IMPROVÁVEL DE CAUSAR DANO AGUDO	NÃO CLASSIFICADO
PICTOGRAMA					Sem símbolo	Sem símbolo
PALAVRA DE ADVERTÊNCIA				CUIDADO	CUIDADO	Sem advertência
CLASSE DE PERIGO						
Oral	Fatal se ingerido	Fatal se ingerido	Tóxico se ingerido	Nocivo se ingerido	Pode ser perigoso se ingerido	-
Dérmica	Fatal em contato com a pele	Fatal em contato com a pele	Tóxico em contato com a pele	Nocivo em contato com a pele	Pode ser perigoso em contato com a pele	-
Inalatória	Fatal se inalado	Fatal se inalado	Tóxico se inalado	Nocivo se inalado	Pode ser perigoso se inalado	-
COR DA FAIXA	Vermelho PMS Red 199 C	Vermelho PMS Red 199 C	Amarelo PMS Yellow C	Azul PMS Blue 293 C	Azul PMS Blue 293 C	Verde PMS Green 347 C

Fonte: Almeida (2019).

As alterações fizeram com que a Anvisa (2019a) avaliasse 1.942 produtos e chegasse à classificação do risco à saúde exposta na Tabela 5. Pela nova categorização, somente 13,29% dos produtos são considerados ao menos moderadamente tóxicos, sendo apenas 6,28% altamente ou extremamente tóxicos.

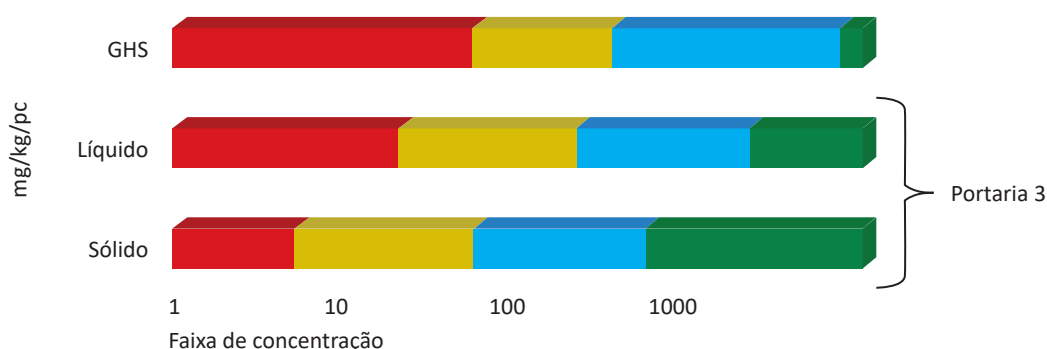
Tabela 5. Risco à saúde (toxicidade) – Nova resolução da Anvisa

Toxicidade	Cor da faixa na embalagem	Produtos registrados	Proporção
Categoria 1 – Produto Extremamente Tóxico	Vermelho	43	2,21%
Categoria 2 – Produto Altamente Tóxico	Vermelho	79	4,07%
Categoria 3 – Produto Moderadamente Tóxico	Amarelo	136	7,00%
Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico	Azul	599	30,84%
Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo	Azul	899	46,29%
Não classificado – Produto não classificado	Verde	168	8,65%
Não informado	N/A	16	0,82%
Produtos cujo processo matriz não foi localizado	N/A	2	0,10%

Fonte: Anvisa (2019a).

A classificação anterior dos riscos à saúde tinha como referência a portaria SNVS- MS n. 3/92, da então Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, e era medida pela toxicidade do produto “expressa em valores referentes à Dose Média Letal (DL₅₀), por via oral, representada por miligramas do ingrediente ativo do produto por quilograma de peso vivo, necessários para matar 50% da população de ratos ou de outro animal teste” (Barrigosi, 2010, p. 103, tradução própria). O Gráfico 5, elaborado por Almeida (2019), apresenta uma síntese das diferenças da classificação conforme a toxicidade da ingestão via oral levando em conta critérios da GHS e da portaria SNVS-MS n. 3/92.

Gráfico 5. Comparação da classificação de toxicidade (via de exposição oral DL₅₀) – GHS e portaria SNVS-MS n. 3/92



Fonte: Almeida (2019).

A Tabela 6 expõe os dados de toxicidade dos produtos registrados, incluindo a separação pelas cores das faixas na categorização anteriormente utilizada, e foi elaborada com informações extraídas em 2018 do Sistema de Agrotóxico e Fitossanitário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O sistema do MAPA apontava que, do ponto de vista toxicológico, 81,17% eram ao menos medianamente tóxicos, dos quais 48,13% estão classificados como altamente ou extremamente tóxicos.

Tabela 6. Risco à saúde (toxicidade) – Antiga categorização da Anvisa

Toxicidade	Dose média letal (DL ₅₀)	Cor da faixa na embalagem	Produtos registrados	Proporção
Baixa Exposição para Uso Restrito Em Armadilhas	Não se aplica	Não se aplica	15	0,74%
Extremamente Tóxico	DL ₅₀ < 50 mg/kg	Vermelho	676	33,24%
Altamente Tóxico	50 mg/kg < DL ₅₀ < 500 mg/kg	Amarelo	303	14,90%
Medianamente Tóxico	500 mg/kg < DL ₅₀ < 5.000 mg/kg	Azul	672	33,04%
Pouco Tóxico	DL ₅₀ > 5.000 mg/kg	Verde	324	15,93%
Não Determinado devido à Natureza do Produto	Não se aplica	Não se aplica	44	2,16%

Fontes: Registros, Sistema de Agrotóxico e Fitossanitário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2021); dose letal e faixa na embalagem, Barrigosi (2010).

Uma das principais consequências da alteração na classificação de toxicidade dos agrotóxicos é que o glifosato, ingrediente ativo mais vendido no Brasil, passou a ser considerado classificado na Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo, mesmo em suas formulações consideradas anteriormente como extremamente tóxicas. A atrazina e a malationa são outros

ingredientes ativos entre os dez mais vendidos que passaram a ter formulações (antes definidas como extremamente tóxica) reclassificadas na Categoria 5. Ao passo que o 2,4-D e o acefato saíram também dos níveis mais altos de toxicidade para a Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico (IBAMA, 2020; Brasil, 2021).

Por fim, mas não menos relevante, um último aspecto a ser considerado no uso de agrotóxicos no Brasil é a origem dos produtos consumidos no país. Os dados do IBAMA (2020) mostram, conforme a Tabela 7, uma crescente dependência externa.

Tabela 7. Produção nacional, importação, exportação e vendas detalhadas por ingredientes ativos – 2011 a 2019

Ano	Produção Nacional	Importação	Exportação	Vendas Internas Totais	Importação / Vendas Internas Totais
2011	322.127,88	48.606,06	7.348,98	367.752,15	13,22%
2012	430.957,95	73.636,41	6.659,22	451.874,38	16,30%
2013	379.607,12	95.325,04	7.891,07	438.176,83	21,75%
2014	361.597,47	115.060,90	4.837,93	444.955,07	25,86%
2015	391.881,05	105.040,40	6.124,75	446.455,21	23,53%
2016	382.882,91	125.269,88	6.505,24	477.720,05	26,22%
2017	391.136,30	115.461,71	5.222,43	487.590,86	23,68%
2018	368.478,50	134.117,78	3.322,43	501.693,07	26,73%
2019	439.765,60	162.462,18	4.248,53	563.458,19	28,83%

Fonte: Elaboração própria com base em IBAMA (2020).

Importante notar que no ano de 2011 as importações representavam apenas 13,22% das vendas internas, ao passo que em 2019 já alcançavam 28,83%. Nesse período, as vendas internas totais aumentaram 53,22%, enquanto a produção nacional ampliou-se em apenas 36,52% no mesmo intervalo em que as importações cresceram 234,24%. Um olhar sobre os dez ingredientes ativos mais vendidos no Brasil em 2019, com base na Tabela 8, evidencia ainda mais a vulnerabilidade brasileira no setor.

Tabela 8. Ingredientes ativos mais vendidos e participação das importações

Ranking	Ingrediente Ativo	Vendas (ton. IA)	Participação das importações
1º	Glifosato e seus sais	217.592,24	12,78%
2º	2,4-D	52.426,92	20,79%
3º	Mancozebe	49.162,59	74,31%
4º	Acefato	28.432,5	43,52%
5º	Atrazina	23.429,38	20,66%
6º	Clorotalonil	16.653,05	24,70%
7º	Dicloreto de paraquate	16.398,14	39,50%
8º	Malationa	13.576,47	98,33%
9º	Enxofre	11.882,33	40,62%
10º	Clorpirifós	10.827,78	22,38%

Fonte: Elaboração própria com base em IBAMA (2020).

Em fevereiro de 2022, foi aprovado em pela Câmara dos Deputados o projeto de lei n. 6.299, de 2002, de autoria do senador Blairo Maggi, que incorpora outras 28 propostas que tratam de alterações na lei n. 7.802/1989, a qual regulamenta o uso dos agrotóxicos no Brasil (Câmara dos Deputados, 2021). Entre as principais alterações propostas, constam:

1. Passa a usar os termos “defensivos agrícolas” e “produtos fitossanitários” no lugar de “agrotóxico”.
2. As análises para novos produtos e autorização de registros passam a ficar coordenadas pelo Ministério da Agricultura.
3. O Ministério da Agricultura também irá “definir e estabelecer prioridades de análise dos pleitos de registros de produtos fitossanitários para os órgãos de saúde e meio ambiente”.
4. É criado um registro e autorização temporários para produtos que já sejam registrados em outros três países que sejam membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e adotem o código da FAO. O prazo será de 1 ano de análise e, então, o registro será liberado temporariamente.
5. A análise de risco é obrigatória para a concessão de registro e deverá ser apresentada pela empresa que solicita a liberação do produto. Produtos com “risco aceitável” passam a ser permitidos, e apenas produtos com “risco inaceitável” podem ser barrados.
6. Os Estados e o Distrito Federal não poderão restringir a distribuição, comercialização e uso de produtos autorizados pela União.
7. Facilita a burocracia para a liberação de agrotóxicos idênticos e similares a outros já registrados (Dantas, 2018).

Em notas técnicas, tanto o Ibama quanto a Fundação Oswaldo Cruz manifestaram-se contrariamente às propostas do projeto de lei em tela. Ambas as instituições apontam os riscos à saúde humana e ao meio ambiente que uma flexibilização da legislação poderia gerar (IBAMA, 2018; Netto & Menezes, 2018).

Para além das alterações na lei dos agrotóxicos, o uso desses produtos sempre foi bastante incentivado pelo governo. O Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), dos anos 1970, condicionava o crédito rural à utilização de uma parcela dele na compra de agrotóxicos (Siqueira et al., 2013). Posteriormente, foram concedidos diversos incentivos tributários sintetizados na Tabela 9, extraída de Soares, Cunha & Porto (2020).

Tabela 9. Isenções tributárias dos agrotóxicos (descrição e estimativas)

Tributo	Base legal	Ementa	Estimativa de isenção (R\$ milhões)
Imposto sobre Importação (II)	Lei 8.032/1990, art. 2º, inciso II, alínea h	Dispõe sobre a isenção ou redução de impostos de importação e dá outras providências.	472,62
	Decreto 6.759/2009, art. 136, inciso II, alínea h, arts. 172, 173, 201, inciso VI – alíquota zero	Regulamenta a administração das atividades aduaneiras, e a fiscalização, o controle e a tributação das operações de comércio exterior.	
	Resolução Camex 125/2016, anexos I e II	Altera a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) e estabelece as alíquotas do Imposto de Importação que compõem a Tarifa Externa Comum (TEC) e a Lista de Exceções à TEC.	
Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)	Lei 8.032/1990, art. 2º, inciso II, alínea h – isenção ou redução	Dispõe sobre a isenção ou redução de impostos de importação e dá outras providências.	1.623,52
	Decreto 8.950/2016, Anexo	Aprova a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (TIPI).	
Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins) e contribuição para o Programa de Integração Social e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep)	Lei 10.925/2004, art. 1º, inciso II – alíquota zero	Reduz as alíquotas do PIS/Pasep e da Cofins incidentes na importação e na comercialização do mercado interno de fertilizantes e defensivos agropecuários e dá outras providências.	1.536,22
	Decreto 5.630/2005, art. 1º, inciso II – alíquota zero	Dispõe sobre a redução a zero das alíquotas da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins incidentes na importação e na comercialização no mercado interno de adubos, fertilizantes, defensivos agropecuários e outros produtos.	
Imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias (ICMS)	Convênio n. 100/97 do Confaz – redução da base de cálculo ou isenção	Reduz 60% da base de cálculo do ICMS nas saídas interestaduais de agrotóxicos.	6.222,64
Total			9.855,00

Fontes: Adaptado de Soares, Cunha & Porto (2020).

As isenções tributárias dos agrotóxicos são de aproximadamente R\$ 9,855 bilhões. No entanto, o uso dos agrotóxicos produz diversas externalidades tanto no meio ambiente quanto na saúde humana, como demonstram as próprias classificações regulatórias de periculosidade ambiental e risco à saúde. Tais externalidades são de difícil precificação e provocam uma distorção de mercado ao encorajarem atividades econômicas custosas à sociedade ainda que haja benefícios privados significativos (Pretty et al., 2000; Baumol & Oates, 1988). Soares, Cunha & Porto (2020, p. 17) afirmam que “esses subsídios acabam distorcendo os custos dos diferentes métodos de controle de pragas e doenças na agricultura, fazendo com que ao uso dos agrotóxicos sejam sempre economicamente preferíveis as soluções mais sustentáveis”.

2.2. DANOS AO CAPITAL NATURAL

Os agrotóxicos são produtos sintéticos (moléculas) que buscam evitar perdas agrícolas decorrentes da ação de insetos, microrganismos, animais e plantas, por meio do controle ou eliminação, ao provocarem determinadas reações bioquímicas comuns a todo ser vivo. Portanto, seu

efeito não se restringe ao organismo para o qual foi produzido e no qual é utilizado, mas pode afetar todo o biosistema onde ele é aplicado.

A introdução de agrotóxicos no ambiente agrícola pode provocar perturbações ou impactos, porque pode exercer uma pressão de seleção nos organismos e alterar a dinâmica bioquímica natural, tendo como consequência mudanças na função do ecossistema. (Spadotto et al., 2004, p. 12-13)

De modo geral, o agrotóxico, pelo potencial de alterar um fator qualquer no ecossistema, pode provocar diversos desequilíbrios no meio ambiente. Os diversos organismos vivos interagem entre si, muitas vezes dependem um do outro ou cooperam um com o outro; e mesmo que diretamente apenas um fator afete um único microrganismo, pode provocar prejuízos ao funcionamento de toda a biogeocenose.

Assim, para entender os danos ao capital natural do uso dos agrotóxicos, é necessário compreender que “os efeitos ambientais de um agrotóxico dependem intrinsecamente da sua ecotoxicidade a organismos terrestres e aquáticos e, em um sentido mais amplo, também da sua toxicidade ao ser humano” (Spadotto et al., 2004, p. 13). Outro fator de influência é o grau de concentração no solo, na água, na atmosfera e nas plantas, que depende “do modo e das condições de aplicação, da quantidade ou dose usada e do comportamento e destino do agrotóxico no meio ambiente” (Spadotto et al., 2004, p. 13). O uso dos pesticidas fora das normas, a utilização de quantidade acima da recomendada, o emprego de método de aplicação diferente daquele indicado para cultura (por exemplo, pulverização aérea) e uso de produto proibido ou inadequado ao plantio também são fatores que têm potencial de agravar os danos ambientais.

2.2.1. Impacto na atmosfera

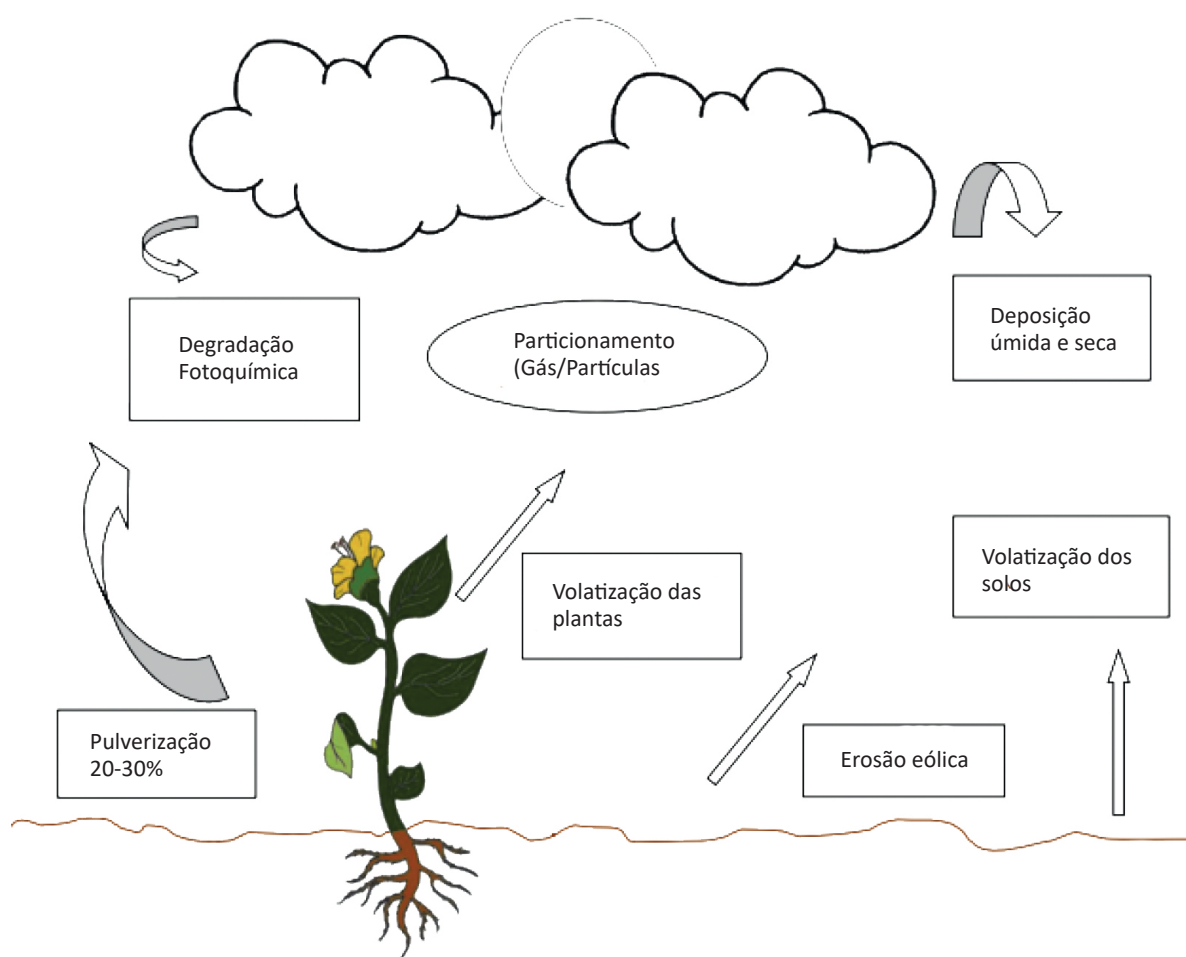
Desde a década de 1960, cada vez mais trabalhos científicos mostram diferentes tipos de agrotóxicos no ar, na chuva, na neblina, nas nuvens e na neve. Embora as concentrações maiores sejam encontradas durante as aplicações e próximas aos locais delas, há estudos que demonstram que esses produtos podem ser localizados em locais e tempos distintos do seu período de utilização. Há registros de agrotóxicos localizados em “lugares como os Alpes suíços, as Índias Ocidentais, o Atol de Enewetak no Oceano Pacífico, o Ártico e a Antártida. Sua existência em tais áreas só pode ter sido resultado do transporte atmosférico e subsequente deposição úmida ou seca” (Unsworth et al., 1999, p. 1.362, tradução própria). A pulverização aérea é o principal meio pelo qual os agrotóxicos podem parar na atmosfera, e de modo geral a contaminação do ar ocorre por perdas no processo de aplicação, deriva, volatilização pós-aplicação e erosão eólica.

Uma das principais causas do aumento da preocupação da sociedade com o uso de produtos químicos na agricultura é a relação entre os problemas ambientais e de saúde humana decorrentes do uso de agrotóxicos, como o transporte dos agentes poluentes das áreas de plantio para outras áreas. A contaminação do ar pode ser uma via relevante de transporte desses produtos entre diferentes regiões.

Existem agrotóxicos no ar nos estados sólido, gasoso ou líquido. Sua entrada na atmosfera ocorre a partir da aplicação pelo efeito do vento (deriva) e pela evaporação. Após a aplicação, a volatilização, a degradação (pela hidrólise na água e nos solos, pela fotólise e pela reação com a hidroxila na atmosfera) e a erosão eólica são os processos pelos quais os agrotóxicos ingressam na atmosfera. Uma vez no ar, esses produtos se dispersam e acabam transportados pelo

vento. Suas propriedades físicas e químicas e fatores ambientais (como condições meteorológicas) afetam sua distribuição. Desse modo, é seguro afirmar que “a aplicação de pesticidas em culturas e solos para fins agrícolas é uma importante fonte de poluentes orgânicos persistentes na atmosfera” (Gil & Sinfort, 2005, p. 5.184). Ademais, Coscollà & Yusà (2016) mostram que a fração dos agrotóxicos que acaba no ar, seja pela pulverização, seja pela volatilização, pode chegar até 20% ou 30% do total aplicado, embora Sun, Yun & Yu (2017) apontem em um amplo artigo de revisão que esse percentual fique entre 30% e 50%. Coscollà & Yusà (2016) destacam ainda que a volatilização e a erosão eólica são os principais processos pelo qual os pesticidas entram na troposfera dias depois de sua aplicação. A Figura 1 mostra como se dá o processo de emissão e comportamento dos pesticidas na atmosfera.

Figura 1. Emissões e comportamento dos pesticidas na atmosfera



Fonte: Coscollà & Yusà (2016).

Os agrotóxicos normalmente contaminam as regiões onde são aplicados, embora ocorra também o transporte aéreo mesmo em escala global, principalmente no caso de produtos químicos mais estáveis como organoclorados hidroliticamente estáveis. Agrotóxicos no ar ou em precipitações (chuva, neve e neblina) são resultados de perdas no processo de aplicação, da volatilidade do produto utilizado após ser aplicado, bem como de partículas suspensas originárias da erosão do solo contaminado provocada pelo vento. Alguns estudos sugerem que uma percentagem

significativa dos agrotóxicos desaparece da área aplicada e vai para a atmosfera imediatamente após a aplicação, enquanto a volatilização ocorre após alguns dias, embora estas dependam do tipo de produto utilizado. De modo resumido, entre os fatores determinantes para a presença de pesticidas na atmosfera estão incluídas a constante da lei de Henry⁶, a estabilidade à hidrólise, a fotólise direta e indireta, o método de aplicação e o tempo e a quantidade total usada em determinada região (Unsworth et al., 1999).

Unsworth et al. (1999) também demonstram que processos como a hidrólise e a fotólise indireta podem exercer um papel relevante na degradação de pesticidas na atmosfera. Os autores apontam que a principal via para a deposição de pesticidas da atmosfera é a deposição úmida via água da chuva, sendo a deposição seca menos relevante. Embora existam modelos que permitam estimativas da distribuição relativa de agrotóxicos no ar, solo, água e biota para uma determinada região, eles dependem da disponibilidade de dados de alta qualidade. Ainda assim, os níveis de pesticidas detectados no ar são de partículas microscópicas.

Coscollà & Yusà (2016), em detalhado trabalho de revisão com base em mais de uma centena de textos, demonstraram a existência de cerca de 150 pesticidas no ar. No entanto, ressaltam que essa constatação pode não refletir necessariamente a atual contaminação atmosférica, já que muitos princípios ativos encontrados tiveram seu uso banido na União Europeia. Ademais,

alguns autores demonstraram que as concentrações atmosféricas dos pesticidas usados atualmente estão correlacionadas com a proximidade da amostragem às áreas de aplicação e que a ocorrência geralmente está ligada ao uso local. No entanto, Peck et al. mostraram que a quantidade de pesticida usada em uma determinada área dos EUA tem fraca correlação com a frequência de detecção e não com as concentrações médias. Isso significa que a presença de um pesticida no ar depende do seu uso, mas também de outros fatores, como distribuição de gás/partículas, deposição úmida e seca, transporte e degradação atmosférica. No entanto, espera-se que a concentração geral em escala regional seja maior durante o período em que um determinado pesticida é aplicado em grandes áreas. Altas concentrações locais de pesticidas no ar são muito sazonais e estão relacionadas aos padrões de uso locais. As maiores concentrações no ar geralmente ocorrem nos meses de primavera e verão, coincidindo com as épocas de aplicação e temperaturas mais altas. Entretanto, para alguns pesticidas usados atualmente que são detectados, nem sempre fica claro se sua concentração e frequência no ar estão associadas ao uso local e/ou transporte de longa distância oriundo de outras fontes. (Coscollà & Yusà, 2016, p. 480-481).

Ainda que em menor escala que a ingestão por alimentos e pela água, Coscollà & Yusà (2016) também demonstram que a inalação do ar ambiente pode ser relevante na exposição aos agrotóxicos. Os autores mostram ainda que a proibição de determinados princípios ativos contribuiu para a diminuição da presença atmosférica dos pesticidas, melhorando de forma significativa a qualidade do ar.

⁶ “Quando a fase de dispersão, ou solvente, é um líquido, a solubilidade do gás é governada pela lei de Henry (...). A constante de Henry, k_H , depende da natureza do gás, do solvente e da temperatura” (Silva *et al.*, 2017, p. 824). No caso dos agrotóxicos, a lei de Henry mede a tendência de volatilização de um pesticida a partir de uma solução aquosa diluída (Unsworth et al., 1999).

2.2.2. Danos ao solo

Solos contaminados são problemáticos, pois muitas vezes levam à contaminação dos lençóis freáticos e à biomagnificação de compostos químicos através das cadeias alimentares que por vezes afetam a saúde humana e a biodiversidade (Loureiro, Soares & Nogueira, 2005). Diversos estudos demonstram a existência de contaminação do solo decorrente do uso de defensivos agrícolas em níveis acima do tolerado (Kishimba & Mihale, 2004; Loureiro, Soares & Nogueira, 2005; Cai et al., 2008; Plaza-Bolaños et al., 2012; Soares et al., 2019). O trabalho de Cai et al. (2008), ainda que restrito à China, é uma ampla revisão que mostra que o uso de pesticidas na atividade agrícola leva à contaminação do solo. Os autores ressaltam que embora muitas vezes tal uso seja em níveis toleráveis para alguns princípios ativos, ainda havia muitos produtos que sequer tinham esses níveis estabelecidos.

A contaminação do solo por agrotóxicos, para além da poluição em si, resulta em perdas econômicas para os agricultores, uma vez que pode resultar na perda de fertilidade. Spadotto et al. (2004) explicam que os organismos afetados pelos pesticidas que vivem no solo têm ligação direta ou indireta com algumas funções necessárias para a fertilidade. Esses organismos estão relacionados desde a disponibilidade de água no solo até a decomposição de outros seres vivos que libera nutrientes para as plantas, passando por diversas funções relacionadas ao equilíbrio biológico, físico e químico. Os agrotóxicos alteram esse equilíbrio e podem afetar a biodiversidade e a biomassa existentes no solo. “Como os microrganismos têm atuação fundamental na transformação e liberação de nutrientes para as plantas, a disponibilidade de nutrientes pode ser alterada e a fertilidade do solo pode ficar comprometida” (Spadotto et al., 2004, p. 13).

A perda da fertilidade do solo decorrente do uso de pesticidas agrícolas pode ainda ser resultado da contaminação de uma espécie específica, no caso as minhocas da terra. Uwizeyimana et al. (2017) e Kavitha et al. (2020) mostram que o uso de agrotóxicos afeta a população de bactérias e fungos no aparelho digestivo das minhocas, provocando um aumento da biomassa microbiana e da atividade intestinal das minhocas, o que resulta numa formação mais rápida das substâncias húmicas e da mineralização da matéria orgânica, fazendo com que sejam liberados os seus subprodutos. Ao fim, por reduzir a microbiota intestinal e causar danos no intestino das minhocas, esse processo pode deteriorar a fertilidade do solo. Ainda referente às minhocas, Bustos-Obregon & Goicochea (2002) mostram que os agrotóxicos afetam o sistema reprodutivo de minhocas machos.

Chelinho et al. (2012) mostram que além de colêmbolos, minhocas e enchitroides, os microrganismos existentes no solo, de forma geral, são atingidos pelo uso do carbofurano. Imfeld & Vuilleumier (2012) destacam que a flora bacteriana do solo também é bastante afetada pelo uso dos pesticidas. Os autores, em seu trabalho de revisão, ressaltam ainda que os efeitos na composição bacteriana do solo e suas consequências para o funcionamento do ecossistema representam “um desafio de complexidade sem precedentes e anteriormente inesperada, que só agora começou a ser abordado” (Imfeld & Vuilleumier, 2012, p. 27).

Outro processo comum na contaminação do solo é que eventualmente alguns organismos passam por um processo de bioacumulação ou bioconcentração, isto é, absorvem as substâncias químicas dos agrotóxicos.

Esse fenômeno, no entanto, depende de dois fatores básicos: (a) da presença de um mecanismo de absorção ou “sorvedouro” representado principalmente pelos lipídios do orga-

nismo; e (b) das propriedades físico-químicas do agrotóxico que podem favorecer ou não sua entrada no organismo (Spadotto et al., 2004, p. 13).

A partir do momento em que todo organismo vivo está inserido em uma teia alimentar, esse processo pode gerar a biomagnificação, justamente o acúmulo progressivo das substâncias químicas que faz com que predadores no topo da cadeia alimentar possam apresentar maior concentração de agrotóxicos.

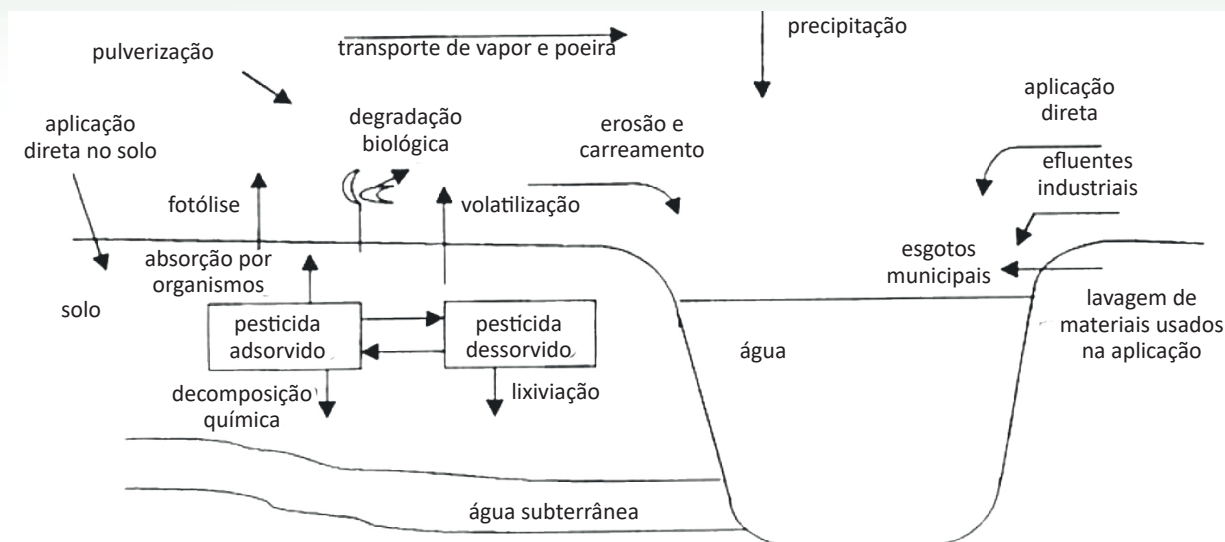
Um ponto que também merece destaque é que alguns estudos apontam que os efeitos nocivos dos pesticidas sobre o solo podem ser atenuados pelo uso do biocarbono⁷. O biocarbono diminuiria a degradação dos agrotóxicos devido ao efeito de sorção. No entanto, a adição de biocarbono também pode provocar uma alta estimulação microbiana, o que resultaria em maior degradação microbiana de pesticidas. Assim, o modo como o biocarbono afeta a biodegradação de pesticidas nos solos depende de qual ação é dominante, não sendo possível afirmar que há um meio eficaz de reduzir os danos provocados pelos defensivos agrícolas no solo (Liu et al., 2018).

2.2.3. Contaminação da água

A contaminação da água é talvez uma das mais críticas formas de poluição decorrente do uso de agrotóxicos. Além do ecossistema aquático, humanos e animais (domésticos e selvagens) dependem da água para viver. Desse modo, o agrotóxico na água acaba sendo um dos principais vetores das doenças provocadas pelos pesticidas e com severas consequências na biodiversidade (Moreira et al., 2002). No ambiente aquático, além da hidrólise e da fotólise, os agrotóxicos podem sofrer a degradação biológica e ainda a bioacumulação e a biomagnificação, diferenciando apenas os microrganismos nesse ambiente em relação àqueles presentes no solo (Spadotto et al., 2004, p. 13).

Os agrotóxicos alcançam o ambiente aquático de diversas maneiras. Na Figura 2, Dores & De-Lamonica-Freire (1999) sintetizam o processo pelo qual os pesticidas de um modo geral alcançam os ambientes aquáticos.

⁷ Carvão vegetal utilizado para correção do solo.

Figura 2. Meios de entrada dos pesticidas no ambiente aquático e mobilização a partir do solo

Fonte: Dores & De-Lamonica-Freire (1999, p. 3).

O uso agrícola de pesticidas pode levar esses produtos para o ambiente aquático por diversos caminhos. O processo de deriva (quando as partículas do agrotóxico não atingem o alvo) aparece como um dos principais processos de perda de pesticidas, que acabam incorporados ao meio ambiente e muitas vezes chegam ao ambiente aquático via carreamento. Mesmo durante a aplicação direta no solo, o pesticida pode ser movimentado por processos como o carreamento a partir de águas pluviais ou por meio da erosão, da lixiviação ou da volatilização. O carreamento é o principal meio pelo qual os agrotóxicos alcançam o ambiente aquático (Dores & De-Lamonica-Freire, 1999).

O comportamento de um pesticida na água interage de diversas formas. As mais relevantes são com a matéria em suspensão e o sedimento. A forma como ocorrem essas interações depende tanto da solubilidade do agrotóxico quanto das características físico-químicas dos sedimentos. “O pesticida associado à matéria em suspensão eventualmente se depositará com o sedimento” (Dores & De-Lamonica-Freire, 1999, p. 10). Eventualmente, mesmo depois de depositado no sedimento, o agrotóxico poderá “ser liberado novamente para a água, ser absorvido por algum organismo, ser alterado ou degradado por microrganismos ou ficar imobilizado” (Dores & De-Lamonica-Freire, 1999, p. 10).

A contaminação da água é objeto de diversos estudos. Em caráter meramente ilustrativo, destacam-se alguns desses trabalhos na Tabela 10, na qual é feita uma subdivisão entre impactos sobre águas superficiais, subterrâneas ou mais genericamente a água destinada ao consumo humano. Alguns estudos aparecem em mais de uma linha por abordarem mais de um desses aspectos.

Tabela 10. Contaminação da água

Objeto do estudo	Referências bibliográficas
Rios, lagos e mares	Albuquerque <i>et al.</i> (2016), Cabrera, Costa & Primel (2008), Chelinho <i>et al.</i> (2012), Derbalah <i>et al.</i> (2019), Dores & Calheiros (2009), Dores & De-Lamonica-Freire (1999), Grützmacher <i>et al.</i> (2008), He <i>et al.</i> (2019), Machado <i>et al.</i> (2016), Miranda <i>et al.</i> (2008), Moreira <i>et al.</i> (2012), Reinert, Giddings & Judd (2002), Soares <i>et al.</i> (2012), Silva, Daam & Cerejeira (2015), Sousa <i>et al.</i> (2016), Willis & McDowell (1982).
Águas subterrâneas	Albuquerque <i>et al.</i> (2016), Cabrera, Costa & Primel (2008), Chelinho <i>et al.</i> (2012), Dores & De-Lamonica-Freire (1999), Reinert, Giddings & Judd (2002), Ribeiro <i>et al.</i> (2007), Sial & Mahmood (2000), Soares <i>et al.</i> (2012), Sunitha, Reddy & Reddy (2012).
Água para consumo humano	Albuquerque <i>et al.</i> (2016), Dores & De-Lamonica-Freire (2001), Gatto <i>et al.</i> (2009), He <i>et al.</i> (2019), Ochoa-Acuña <i>et al.</i> (2009).

Fonte: Elaboração própria.

2.2.4. Perda da biodiversidade

O relato de Rachel Carson (1969) em seu clássico *Primavera silenciosa*, embora aponte o impacto dos agrotóxicos em todo o meio ambiente, é particularmente didático no que diz respeito à perda da biodiversidade em decorrência do uso de agrotóxicos. Entretanto, o foco do livro é quase todo o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), já proibido em quase todo o mundo – e desde a lei n. 11.936, de 14 de maio de 2009, também no Brasil. Ainda assim, desde então não faltaram pesquisas que apontam os riscos dos pesticidas, não apenas ao afetarem a biodiversidade dos ecossistemas onde incidem diretamente, como visto na contaminação dos diversos compartimentos ambientais, mas também como uma ameaça a espécies em extinção.

Gibbs, Mackey & Currie (2009) mostram que apesar de literatura específica da ecologia sobre perda da biodiversidade normalmente associá-la à perda de habitat, pode haver outros fatores envolvidos. O estudo dos autores para o Canadá mostra o declínio e a perda de espécies relacionados aos agrotóxicos de modo geral e aos herbicidas de forma particular. Ogbeide *et al.* (2019) demonstraram o alto risco apresentado a espécies de peixes ameaçadas de extinção em rios contaminados por agrotóxicos na Nigéria, enquanto Mingo, Lötters & Wagner (2016), em estudo sobre os riscos do uso de pesticidas para os répteis na Europa, encontraram resultados que indicam que pelo menos um terço de todas as espécies europeias estariam altamente expostas ao risco.

Ao estudarem os chimpanzés e babuínos de Uganda, sendo o chimpanzé uma espécie ameaçada, Krief *et al.* (2017) mostraram a contaminação dos territórios desses animais com pesticidas e como isso tem gerado diversas patologias, malformações e consideráveis impactos nos sistemas endócrinos tanto de chimpanzés quanto de babuínos. Liao *et al.* (2019) conduziram um estudo sobre o impacto dos agrotóxicos sobre o gato-leopardo (*Prionailurus bengalensis*) no qual também apresentam uma exposição ao risco acima do recomendado pela Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA, na sigla em inglês).

Embora haja estudos relacionados ao impacto dos pesticidas sobre diversas espécies, dentre todos os efeitos dos agrotóxicos sobre a biodiversidade, a diminuição da população de agentes polinizadores tem o potencial de provocar impactos irreversíveis em todo o ecossistema global. A maior parte desses agentes encontra-se na ordem Hymenoptera (que inclui abelhas, vespas, formigas), sendo que “as abelhas são os principais agentes polinizadores responsáveis por polinizar mais de 70% das angiospermas e cerca de um terço das culturas agrícolas” (Nocelli *et al.*,

2012 p. 198). No caso específico do Brasil, a depender do ecossistema, as abelhas respondem entre 30% e 90% da polinização da flora nativa. De modo geral,

o desaparecimento dos polinizadores dos agroecossistemas deve-se principalmente ao uso incorreto e excessivo de agrotóxicos, que coloca em risco colônias de abelhas de matas próximas que visitam esse local ou que polinizam áreas de cultivo, pois seus resíduos ficam nas flores e contaminam o néctar e o pólen. (Nocelli et al., 2012, p. 200).

Tanto Nocelli et al. (2012) como Sanchez-Bayo & Goka (2014) mostram que mesmo nos casos em que não ocorre o desaparecimento imediato das abelhas, há contaminação de colônias, o que eventualmente pode resultar na morte delas. Sanchez-Bayo & Goka (2014) fazem um trabalho ainda mais detalhado, mostrando os riscos de contaminação de abelhas a partir do aumento da quantidade de inseticidas encontrados no pólen e no néctar das flores, justamente as fontes de alimento direto das abelhas.

2.3. RISCOS À SAÚDE HUMANA

Apesar da dificuldade em se obter o real impacto na saúde do uso de agrotóxicos, dada a sua complexidade (Carneiro et al., 2015), evidências científicas têm identificado uma associação entre agrotóxicos (defensivos agrícolas) e efeitos agudos e crônicos na saúde humana (Moreira et al., 2002; Faria et al., 2005). Tais efeitos vêm atingindo não somente a população diretamente exposta a esses químicos, mas também toda a população da área em que os agrotóxicos são aplicados, via contaminação do ar, solo e água (Ochoa-Acuña et al., 2009).

A exposição humana aos agrotóxicos pode se dar na ingestão de resíduos remanescentes desses produtos nos alimentos consumidos ou no processo produtivo agrícola (normalmente associada a falhas na aplicação). Os resíduos nos alimentos consumidos são objeto de acompanhamento regular da Anvisa por meio do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. Na produção agrícola, a contaminação pode se dar diretamente, nos trabalhadores envolvidos no trabalho nas lavouras ou indiretamente como resultado dos resíduos contaminantes no meio ambiente.

Na próxima subseção, trabalharemos os riscos à saúde humana separando as intoxicações agudas e as doenças crônicas. Os casos agudos podem ocorrer pela via oral ou cutânea e surgem de forma súbita pouco tempo depois da exposição aos agrotóxicos. As doenças crônicas são aquelas que ocorrem após um longo período e, quase sempre, em decorrência de uma exposição continuada.

2.3.1. Intoxicações agudas

A exposição de um indivíduo, ou mesmo grupo de indivíduos, a uma substância nociva que provoque alterações em seu estado de saúde é caracterizada como uma intoxicação aguda. As intoxicações agudas por agrotóxicos possuem três classificações: as leves, as moderadas e as graves. A classificação está diretamente relacionada ao tipo e à quantidade de produto absorvido, oralmente ou pelo contato com a pele, ao tempo de absorção e à demora para o atendimento médico. “Tal exposição geralmente é única e ocorre num período de até 24 horas, acarretando efeitos rápidos sobre a saúde. Neste contexto o estabelecimento da associação causa/efeito encontra-se facilitado” (Silva et al., 2006, p. 6 e7).

A avaliação do grau de intoxicação depende, por suposto, de uma avaliação médica. De todo modo, a Tabela 11 apresenta a classificação de acordo com o Protocolo de Atenção à Saúde dos Trabalhadores Expostos a Agrotóxicos, do Ministério da Saúde. Ressalta-se apenas que, eventualmente e de acordo com o episódio de intoxicação, o quadro clínico pode evoluir de uma classificação para outra (Silva et al., 2006).

Tabela 11. Intoxicações agudas por agrotóxicos

Tipo de intoxicação aguda	Quadro clínico
Leve	Cefaleia, irritação da pele ou da mucosa, dermatite de contato irritativa ou por hipersensibilização, náusea e discreta tontura.
Moderada	Cefaleia intensa, náusea, vômitos, cólicas abdominais, tontura mais intensa, fraqueza generalizada, parestesia, dispneia, salivação e sudorese aumentadas.
Grave	Miose, hipotensão, arritmias cardíacas, insuficiência respiratória, edema agudo de pulmão, pneumonite química, convulsões, alterações da consciência, choque, coma, podendo evoluir para óbito.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2006).

Em realidade, os sintomas variam de acordo a categoria dos pesticidas utilizados. Solomon, Ogunseitan & Kirsch (2000) apresentam uma tabela, adaptada a seguir (Tabela 12), com os principais sintomas agudos de acordo com a categoria do agrotóxico.

Tabela 12. Principais sintomas de intoxicações agudas associadas às principais categorias de agrotóxicos

Categoria	Sintomas agudos
Organofosfatos	Vômitos, diarreia, hipersecreção, broncoconstrição, cefaleia, fraqueza.
Carbamatos de n-metilo	Vômitos, diarreia, hipersecreção, broncoconstrição, cefaleia, fraqueza.
Piretrinas	Reações alérgicas, anafilaxia, tremor, ataxia em doses muito altas.
Piretroides – Tipo I	Tontura, irritabilidade ao som ou ao toque, cefaleia, vômito, diarreia.
Tipo II – (cianopiretroides)	Convulsões, tonturas, irritabilidade ao som ou ao toque, cefaleia, vômitos, diarreia.
Organoclorados	Perda de coordenação, tremores, parestesia, hiperestesia, cefaleia, tontura, náusea, convulsões.
Compostos clorofenoxi	Náusea e vômito, cefaleia, confusão, miotonia, febre baixa, acidose, alterações no eletrocardiograma, elevação dos níveis de creatina, fosfoquinase, mioglobínúria.
Compostos dipiridil	Dor, diarreia, cefaleia, mialgias, necrose tubular aguda, edema pulmonar tardio, outros sintomas decorrentes da toxicidade neurológica.
Rodenticidas anticoagulantes	Sangramentos nasais, hematúria, melena, equimoses.
Clorofenóis	Febre, tremor, sede, sudorese, taquicardia, hipercapnia, constrição torácica, dor abdominal.
Nitrofenóis e nitrocreossóis	Hipertermia, taquicardia, ansiedade, confusão, cefaleia, diaforese.
Fumigantes (brometo de metilo)	Cefaleia, ataxia, tremor, agitação, distúrbios visuais, vômitos, convulsões, edema pulmonar.
Fumigantes (metam sódio)	Irritação da membrana mucosa, edema pulmonar.

Fonte: Adaptado de Solomon, Ogunseitan & Kirsch (2000).

2.3.2. Doenças crônicas

As implicações da exposição crônica por defensivos agrícolas surgem devido à exposição continuada ao agente tóxico. Quando identificadas, são normalmente quadro irreversíveis ou de difícil reversão. Os quadros clínicos variam, são eventualmente confusos ou indefinidos, de

difícil diagnóstico e com maior complexidade para estabelecer as relações de causa e efeito. Entretanto, há diversas doenças que apresentam casos com essa relação estabelecida (Silva et al., 2006; Solomon; Ogunseitan & Kirsch, 2000).

Alguns exemplos de estudos que identificam as relações de causa e efeito entre enfermidades crônicas incluem diversas morbidades. A Tabela 13 procura sintetizar as principais doenças crônicas relacionadas ao uso de agrotóxicos com estudos científicos que comprovam as relações de causa e efeito. Todas as enfermidades apresentadas na tabela apresentam mais de uma referência bibliográfica que sustentam os achados que relacionam a doença com o uso de agrotóxicos.

Tabela 13. Principais enfermidades crônicas com relações de causa e efeito com agrotóxicos Estabelecida

Enfermidade	Referências bibliográficas
Alzheimer	Baldi <i>et al.</i> (2003b), Hayden <i>et al.</i> (2010), Jones (2010), Parron <i>et al.</i> (2011), Tyas <i>et al.</i> (2001).
Asma	Beard <i>et al.</i> (2003), Box & Lee (1996), Draper <i>et al.</i> (2003), Faria <i>et al.</i> (2005), Freedman (1980), Hernández, Parrón & Alarcón (2011), Honda <i>et al.</i> (1992), Hoppin <i>et al.</i> (2002, 2008), Kolmodin-Hedman, Swensson & Akerblom (1982), Lessenger (1992), Moretto (1991), Royce <i>et al.</i> (1993), Salam <i>et al.</i> (2004), Salameh <i>et al.</i> (2003), Senthilselvan, McDuffie & Dosman (1992), Slager <i>et al.</i> (2009), Underner, Cazenave & Patte (1987), Vandenplas <i>et al.</i> (2000), Wagner (2000), Weiner (1961), Weiner & Worth (1969).
Aumento da prevalência de malformações congênitas	Benachour & Séralini (2009), Brender <i>et al.</i> (2010), Brucker-Davis <i>et al.</i> (2008), Chevrier <i>et al.</i> (2011), Correa-Villaseñor <i>et al.</i> (1991), Dugas <i>et al.</i> (2010), Enoch <i>et al.</i> (2007), García-Rodríguez <i>et al.</i> (1996), Garry <i>et al.</i> (1996), Gordon e Shy (1981), Greenlee, Ellis & Berg (2004), Kricker <i>et al.</i> (1986), Kristensen <i>et al.</i> (1997), Lin, Marshall & Davidson (1994), McDonald <i>et al.</i> (1988), Nassar <i>et al.</i> (2010), Ngo <i>et al.</i> (2006), Nurminen <i>et al.</i> (1995), Perera <i>et al.</i> (2003), Petit <i>et al.</i> (2010), Qiao, Seidler & Slotkin (2001), Rauch <i>et al.</i> (2012), Ren <i>et al.</i> (2011), Rocheleau, Romitti & Dennis (2009), Richard <i>et al.</i> (2005), Sherman (1996), Siqueira <i>et al.</i> (2010), Shaw <i>et al.</i> (1999), Schreinemachers (2003), Winchester, Huskins & Ying (2009).
Depressão e suicídio	Gonçalves, Gonçalves & Oliveira Junior (2011), Meyer, Resende & Abreu (2007), Pires, Caldas & Recena (2005).
Desordens reprodutivas	Anway <i>et al.</i> (2005), Cavieres <i>et al.</i> (2004), Fei, Chung & Taylor (2005), Frazier (2007), Gray <i>et al.</i> (1999), Greenlee, Ellis & Berg (2004), Kaur <i>et al.</i> (2015), Joshi, Bansal & Jasuja (2011), Meeker <i>et al.</i> (2006), Oliva, Spira & Multigner (2001), Orton <i>et al.</i> (2011), Saiyed <i>et al.</i> (2003), Snijder <i>et al.</i> (2011), Stanko <i>et al.</i> (2010), Swan <i>et al.</i> (2003a, 2003b), Tiido <i>et al.</i> (2005, 2006), Wang <i>et al.</i> (2011b).
Diabetes (tipos 1, 2 e gestacional)	Everett & Matheson (2010), Kouznetsova <i>et al.</i> (2007), Lee <i>et al.</i> (2010), Montgomery <i>et al.</i> (2008), Patel, Bhattacharya & Butte (2010), Saldana <i>et al.</i> (2007).
Disfunções no sistema endócrino	Piccoli <i>et al.</i> (2016), Roberts & Reigart (2013).
Doenças autoimunes (artrite reumatoide e lúpus)	Cooper <i>et al.</i> (2004), Gold <i>et al.</i> (2007), Parks <i>et al.</i> (2011).
Doenças cardiovasculares	Antov & Aianova (1980), Fokina & Bezuglyĭ (1978), Morton <i>et al.</i> (1975), Sekhotha, Monyeki & Sibuyi (2016), Zamzila <i>et al.</i> (2011).
Efeitos no desenvolvimento cognitivo de crianças	Ahlbom, Fredriksson & Eriksson (1995), Brimijoin & Koenigsberger (1999), Guillette <i>et al.</i> (1998), Muñoz-Quezada <i>et al.</i> (2013), Roberts & Reigart (2013).
Esclerose lateral amiotrófica	Bonvicini <i>et al.</i> (2010), Burns, Beard & Catmill (2001), Choy & Kim (2011), Das, Nag & Ghosh (2012), Doi <i>et al.</i> (2006), Freedman (2001), Johnson & Atchison (2009), Kamel <i>et al.</i> (2012), Kanavouras <i>et al.</i> (2011), McGuire <i>et al.</i> (1997), Morahan & Pamphlett (2006), Pamphlett (2012), Qureshi <i>et al.</i> (2006).
Insuficiência renal crônica	Peiris-John <i>et al.</i> (2006), Siddharth <i>et al.</i> (2012), Wanigasuriya <i>et al.</i> (2007).

Tabela 13. Principais enfermidades crônicas com relações de causa e efeito com agrotóxicos Estabelecida (cont.)

Enfermidade	Referências bibliográficas
Leucemias e outras síndromes mielodisplásicas	Alderton <i>et al.</i> (2006), Alavanja, Blair & Masters (1990), Alexander <i>et al.</i> (2001), Beard <i>et al.</i> (2003), Blair <i>et al.</i> (1983), Bonner <i>et al.</i> (2010), Brown <i>et al.</i> (1990), Buckley <i>et al.</i> (1989, 1994), Cantor & Silberman (1999), Carozza <i>et al.</i> (2008), Chrisman <i>et al.</i> (2009) Ciccone <i>et al.</i> (1993), Clavel <i>et al.</i> (1996), Cuneo <i>et al.</i> (1992), Daniels, Olshan & Savitz (1997), Delzell & Grufferman (1985), Freeman <i>et al.</i> (2005), Hansen, Hasle & Lander (1992), Infante-Rivard <i>et al.</i> (1999), Lafiura <i>et al.</i> (2007), Laval & Tuyns (1988), Lee <i>et al.</i> (2004b), Leiss & Savitz (1995), Lowengart <i>et al.</i> (1987), Ma, Zhao & Turk (2002), Magnani <i>et al.</i> (1990), Mahajan <i>et al.</i> (2006), Meinert <i>et al.</i> (1996, 2000), Menegaux <i>et al.</i> (2006), Merhi <i>et al.</i> (2007), Miligi <i>et al.</i> (2006), Mills (1998), Monge <i>et al.</i> (2007), Mulder Drijver & Kreis (1994), Pasqualetti <i>et al.</i> (1991), Purdue <i>et al.</i> (2007), Rau <i>et al.</i> (2012), Reynolds <i>et al.</i> (2005), Richardson <i>et al.</i> (1992), Roberts & Reigart (2013), Rudant <i>et al.</i> (2007), Rull <i>et al.</i> (2009), Shu <i>et al.</i> (1988), Soldin <i>et al.</i> (2009), Turner, Wigle & Krewski (2010), Van Bommel <i>et al.</i> (2008), Van Maele-Fabry, Duhayon & Lison (2007), Van Maele-Fabry <i>et al.</i> (2008), Viel & Richardson (1993).
Linfoma de Hodgkin	Carozza <i>et al.</i> (2008), Cerhan <i>et al.</i> (1998), Flower <i>et al.</i> (2004), Orsi <i>et al.</i> (2007), Persson <i>et al.</i> (1993), Rudant <i>et al.</i> (2007), Schreinemachers Creason & Garry (1999), Van Balen <i>et al.</i> (2006).
Linfoma não Hodgkin	Alavanja, Blair & Masters (1990), Bonner <i>et al.</i> (2010), Buckley <i>et al.</i> (2000), Boccolini <i>et al.</i> (2013a), Cantor (1982), Cantor <i>et al.</i> (1992), Chiu <i>et al.</i> (2006), De Roos <i>et al.</i> (2003), Eriksson <i>et al.</i> (2008), Hardell & Eriksson (1999), Hardell, Eriksson & Nordström (2002), Hoar <i>et al.</i> (1986), Kristensen <i>et al.</i> (1996b), Kogevinas <i>et al.</i> (1995), Kross <i>et al.</i> (1996), Khuder, Schaub & Keller-Byrne (1998), Mannetje <i>et al.</i> (2008), McDuffie <i>et al.</i> (2001), Meinert <i>et al.</i> (2000), Merhi <i>et al.</i> (2007), Miligi <i>et al.</i> (2006), Morrison <i>et al.</i> (1994), Nordström <i>et al.</i> (1998), Pearce, Smith & Fisher (1985), Purdue <i>et al.</i> (2007), Ritter <i>et al.</i> (1990), Roberts & Reigart (2013), Rudant <i>et al.</i> (2007), Schroeder <i>et al.</i> (2001), Spinelli <i>et al.</i> (2007), Vajdic <i>et al.</i> (2007) Viel & Richardson (1993), Woods <i>et al.</i> (1987), Zahm <i>et al.</i> (1990, 1993), Zhong & Rafnsson (1996).
Melanoma	Carozza <i>et al.</i> (2008), Dennis <i>et al.</i> (2010), Fortes <i>et al.</i> (2007), Mahajan <i>et al.</i> (2007), Purdue <i>et al.</i> (2007), Wesseling <i>et al.</i> (1999).
Mieloma múltiplo	Burmeister <i>et al.</i> (1983), Cerhan <i>et al.</i> (1998), Demers <i>et al.</i> (1993), Eriksson & Karlsson (1992), Khuder & Mutgi (1997), Kristensen <i>et al.</i> (1996b), Landgren <i>et al.</i> (2009), Lope <i>et al.</i> (2008), Merhi <i>et al.</i> (2007), Nanni <i>et al.</i> (1998), Pearce, Smith & Fisher (1985), Rusiecki <i>et al.</i> (2009), Viel & Richardson (1993).
Neoplasia cerebral	Blair <i>et al.</i> (1983), Bunin <i>et al.</i> (1994), Cordier <i>et al.</i> (1994), Davis <i>et al.</i> (1993), Delzell & Grufferman (1985), Efrid <i>et al.</i> (2003), Figa-Talamanca <i>et al.</i> (1993), Gold <i>et al.</i> (1979), Heineman <i>et al.</i> (1995), Holly <i>et al.</i> (1998), Kristensen (1996a), Kross <i>et al.</i> (1996), Lee <i>et al.</i> (2004b, 2005), Mills (1998), Musicco <i>et al.</i> (1988), Nielsen <i>et al.</i> (2010), Pogoda & Preston-Martin (1997), Provost <i>et al.</i> (2007), Roberts & Reigart (2013), Rodvall <i>et al.</i> (1996), Rosso <i>et al.</i> (2008), Ruder <i>et al.</i> (2006), Samanic <i>et al.</i> (2008), Smith-Rooker <i>et al.</i> (1992), Van Wijngaarden <i>et al.</i> (2003), Viel <i>et al.</i> (1998), Wesseling <i>et al.</i> (1999), Wilkins III & Koutras (1988), Wilkins III & Sinks (1990), Zheng <i>et al.</i> (2001).
Neoplasia da mama	Band <i>et al.</i> (2000), Brophy <i>et al.</i> (2002), Olaya-Contreras <i>et al.</i> (1998), Dolapsakis <i>et al.</i> (2001), Duell <i>et al.</i> (2000), Mills & Yang (2005), Moysich <i>et al.</i> (1998), Høyer <i>et al.</i> (1998), Kettles <i>et al.</i> (1997), Liljegren <i>et al.</i> (1998), Safe & Zacharewski (1997), Jacome <i>et al.</i> (2010), Teitelbaum <i>et al.</i> (2007).
Neoplasia da próstata	Alavanja <i>et al.</i> (2003), Band <i>et al.</i> (2011), Cerhan <i>et al.</i> (1998), Chamie <i>et al.</i> (2008), Chrisman <i>et al.</i> (2009), Delzell & Grufferman (1985), Dich & Wiklund (1998), Dosemeci <i>et al.</i> (1994), Fleming <i>et al.</i> (1999), Forastiere <i>et al.</i> (1993), Lynch <i>et al.</i> (2009), Keller-Byrne, Khuder & Schaub (1997), Kross <i>et al.</i> (1996), MacLennan <i>et al.</i> (2002), Mahajan <i>et al.</i> (2006), Meyer <i>et al.</i> (2007), Mills (1998), Mills & Yang (2003), Morrison <i>et al.</i> (1993), Multigner <i>et al.</i> (2010), Roberts & Reigart (2013), Schreinemachers Creason & Garry (1999), Settini <i>et al.</i> (2003), Sharma-Wagner <i>et al.</i> (2000), Van Der Gulden & Vogelzang (1996), Van Der Gulden, Kolk & Verbeek (1995), Van Maele-Fabry & Willems (2003).

Tabela 13. Principais enfermidades crônicas com relações de causa e efeito com agrotóxicos Estabelecida (cont.)

Enfermidade	Referências bibliográficas
Neoplasia na tireoide	Carozza <i>et al.</i> (2008), Grimalt <i>et al.</i> (1994), Saracci <i>et al.</i> (1991), Schreinemachers Creason & Garry (1999), Ward <i>et al.</i> (2010).
Neoplasia no fígado e na vesícula biliar	Brown (1992), Carozza <i>et al.</i> (2008), Cocco <i>et al.</i> (1997), Figa-Talamanca <i>et al.</i> (1993), Figa-Talamanca, Mearrelli & Valente (1993), Giordano <i>et al.</i> (2006), Wesseling <i>et al.</i> (1999).
Neoplasia no pâncreas	Alguacil <i>et al.</i> (2000), Andreotti <i>et al.</i> (2009), Cantor & Silberman (1999), Chrisman <i>et al.</i> (2009), Forastiere <i>et al.</i> (1993), Garabrant <i>et al.</i> (1992), Ji <i>et al.</i> (2001), Kauppinen <i>et al.</i> (1995), Lo <i>et al.</i> (2010), Partanen <i>et al.</i> (1994), Wiklund & Dich (1995).
Neoplasia no sistema digestivo (inclui gastrointestinal e colorretal)	Cerhan <i>et al.</i> (1998), Chrisman <i>et al.</i> (2009), Forastiere <i>et al.</i> (1993), Hou <i>et al.</i> (2006), Jansson <i>et al.</i> (2006), Kang <i>et al.</i> (2008), Koutros <i>et al.</i> (2009), Kross <i>et al.</i> (1996), Lee <i>et al.</i> (2004a, 2004b, 2007), Leet <i>et al.</i> (1996), Lo <i>et al.</i> (2010), Mills e Yang (2007), Purdue <i>et al.</i> (2007), Samanic <i>et al.</i> (2006), Van Bommel <i>et al.</i> (2008), Van Leeuwen <i>et al.</i> (1999), Wesseling <i>et al.</i> (1999), Wiklund & Dich (1995), Zhong & Rafnsson (1996).
Neoplasia no trato respiratório	Alavanja <i>et al.</i> (2004), Barthel (1981), Blair <i>et al.</i> (1983), Freeman <i>et al.</i> (2005), Brownson, Alavanja & Chang (1993), Bumroongkit <i>et al.</i> (2008), Hou <i>et al.</i> (2006), Kogevinas <i>et al.</i> (1997), Lee <i>et al.</i> (2004b), McDuffie (1994), Pesatori <i>et al.</i> (1994), Purdue <i>et al.</i> (2007), Rusiecki <i>et al.</i> (2006), Samanic <i>et al.</i> (2006), Saracci <i>et al.</i> (1991), Schreinemachers Creason & Garry (1999), Wesseling <i>et al.</i> (1999)
Neoplasia no trato urinário	Buzio <i>et al.</i> (2002), Carozza <i>et al.</i> (2008), Chow <i>et al.</i> (1999), Fear <i>et al.</i> (1998), Forastiere <i>et al.</i> (1993), Hu, Mao & White (2002), Karami <i>et al.</i> (2008), Koutros <i>et al.</i> (2009), Kristensen <i>et al.</i> (1996b), McDuffie (1994), Mellemegaard <i>et al.</i> (1994), Olshan <i>et al.</i> (1993), Ramlow <i>et al.</i> (1996), Roberts & Reigart (2013), Sharpe <i>et al.</i> (1995), Tsai, Kaye & Bove (2006), Wesseling <i>et al.</i> (1999), Wiklund & Dich (1995)
Neoplasia nos testículos	Bergstrom <i>et al.</i> (1996), Fleming <i>et al.</i> (1999), Forman & Møller (1994), Kristensen <i>et al.</i> (1996b), Mills (1998), Mills, Newell & Johnson (1984), Saracci <i>et al.</i> (1991), Zheng <i>et al.</i> (1996).
Neoplasia óssea	Carozza <i>et al.</i> (2008), Holly <i>et al.</i> (1992), Merletti <i>et al.</i> (2006), Moore <i>et al.</i> (2005), Schreinemachers Creason & Garry (1999), Wesseling <i>et al.</i> (1999).
Neuroblastoma	Carozza <i>et al.</i> (2008), Daniels <i>et al.</i> (2001), Feychting <i>et al.</i> (2001), Giordano <i>et al.</i> (2006), Kristensen <i>et al.</i> (1996b), Littorin <i>et al.</i> (1993),), Schreinemachers Creason & Garry (1999), Walker <i>et al.</i> (2007).
Outras doenças respiratórias relacionadas à exposição a agrotóxicos	Arifkhanova, Ubaïdullaeva & Liverko (2007), Barczyk, Sozanska & Pierzchala (2006), Chakraborty <i>et al.</i> (2009), Duna <i>et al.</i> (1998), Faria <i>et al.</i> (2005), Hoppin <i>et al.</i> (2007), Kayser <i>et al.</i> (1998), Kossmann, Konieczny & Hoffmann (1997), LeVan <i>et al.</i> (2006), Lings (1982), Ubaïdullaeva (2006), Valcin <i>et al.</i> (2007).
Outras neoplasias	Carozza <i>et al.</i> (2008), Cerhan <i>et al.</i> (1998), Chrisman <i>et al.</i> (2009), Donna <i>et al.</i> (1989) Fleming <i>et al.</i> (1999), Kristensen <i>et al.</i> (1996b), Schreinemachers Creason & Garry (1999) Tarvainen <i>et al.</i> (2008), Tisch <i>et al.</i> (2002), Wesseling <i>et al.</i> (1999), Wiklund (1983).
Outros efeitos neurocognitivos	Anger <i>et al.</i> (1986), Fiedler <i>et al.</i> (1997), Jamal (1997), Jones (2010), Keifer & Mahurin (1997).
Parkinson	Ascherio <i>et al.</i> (2006), Baldi <i>et al.</i> (2003a, 2003b), Barbeau <i>et al.</i> (1987), Barlow <i>et al.</i> (2004, 2005), Bonetta (2002), Butterfield <i>et al.</i> (1993), Caudle <i>et al.</i> (2005), Chan <i>et al.</i> (1998), Chou <i>et al.</i> (2008), Costello <i>et al.</i> (2009), Davis, Yesavage & Berger (1978), Dick <i>et al.</i> (2007), Dutheil <i>et al.</i> (2010), Elbaz <i>et al.</i> (2009), Fall <i>et al.</i> (1999), Ferraz <i>et al.</i> (1988), Firestone <i>et al.</i> (2005), Fleming <i>et al.</i> (1994), Freire & Koifman (2012), Fong <i>et al.</i> (2007), Frigerio <i>et al.</i> (2006), Gatto <i>et al.</i> (2009), Gorell <i>et al.</i> (1998), Hancock <i>et al.</i> (2008), Hertzman <i>et al.</i> (1994), Hubble <i>et al.</i> (1993, 1998), Jia & Misra (2007), Kamel <i>et al.</i> (2007), Koller <i>et al.</i> (1990), Lewin (1985), Manthripragada <i>et al.</i> (2010), Menegon <i>et al.</i> (1998), Petrovitch <i>et al.</i> (2002), Priyadarshi <i>et al.</i> (2000, 2001), Purisai <i>et al.</i> (2007), Richardson <i>et al.</i> (2006), Ritz <i>et al.</i> (2009), Ritz & Yu (2000), Roberts & Reigart (2013), Schulte <i>et al.</i> (1996), Seidler <i>et al.</i> (1996), Semchuk, Love & Lee (1992), Stephenson (2000), Tanner <i>et al.</i> (2009, 2011), Tüchsen & Jensen (2000), Van Maele-Fabry <i>et al.</i> (2012), Veldman <i>et al.</i> (1998), Wang <i>et al.</i> (2011a), Zorzon <i>et al.</i> (2002).

Tabela 13. Principais enfermidades crônicas com relações de causa e efeito com agrotóxicos Estabelecida (cont.)

Enfermidade	Referências bibliográficas
Parto prematuro e baixo peso ao nascer	Boccolini <i>et al.</i> (2013b), Bonzini, Coggon & Palmer (2007), Ochoa-Acuña <i>et al.</i> (2009).
Pré-eclâmpsia	Bonzini, Coggon & Palmer (2006), Palmer <i>et al.</i> (2013).
Sarcomas	Carozza <i>et al.</i> (2008), Chrisman <i>et al.</i> (2009), Fear <i>et al.</i> (1998), Grimalt <i>et al.</i> (1994) Lyngge (1993), Holly <i>et al.</i> (1992), Hoppin <i>et al.</i> (1998), Kogevinas <i>et al.</i> (1995, 1997), Leiss & Savitz (1995), Magnani <i>et al.</i> (1989), McDuffie (1994), Saracci <i>et al.</i> (1991), Smith & Christophers (1992).

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa complementada pelas revisões elaboradas por Solomon, Ogunseitan & Kirsch (2000) e Mostafalou & Abdollahi (2013).

2.4. APROXIMAÇÕES PARA ESTIMATIVAS DOS CUSTOS EXTERNOS DO USO DE AGROTÓXICOS

Parece consensual que os agrotóxicos produzem externalidades que afetam tanto o meio ambiente quanto a saúde humana. Do ponto de vista econômico, alguns autores procuraram estudar esses custos externos e realizar algumas aproximações. Pimentel *et al.* (1993) apontaram um custo socioambiental do uso de agrotóxicos no EUA em US\$ 8,123 bilhões anuais; posteriormente, a estimativa foi atualizada para US\$ 9,645 bilhões de custos anuais decorrentes dessas externalidades (Pimentel, 2005), sem incluir cerca de US\$ 3 bilhões decorrentes da resistência aos pesticidas e da destruição dos inimigos naturais por entender que tais custos são internalizados pelos usuários de agrotóxicos.

Um dos principais estudos na área é a pesquisa de Pretty *et al.* (2000), que encontrou um custo externo de £ 2,34 bilhões para a agricultura, não apenas os agrotóxicos, no Reino Unido. Com base nos custos externos efetivamente encontrados por Pretty *et al.* (2000, 2001), Leach & Mumford (2008, 2011) desenvolveram uma ferramenta para realizar a contabilidade ambiental de um pesticida específico para Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha. O problema da ferramenta é que ela se aplica a produtos específicos em culturas específicas, sendo de muito difícil extrapolação para âmbito nacional sem uma adequada base de dados que contemple essas informações detalhadas analiticamente. Ainda assim, com base nesse instrumental, Praneetvatakul *et al.* (2013) estimaram em US\$ 352,7 milhões os custos externos dos agrotóxicos na Tailândia.

Alguns estudos analisaram apenas os custos decorrentes dos impactos dos pesticidas na saúde humana. Fantke, Friedrich & Jolliet (2012) tentaram uma aproximação dos custos para a saúde do uso de agrotóxicos na Europa e chegaram a um valor de aproximadamente 78,4 milhões de euros. Na única pesquisa para o caso brasileiro, Soares & Porto (2012) apresentam uma estimativa de custo, apenas para os casos de intoxicações agudas no estado do Paraná, que chega a aproximadamente US\$ 149 milhões.

De uma forma ou de outra, a maior dificuldade para a realização de estimativas para o custo externo do uso de agrotóxicos seria a ausência de uma base de dados adequada aos estudos prévios existentes. Embora existam associações entre diversas enfermidades e o uso de pesticidas, é impossível saber qual caso de determinada doença está ou não diretamente relacionada ao uso de algum agrotóxico sem uma análise individualizada, pois muitas vezes o diagnóstico e as relações causais não ficam evidentes. Ademais, os custos referentes aos impactos na saúde humana se restringiriam ainda aos gastos hospitalares, ou algo equivalente, e eventualmente aos dias em

que o paciente ficaria incapacitado para o trabalho, mas qual o valor de uma vida humana perdida em decorrência dessas doenças?

3. A CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS AGROPECUÁRIOS PARA A EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

A mitigação da emergência climática talvez seja o maior desafio que a humanidade enfrenta no século XXI. As cadeias produtivas de alimentos ao mesmo tempo que estão entre as principais causas das mudanças no clima sofrem com seus efeitos de maneira significativa. As variações na temperatura e no regime de chuvas impactam a capacidade produtiva e a extensão das áreas disponíveis para a agricultura, com consequências na produção de comida e na segurança alimentar das pessoas. Se por um lado a modernização agrícola possibilitou a superação de severas limitações naturais para a expansão da capacidade produtiva, as mudanças provocadas pela intervenção humana têm o potencial de gerar novas ondas de fome sem precedentes (Olesen & Bindi, 2002; Assad et al., 2009; Parry et al., 2009; Gornall et al., 2010; Kastner et al., 2012; Nelson et al., 2014).

As cadeias de suprimento da agropecuária respondem por entre 12% e 15% das emissões de gases do efeito estufa⁸, sendo o segundo setor que mais contribui para isso, atrás apenas do setor energético (Climate Watch, 2021). O aumento das secas em áreas agriculturáveis e das chuvas de grande intensidade estão entre os principais impactos das mudanças climáticas – que já ocorrem e tendem a aumentar (IPCC, 2021). A seguir apresentamos uma subseção na qual procuramos mostrar como os sistemas alimentares estão entre as principais causas da crise do clima, para na sequência apontarmos como a crise também os impacta. Ambas as discussões partem da revisão feita por Vermeulen, Campbell & Ingram (2012), complementada com dados mais recentes.

3.1. IMPACTOS DOS SISTEMAS ALIMENTARES NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os sistemas alimentares produzem impactos no clima que começam antes da produção (como a fabricação de fertilizantes e agrotóxicos, além da energia utilizada na produção de ração animal), durante a produção (direta e indiretamente) até a pós-produção (processamento, armazenamento, embalagem, transporte, refrigeração, varejo, preparação de alimentos e lixo).

A Tabela 14, adaptada de Vermeulen, Campbell & Ingram (2012), apresenta uma estimativa para a contribuição relativa das diferentes etapas das cadeias alimentares nas emissões de gases do efeito estufa.

⁸ De acordo com Gerber et al. (2013), 14,5% de todas as emissões, e segundo o Climate Watch (2021), 12,3%.

Tabela 14. Contribuições relativas das diferentes etapas da cadeia alimentar para as emissões globais de gases de efeito estufa

Etapa da cadeia alimentar		Emissões (MtCO ₂)	Ano da estimativa
Pré-produção	Fabricação de fertilizantes	Entre 285 e 575	2007
	Energia utilizada na alimentação animal	60	2005
	Fabricação de agrotóxicos	Entre 3 e 140	2007
Produção	Emissões diretas da agricultura	Entre 5.120 e 6.116	2005
	Emissões indiretas da agricultura	Entre 2.198 e 6.567	2008
Pós-produção	Processamento primário e secundário	192	2007
	Armazenamento, embalagem e transporte	396	2007
	Refrigeração	490	2004
	Atividades de varejo	224	2007
	Preparação de alimentos (catering e comida doméstica)	160	2007
	Depósito de lixo	72	2007

Fonte: Adaptado de Vermeulen, Campbell & Ingram (2012).

Outra aproximação razoável da contribuição da produção de alimentos nas mudanças climáticas é a soma das emissões diretas da agricultura com as emissões por alterações no uso da terra e silvicultura (LUCF, acrônimo em inglês) – de forma que, de acordo com os dados do Climate Watch (2021), desde que passou a haver disponibilidade de dados, a agricultura e as emissões LUCF somadas foram responsáveis por cerca de 17,80% das emissões totais, sendo de 14,73% em 2018. Ao olharmos especificamente para o Brasil, historicamente pode-se assumir que 75,40% do acumulado de emissões de gases do efeito estufa vieram desses dois agregados – em 2018, esse indicador agregado alcançou 62,23%. Se as cadeias alimentares têm importante papel na emergência climática, para o Brasil a situação é particularmente alarmante. A Tabela 15 ilustra o peso tanto da agricultura quanto das mudanças no uso da terra e silvicultura nas emissões de gases do efeito estufa globais e brasileiras.

Tabela 15. Contribuições da agricultura e das mudanças no uso da terra e silvicultura (LUCF) nas emissões de gases do efeito estufa (acumulado até 2018) – mundo e Brasil – valores absolutos GtCO₂e (gigatoneladas de CO₂ equivalente)

		Acumulado		2018	
		Absoluto (GtCO ₂ e)	Relativo	Absoluto (GtCO ₂ e)	Relativo
Mundo	Emissões totais	1.115,69		48,94	
	Mudança no uso da terra e silvicultura (LUCF)	44,48	3,99%	1,39	2,84%
	Agricultura	154,13	13,81%	5,82	11,89%
Brasil	Emissões totais	49,96		1,42	
	Mudança no uso da terra e silvicultura (LUCF)	25,18	50,40%	0,39	27,31%
	Agricultura	12,49	25,00%	0,50	34,92%

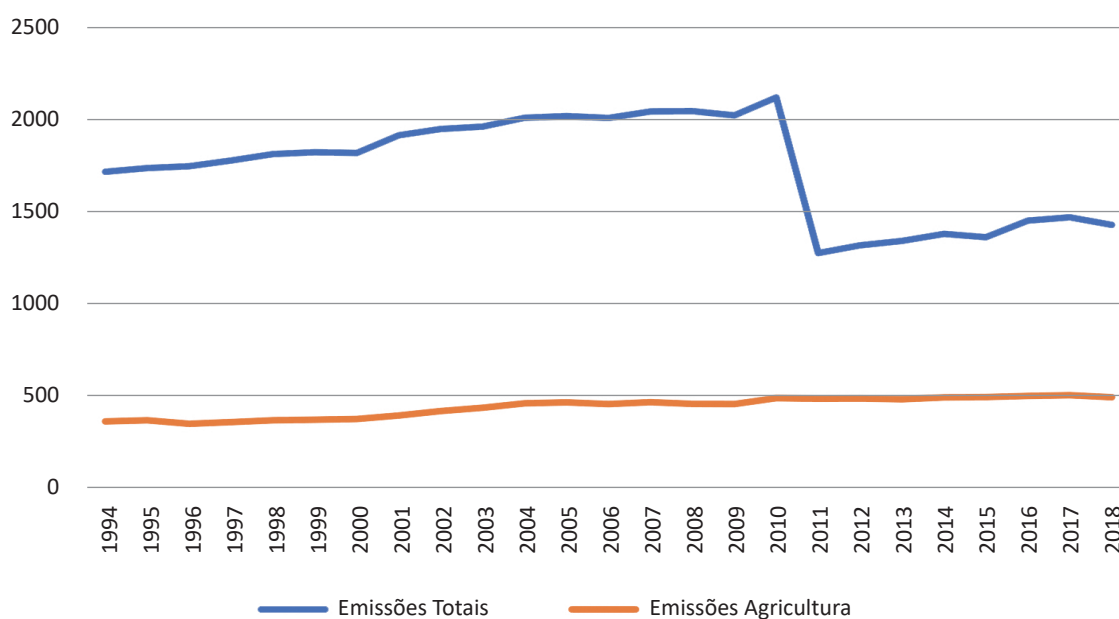
Fonte: Elaboração própria com base em dados do Climate Watch (2021).

Importante destacar que o Brasil é o sexto maior emissor de gases do efeito estufa (Climate Watch, 2021)⁹, sendo que a maior parte de suas emissões se concentra no setor agrícola, 34,92%

⁹ Se a União Europeia for contabilizada como um país, o Brasil cai para a sétima colocação.

em 2018 – contabilizando apenas a agricultura, o Brasil é o terceiro maior emissor mundial, atrás da Índia e da China. Cumpre ainda destacar que nas emissões decorrentes da mudança no uso da terra e silvicultura (LUCF), somente Brasil e África do Sul possuem emissões acumuladas positivas, considerando-se os dados disponíveis. Outro dado que impressiona é que embora o país tenha reduzido suas emissões totais, com destaque da queda abrupta entre 2010 e 2011, caindo de 2.104,61 para 1.270,59 milhões de toneladas de dióxido de carbono (MtCO₂), a agricultura se manteve relativamente estável nas suas emissões, sempre entre 485 e 508 MtCO₂. O Gráfico 6 mostra a variação das emissões no Brasil entre 1994 e 2018.

Gráfico 6 – Emissões totais e emissões da agricultura, Brasil (1994-2018), em MtCO₂



Fonte: Elaboração própria com base em dados do Climate Wacht (2021).

A produção de alimentos, como qualquer outro bem, depende de insumos. Sementes, fertilizantes, irrigação, agrotóxicos ou outro produto para controle de pragas e doenças, além de ração para animais, estão entre os principais inputs da cadeia alimentar que, assim como a atividade produtiva em si, também resultam em emissões que contribuem para as mudanças climáticas.

A fabricação de fertilizantes é a principal fonte de emissões de gases do efeito estufa entre as atividades pré-produtivas, tanto por ser intensivo no uso de energia quanto pela liberação de óxido nitroso (N₂O) (Vermeulen, Campbell & Ingram, 2012). O óxido nitroso, por sinal, é dos gases que mais contribuem para o efeito estufa, ao mesmo tempo que é o principal gás emitido no processo produtivos dos alimentos (Snyder et al., 2009).

Produzir alimentos para os animais consumidos pelos humanos também apresenta relevante contribuição na geração dos gases responsáveis pelas alterações climáticas, particularmente pela grande utilização de combustíveis fósseis (no cultivo, no transporte e no processamento).

Por fim, o uso de combustíveis fósseis vai além da produção de fertilizantes, agrotóxicos ou alimentos para pecuária. Essa fonte não renovável de energia é usada em sementes, diesel para máquinas, eletricidade para irrigação, aquecimento, secagem e no processamento dos alimentos.

Pelo menos 12,3% das emissões mundiais de gases do efeito estufa provêm da agricultura, sendo a segunda maior fonte de emissões, atrás apenas da geração de energia (Climate Watch, 2021). Essas emissões podem ocorrer de forma direta ou indireta. As atividades agrícolas são diretamente responsáveis pela maior parte das emissões de óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄), sendo que o óxido nitroso responde pela maior parte das emissões da agricultura (Snyder et al., 2009). Indiretamente, a agricultura contribui de modo significativo com as emissões que contribuem para as alterações no clima pela mudança no uso da terra, desmatamento e degradação do solo (Vermeulen, Campbell & Ingram, 2012).

As emissões no pós-produção, por sua vez, apresentam contribuições no processamento de alimentos (CO₂ da combustão em fogões, caldeiras e fornos, além de CH₄ e N₂O dos sistemas de esgoto), na embalagem, no transporte, na refrigeração, no varejo e na preparação de comidas (nestes, basicamente pelo consumo energético), sem falar no desperdício (com emissões de CH₄). De forma geral, a cadeia logística e o consumo de energia podem ser considerados os principais contribuintes para os gases do efeito estufa dos sistemas alimentares (Vermeulen, Campbell & Ingram, 2012).

3.2. IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS SISTEMAS ALIMENTARES

Da mesma forma que os sistemas alimentares impactam o clima, a produção de alimentos é dentre os sistemas produtivos humanos o que mais tende a ser afetado por variações na temperatura e alterações nos ciclos pluviais, entre outros fenômenos decorrentes da emergência climática. E se o relatório conjunto Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), United Nations Children's Fund (UNICEF), United Nations World Food Programme (WFP) e World Health Organization (WHO) (2020) indica que em 2019 a fome alcançava 7,4% da população mundial (devendo aumentar para 9,5% até 2030), a série de eventos decorrentes das modificações climatológicas pode agravar o quadro.

Wheeler (2015, p. 322) mostra que “existe um padrão robusto e coerente de impactos das mudanças climáticas sobre a produtividade das culturas e, muito provavelmente, sobre a disponibilidade de alimentos, em escala global” (tradução própria). O Relatório Especial sobre Mudanças Climáticas, Desertificação, Degradação de Terras, Gestão Sustentável de Terras, Segurança Alimentar e Fluxos de Gases de Efeito Estufa em Ecossistemas Terrestres do IPCC (2019) não apenas mostra que o período entre 2006 e 2015 apresentou temperaturas médias 1,53° C superiores ao período entre 1850 e 1900 como também indica que esse aquecimento (e as alterações no padrão pluviométrico dele decorrentes) já modificou o período de plantio e colheita, tendo contribuído para a redução do rendimento das safras regionais e da disponibilidade de água doce, além de colocar a biodiversidade sob maior estresse e aumentar a mortalidade de árvores.

Embora não tão evidentes quanto os impactos no processo produtivo, também o pós-produção deve ser afetado pelas mudanças climáticas. Os eventos extremos podem provocar de perdas na colheita a destruição de depósitos para o armazenamento, passando por danos na infraestrutura de transporte. Além disso, é de se esperar que o aumento das temperaturas impacta a tensão encontrada nas redes de eletricidade, ar-condicionado e refrigeração, levando a um aumento nos custos de estocagem. Ademais, o calor cria um ambiente mais propício ao crescimento de bactérias (Vermeulen, Campbell & Ingram, 2012).

Por fim, os efeitos mais relevantes das mudanças climáticas nos sistemas alimentares é o comprometimento da capacidade de garantir a segurança alimentar das famílias economicamente vulneráveis. É esperado um aumento da fome e da má nutrição combinado com um aumento do preço dos alimentos diante da emergência do clima (Vermeulen, Campbell & Ingram, 2012). Não menos relevante é o relatório da comissão especial do jornal *The Lancet*, que aponta que as mudanças climáticas em si podem ser classificadas como uma pandemia por conta dos efeitos muitas vezes radicais tanto na saúde humana quanto nos sistemas naturais dos quais somos dependentes (Swinburn et al., 2019). O relatório é incisivo:

Essas três pandemias – obesidade, subnutrição e mudança climática – representam a Sindemia Global que afeta a maioria das pessoas em todos os países e regiões do mundo. Elas constituem uma sindemia, ou sinergia de epidemias, porque coocorrem no tempo e no lugar, interagem entre si para produzir sequelas complexas e compartilham motivadores sociais subjacentes comuns. Esta Comissão recomenda ações abrangentes para abordar a obesidade no contexto da Sindemia Global, que representa o desafio de saúde primordial para os humanos, o meio ambiente e nosso planeta no século 21. (Swinburn et al., 2019, tradução própria).

4. SISTEMAS ALIMENTARES E PANDEMIAS

Em que pesem os ganhos de produtividade na agropecuária, o contínuo crescimento da população mundial, associado à apropriação por outras atividades econômicas de terras antes utilizadas na produção de alimentos, faz com que a humanidade se veja diante da necessidade de expansão das fronteiras agrícolas. Na verdade,

todo progresso da agricultura capitalista é um progresso na arte de saquear não só o trabalhador, mas também o solo, pois cada progresso alcançado no aumento da fertilidade do solo por certo período é ao mesmo tempo um progresso no esgotamento das fontes duradouras dessa fertilidade. (...) a produção capitalista só desenvolve a técnica e a combinação do processo de produção social na medida em que solapa os mananciais de toda a riqueza: a terra e o trabalhador. (Marx, 2013, p. 703).

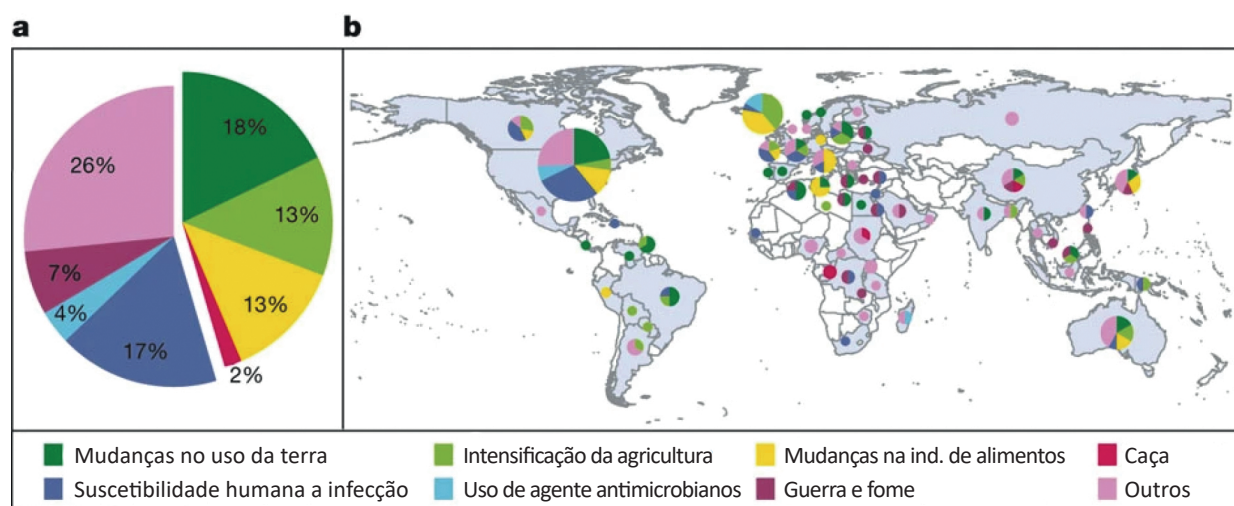
A expansão da fronteira agrícola normalmente vem associada ao desmatamento a ela associado. Apenas no Brasil, perderam-se 82 milhões de hectares de cobertura vegetal, 44 milhões devido à pecuária e outros 36 milhões por conta da agricultura (Mapbiomas, 2021).

O fato é que a ampliação das áreas produtivas no campo compromete a biodiversidade e facilita a transmissão de zoonoses para o homem, pavimentando o surgimento de pandemias, como a da SARS-CoV-2. Ademais, a própria alternativa ao desmatamento, que seria a intensificação da produção nas mesmas áreas, no caso da produção de proteína de origem animal pode criar as condições ideais para que ocorra a transmissão de um patógeno do animal para o homem. Sem restringir esses processos ao caso específico da Covid-19, há evidências de que o mesmo tenha ocorrido em outras epidemias como SARS-CoV-1, MERS-CoV, gripe suína etc. (Baudron & Liégeois, 2020; Khetan, 2020; Tollefson, 2020).

Segundo Keesing et al. (2010), os efeitos da perda da biodiversidade na transmissão de doenças podem ocorrer pelas seguintes alterações: na abundância de um hospedeiro ou vetor; no

comportamento do hospedeiro, do vetor ou do parasita; ou na condição do hospedeiro ou vetor. Eventualmente esses fatores poderiam agir em sinergia. Os autores mostram que quase metade das zoonoses que surgiram em humanos entre 1940 e 2005 foram resultantes de mudanças no uso da terra, de transformações na agricultura ou outras práticas de produção de alimentos, além da caça de animais selvagens (Figura 3).

Figura 3. Indutores e locais de eventos de emergência para doenças infecciosas zoonóticas em humanos de 1940 a 2005



a. Porcentagem mundial de eventos de emergência causados por indutor; b. Países em que ocorreram os eventos de emergência e os indutores da emergência. O tamanho do círculo representa o número de eventos de emergência: para escala, o número de eventos nos Estados Unidos foi 59. "Outros" inclui viagens e comércio internacionais, mudanças na demografia e no comportamento humano, mudanças na indústria médica, clima e tempo, desagregação das medidas de saúde pública e causas não especificadas.

Fonte: Keesing *et al.* (2010).

Baudron & Liégeois (2020) apontam que somente nos últimos vinte anos a humanidade foi atingida por três coronavírus (SARS-CoV-1, 2003; MERS-CoV, 2012; SARS-CoV-2, 2019), um vírus da gripe (gripe suína, 2009), dois arbovírus (chikungunya, 2004; zika, 2015) e um filovírus (ebola, 2014 e 2018). Os autores recordam que ainda em 2017 fora demonstrado que o SARS-CoV-1 poderia ter surgido por meio da recombinação entre diferentes cepas de vírus em uma única população de morcegos em uma caverna no sul da China, e que isso evidenciava o risco de transbordamento para as pessoas e emergência de uma doença semelhante à SARS. Diante da pandemia de Covid-19, os autores alegam que pareceu uma razoável previsão do que veio a ser o SARS-CoV-2.

Também Baudron & Liégeois (2020) lembram que já está estabelecido tanto do ponto de vista teórico quanto do empírico a relação entre eventos dessa natureza e o desmatamento. Primeiramente, porque o desmatamento facilita o contato entre a vida selvagem e as pessoas (e seus rebanhos) em maior contato, proporcionando maior risco de contágio. Em segundo lugar, as espécies que sobrevivem (ou mesmo prosperam) durante o desmatamento tendem a ser menos sensíveis à presença humana, e até por não temerem o contato, aumenta-se a probabilidade de transmissão de patógenos aos humanos (ou seus rebanhos). Por fim, menor biodiversidade facilitaria a prevalência de patógenos.

Além da contribuição da perda da biodiversidade, a criação intensiva de animais contribui de forma relevante na disseminação de novas pandemias.

Nos últimos 40 anos, à medida que o modelo de fazenda industrial se tornou um fenômeno global, uma série de vírus da gripe aviária, incluindo o H5N1, surgiu em países com operações avícolas industriais em grande escala. O confinamento intensivo de um número sem precedentes de frangos nessas instalações para reduzir os custos tem proporcionado um terreno fértil para o desenvolvimento crescente de novos patógenos. E, embora a gripe aviária já tenha sido uma doença muito rara entre as galinhas, hoje vemos surtos ocorrendo todos os anos. A transmissão dessas doenças de galinhas para humanos era quase inexistente há 25 anos; agora, surtos graves estão ocorrendo regularmente mais nos últimos 15 anos do que em todo o século 20. (Wiebers & Feigin, 2020, tradução própria).

5. CONCLUSÃO

Nos diversos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (2021) encontramos várias metas diretamente relacionadas à discussão das externalidades dos sistemas alimentares¹⁰. Sem enfrentar os problemas provocados pelas externalidades dos sistemas de produção de alimentos, não será possível alcançar os ODS. Na verdade, a complacência com os custos externos pode dificultar que esses objetivos sejam atingidos.

A emergência climática e a extinção em massa que a acompanha colocam a própria sobrevivência da espécie humana em risco. A perda da biodiversidade e a expansão das fronteiras agrícolas com a transmissão de zoonoses para humanos também apresentam desafios existenciais à humanidade. Não menos preocupante é a extensão das externalidades do uso de agrotóxicos.

A contaminação de todos os compartimentos ambientais provoca desequilíbrios nos ecossistemas. O solo perde fertilidade, a água é contaminada, poluentes persistentes se depositam na natureza em lugares muitas vezes distante de onde foram utilizados os pesticidas. As perdas na biodiversidade são de tal ordem que oferecem risco a ecossistemas globais.

Embora não haja estudos detalhados sobre o impacto na saúde humana via consumo, os resíduos desses produtos em alimentos (muitas vezes acima do tolerável e de formulações proibidas) coloca em perigo toda a população (ANVISA, 2019b). Ademais, o risco de contaminação dos

¹⁰ Destacamos dentro dos ODS: 2.4 garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos; 2.5 manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens; 3.9 reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo; 6.3 reduzir a poluição e eliminação de despejos, minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas, aumentando a reciclagem e reutilização segura; 6.4 aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce; 6.6 (...) proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos; 8.4 melhorar progressivamente (...) a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental (...); 11.a apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais; 12.3 reduzir pela metade o desperdício de alimentos *per capita* mundial e reduzir perdas ao longo das cadeias de produção e abastecimento; 12.4 alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, e reduzir a liberação destes para o ar, água e solo; 13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países; 13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima; 14.4 acabar com a sobrepesca ilegal, não reportada e não regulamentada e práticas destrutivas, e implementar planos de gestão para restaurar populações de peixes; 15.1 assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas; 15.2 promover a implementação da gestão sustentável de todos os tipos de florestas, deter o desmatamento, restaurar florestas degradadas e aumentar substancialmente o florestamento; 15.3 combater a desertificação e restaurar terra e solo degradados, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações; 15.5 tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de *habitats* naturais, deter a perda de biodiversidade e (...) proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas; 15.8 evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos (Nações Unidas, 2021).

trabalhadores diretamente envolvidos no uso dos pesticidas existe e se estende à população da área em que os agrotóxicos são aplicados, via contaminação do ar, solo e água.

Ainda que seja fundamental a discussão sobre minimizar, ou mesmo eliminar, os incentivos legais ao uso de agrotóxicos, é importante destacar algumas medidas que poderiam reduzir essas externalidades. Carneiro et al. (2015) mencionam como medidas necessárias alterações na regulação, como a adoção de regras semelhantes a adotadas em outros países, a exemplo da proibição da pulverização aérea, bem como o banimento de determinados produtos. Entretanto, se por um lado a utilização dos pesticidas sem receituário agrônomo, por indicação do vendedor, ou sem os equipamentos de proteção individual (EPIs), é um dos fatores que contribuem sobremaneira para o aumento de casos de intoxicação (Soares, Freitas & Coutinho, 2005), por outro o Dossiê Abrasco (Carneiro et al., 2015) indica que maior fiscalização das normativas existentes por si já diminuiria consideravelmente os impactos na saúde humana e no meio ambiente.

Outrossim, uma característica da agricultura contemporânea é seu alto grau de tecnologia agregada, que pode diminuir significativamente o uso de agrotóxicos. Tanto o desenvolvimento da agricultura da precisão (Coelho, 2005) quanto os avanços biotecnológicos por meio dos organismos geneticamente modificados (Valois, 2001; Almeida & Lamounier, 2005; Silveira, 2010) são progressos técnicos que prometem menor dependência do setor agrícola do uso de defensivos.

Embora enderecem problemas específicos do uso excessivo de agrotóxicos, essas soluções mitigadoras são insuficientes para os desafios apresentados pela emergência climática e pela possibilidade de novas pandemias oriundas de zoonoses facilitadas pela expansão da fronteira agrícola. Desse modo, uma alternativa que deve ser apresentada é a transição agroecológica com base na definição de agroecologia proposta por Assis & Romeiro (2002, p. 72-73), na qual se resgatam

esses conhecimentos desprezados pela agricultura moderna e, ao contrário do que muitos dos seus críticos colocam, ao invés de representar uma volta ao passado, procura utilizar o que há de mais avançado em termos de ciência e tecnologia para criar agroecossistemas sustentáveis e de alta produtividade, que apresentem características mais semelhantes quanto seja possível às dos ecossistemas naturais (Gliessman, 2000). Assim, a agroecologia, através de uma metodologia própria e tendo os agroecossistemas como unidade de estudo, procura compreender o funcionamento e a natureza dessas unidades, integrando para isso princípios ecológicos, agrônômicos e socioeconômicos na compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo.

Além da discussão da agroecologia em si, Vermeulen, Campbell & Ingram (2012) apresentam diferentes estratégias de mitigação das mudanças climáticas. No caso da agricultura e do uso da terra, os autores propõem ações como reflorestamento com espécies de alto potencial de sequestro de carbono e utilização de tecnologias energeticamente mais eficientes, além da redução da mecanização, do uso de fertilizantes e da produção de animais. Para pré e pós-produção, eles sugerem não apenas a redução como também o uso de tecnologias mais eficientes para: refrigeração, processamento, transporte e fabricação de fertilizantes sintéticos. Sugerem ainda a troca por combustíveis limpos nesses processos, bem como a adoção de fogões com maior eficiência energética.

Ainda sobre mitigação das emissões de gases do efeito estufa, Snyder et al. (2009) sugerem a adoção do que eles chamam de melhores práticas de manejo (BMP, best management practices), com foco na diminuição da difusão do óxido nítrico. Essas recomendações incluem a utilização mais eficiente do nitrogênio por meio do uso de equipamento e da aplicação adequada, além da adoção das melhores tecnologias para a administração de nitrogênio e uso de inibidores e fontes de eficiência aprimorada. Não apenas mas também uma gestão de safra, com planejamento de sistema e avaliação – complementando-se, com maior investimento em pesquisa e desenvolvimento. Os autores alertam que

no contexto da crescente demanda global por alimentos, fibras e combustível, a estratégia apropriada para gerenciar as emissões de gases do efeito estufa deve envolver práticas de gestão de plantações ecologicamente intensivas que aumentem a eficiência do uso de nutrientes enquanto continuam a obter ganhos de produtividade. (Snyder et al., 2009, p. 263).

De uma forma ou de outra, como demonstram Scialabba & Müller-Lindenlauf (2010), sistemas de agricultura orgânicos conseguem não apenas reduzir as emissões de gases do efeito estufa como também melhorar a capacidade de sequestro de carbono dos solos. No entanto, as autoras admitem haver necessidade não somente de maiores investimentos na agricultura orgânica como também de mais pesquisa e desenvolvimento para que se possa ampliar para grande escala.

Outro modelo proposto é a chamada agricultura climaticamente inteligente, que busca modificar e reorientar os sistemas agrícolas para garantir a segurança alimentar no cenário das mudanças climáticas (Lipper et al., 2014). Diante da emergência do clima, esse modelo para a agricultura tem sido encampado pela FAO e foi apresentado na Conferência de Haia sobre Agricultura, Segurança Alimentar e Mudança Climática em 2010. A agricultura climaticamente inteligente baseia-se em três pilares:

1. aumentar de forma sustentável a produtividade e os rendimentos agrícolas;
2. adaptar e construir resiliência às mudanças climáticas;
3. reduzir e/ou remover as emissões de gases de efeito estufa, quando possível. (FAO, 2013, p. ix)

Ainda de acordo com a FAO (2013), a agricultura climaticamente inteligente não seria uma única tecnologia ou prática agrícola específica universalizante, mas deveria ser abordada mediante especificidades locais. Nessa abordagem, deve-se compreender as inter-relações entre segurança alimentar, desenvolvimento e mudança climática, procurando identificar sinergias e benefícios e reduzir trade-offs.

Alguns autores, contudo, entendem que a agricultura ecologicamente inteligente seria insuficiente para a mudança de paradigma necessária ao enfrentamento da emergência climática. Há uma compreensão de que seriam conceitos e práticas antagônicos que não são nem intercambiáveis nem passíveis de uma fácil coexistência, por representarem visões bem distintas de desenvolvimento e bem-estar. Seria uma visão em que os atores envolvidos na difusão da agricultura climaticamente inteligente estariam comprometidos com a defesa de um sistema ambientalmente insustentável – enquanto a agroecologia, por sua vez, procuraria reconstruir

“uma diversidade de sistemas alimentares descentralizados, justos e sustentáveis que aumentem a resiliência da comunidade e socioecológica às mudanças climáticas” (Pimbert, 2015, p. 296). Taylor (2018) alega inclusive que a abordagem da chamada agricultura climaticamente inteligente está dentro de uma visão de mundo que ignora variáveis políticas e sociais, por isso aposta ilusoriamente num jogo de ganha-ganha, inviável segundo os modelos agrários e agrícolas hegemônicos nos diversos países. Nesse sentido, o autor propõe para o seu lugar uma agricultura climaticamente sábia que traria essa visão mais holística.

A necessidade de uma produção orgânica e ambientalmente sustentável também é destacada por Baudron & Liégeois (2020) como estratégia para minimizar o risco de novas pandemias. Os autores, no entanto, ressaltam a dificuldade de implementação de políticas públicas que incentivem tal transformação. Nesse sentido, convém buscar casos concretos de transição agroecológica, como os apresentados por Hilmi (2012) em Andhra Pradesh, na Índia, e em Cuba. O modelo indiano de agricultura sustentável gerida pela comunidade é um processo em que 300 mil fazendeiros fizeram uma opção alternativa à revolução verde. Ali foi desenvolvida uma plataforma que combinava métodos cientificamente comprovados, conhecimentos autóctones e sabedoria tradicional. Já Cuba tinha 57% de sua demanda de alimentos atendida pelo exterior, com 30% de suas terras agriculturáveis dedicadas exclusivamente à cana-de-açúcar quando ocorreu o colapso soviético. O país não possuía soberania alimentar e era completamente dependente do comércio exterior, mas foi capaz de montar um sistema baseado em cooperativas de créditos e serviços e promoveu uma mudança radical na forma de abordar a agricultura com um papel fundamental da agroecologia nessa transição. O resultado foi “o maior crescimento percentual per capita na produção de alimentos em toda a América Latina e Caribe, com um crescimento anual de 4,2% de 1996 a 2005” (Hilmi, 2012, p. 38).

Importante ressaltar também que foi lançada em 2012, pelo governo brasileiro, a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), com a edição do decreto n. 7.794, de 20 de agosto de 2012, desenvolvida a partir do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo). Embora, em tese, busque construir estratégias para uma transição agroecológica com uma metodologia participativa, a política pouco tem avançado desde seu lançamento. É preciso apostar num novo paradigma na cadeia de alimentos não apenas para lidar com os desafios apresentados pelas enormes externalidades do uso de agrotóxicos, mas também para mitigar os efeitos da emergência climática e minimizar o risco de novas pandemias. Ignorar essas ameaças é apostar na fome, na doença e na morte.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos. 1 ago. 2019, atualizado em 8 ago. 2019a. Disponível em <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 30 set. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Gerência Geral de Toxicologia. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA. Relatório das Amostras Analisadas no Período 2017-2018. Primeiro Ciclo do Plano Plurianual 2017-2020. Brasília, DF: Anvisa, 2019b. Disponível em <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>>. Acesso em 31 jan. 2020.

- AHLBOM, J.; FREDRIKSSON, A.; ERIKSSON, P. Exposure to an organophosphate (DFP) during a defined period in neonatal life induces permanent changes in brain muscarinic receptors and behaviour in adult mice. *Brain Research*, v. 677, n. 1, p. 13-19, 1995.
- ALAVANJA, M. C.; BLAIR, A.; MASTERS, M. N. Cancer mortality in the U.S. flour industry. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, v. 82, n. 10, p. 840-848, 1990.
- ALAVANJA, M. C. et al. Use of agricultural pesticides and prostate cancer risk in the Agricultural Health Study cohort. *American Journal of Epidemiology*, v. 157, n. 9, p. 800-814, 2003.
- ALAVANJA, M. C. et al. Pesticides and lung cancer risk in the agricultural health study cohort. *American Journal of Epidemiology*, v. 160, n. 9, p. 876-885, 2004.
- ALBUQUERQUE, A. F. et al. Pesticides in Brazilian freshwaters: a critical review. *Environmental Science: Processes & Impacts*, v. 18, n. 7, p. 779-787, 2016. Disponível em: <<https://sci-hub.tw/10.1039/c6em00268d>>. Acesso em: 5 jan. 2020.
- ALDERTON, L. E. et al. Child and maternal household chemical exposure and the risk of acute leukemia in children with Down's syndrome: a report from the Children's Oncology Group. *American Journal of Epidemiology*, v. 164, n. 3, p. 212-221, 2006.
- ALEXANDER, F. E. et al. Transplacental chemical exposure and risk of infant leukemia with MLL gene fusion. *Cancer Research*, v. 61, n. 6, p. 2.542-2.546, 2001.
- ALGUACIL, J. et al. Risk of pancreatic cancer and occupational exposures in Spain. *Annals of Occupational Hygiene*, v. 44, n. 5, p. 391-403, 2000.
- ALMEIDA, C. A. Novo Marco Regulatório para a Avaliação Toxicológica de Agrotóxicos. 22 jul. 2019. Disponível em: <<http://antigo.anvisa.gov.br/documents/219201/4340788/Apresenta%C3%A7%C3%A3o+agrot%C3%B3xicos+Dicol/3e2ee4c0-0179-485b-a30b-27d9eaff696b?version=1.0>>. Acesso em: 30 jan. 2021.
- ALMEIDA, G. C. S. de; LAMOUNIER, W. M. Os alimentos transgênicos na agricultura brasileira: evolução e perspectivas. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 7, n. 3, p. 345-355, 2005.
- ANDREOTTI, G. et al. Agricultural pesticide use and pancreatic cancer risk in the Agricultural Health Study Cohort. *International Journal of Cancer*, v. 124, n. 10, p. 2.495-2.500, 2009.
- ANGER, W. K. et al. Neurobehavioral evaluation of soil and structural fumigators using methyl bromide and sulfurlyl fluoride. *Neurotoxicology*, v. 7, n. 3, p. 137-156, 1986.
- ANTOV, G.; AIANOVA, A. Effect of the pesticide, fundazol, on the myocardium of rats with experimental atherosclerosis. *Problemi na Khigienata*, v. 5, p. 58-67, 1980.
- ANWAY, M. D. et al. Epigenetic transgenerational actions of endocrine disruptors and male fertility. *Science*, v. 308, n. 5.727, p. 1.466-1.469, 2005.
- ARIFKHANOVA, S. I.; UBAÏDULLAEVA, K. M.; LIVERKO, I. V. Mucociliary transport in patients with chronic obstructive lung disease from the cotton-growing areas of Uzbekistan. *Problemy Tuberkuleza i Boleznei Legkikh*, n. 2, p. 29-31, 2007.
- ASCHERIO, A. et al. Pesticide exposure and risk for Parkinson's disease. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, v. 60, n. 2, p. 197-203, 2006.
- ASSAD, E. et al. Mudanças climáticas e agricultura: uma abordagem agroclimatológica. In: GUEDES, I. M. R. Mudanças climáticas globais e a produção de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Italo_Guedes/publication/235219654_Mudancas_Climaticas_Globais_e_a_Producao>

- de_Hortalicas/links/5c0146d692851c63cab10cc5/Mudancas-Climaticas-Globais-e-a-Producao-de-Hortalicas.pdf#page=13>. Acesso em: 11. ago. 2020.
- ASSIS, R. L. de; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 6, p. 67-80, 2002.
- BALDI, I. et al. Association between Parkinson's disease and exposure to pesticides in southwestern France. *Neuroepidemiology*, v. 22, n. 5, p. 305-310, 2003a.
- BALDI, I. et al. Neurodegenerative diseases and exposure to pesticides in the elderly. *American Journal of Epidemiology*, v. 157, n. 5, p. 409-414, 2003b.
- BAND, P. R. et al. Identification of occupational cancer risks in British Columbia: a population-based case-control study of 995 incident breast cancer cases by menopausal status, controlling for confounding factors. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 42, n. 3, p. 284-310, 2000.
- BAND, P. R. et al. Prostate cancer risk and exposure to pesticides in British Columbia farmers. *The Prostate*, v. 71, n. 2, p. 168-183, 2011.
- BARBEAU, A. et al. Ecogenetics of Parkinson's disease: prevalence and environmental aspects in rural areas. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, v. 14, n. 1, p. 36-41, 1987.
- BARCZYK, A.; SOZANSKA, E.; PIERZCHALA, W. The influence of occupational exposure to pesticides on the frequency of chronic obstructive pulmonary diseases. *Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland: 1960)*, v. 59, n. 9-10, p. 596-600, 2006.
- BARRIGOSI, J. A. F. Use of Pesticides. In: BARRIGOSI, J. A. F. *Technical Recommendations for Irrigated Rice in Mato Grosso do Sul*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Rice and Beans, 2010. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27878/1/doc-255.pdf>>. Acesso em 10 dez, 2018.
- BARLOW, B. K. et al. A fetal risk factor for Parkinson's disease. *Developmental Neuroscience*, v. 26, n. 1, p. 11-23, 2004.
- BARLOW, B. K. et al. Modulation of antioxidant defense systems by the environmental pesticide maneb in dopaminergic cells. *Neurotoxicology*, v. 26, n. 1, p. 63-75, 2005.
- BARTHEL, E. Increased risk of lung cancer in pesticide-exposed male agricultural workers. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, v. 8, n. 5-6, p. 1.027-1.040, 1981.
- BAUDRON, F.; LIÉGEOIS, F. Fixing our global agricultural system to prevent the next Covid-19. *Outlook on Agriculture*, 2020. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0030727020931122>>. Acesso em: 10 out. 2020.
- BAUMOL, W. J.; OATES, W. E. *The theory of environmental policy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- BEARD, J. et al. Health impacts of pesticide exposure in a cohort of outdoor workers. *Environmental Health Perspectives*, v. 111, n. 5, p. 724-730, 2003.
- BENACHOUR, N.; SÉRALINI, G. E. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chemical Research in Toxicology*, v. 22, n. 1, p. 97-105, 2009.
- BERGSTROM, R. et al. Increase in testicular cancer incidence in six European countries: a birth cohort phenomenon. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 88, n. 11, p. 727-733, 1996.
- BLAIR, A. et al. Lung cancer and other causes of death among licensed pesticide applicators. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 71, n. 1, p. 31-37, 1983.
- BOCCOLINI, P. M. et al. Pesticide use and non-Hodgkin's lymphoma mortality in Brazil. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 216, n. 4, p. 461-466, 2013a.

- BOCCOLINI, P. M. et al. Pesticide exposure and low birth weight prevalence in Brazil. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 216, n. 3, p. 290-294, 2013b.
- BONETTA, L. Pesticide-Parkinson link explored. *Nature Medicine*, v. 8 n. 10, p. 1.050, 2002. Disponível em: <<https://link.gale.com/apps/doc/A193464117/HRCA?u=anon~c5238397&sid=googleScholar&xid=3a4479e3>>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- BONNER, M. R. et al. Occupational exposure to terbufos and the incidence of cancer in the Agricultural Health Study. *Cancer Causes & Control*, v. 21, n. 6, p. 871-877, 2010.
- BONVICINI, F. et al. Exposure to pesticides and risk of amyotrophic lateral sclerosis: a population-based case-control study. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*, v. 46, p. 284-287, 2010.
- BONZINI, M.; COGGON, D.; PALMER, K. T. Risk of prematurity, low birthweight and pre-eclampsia in relation to working hours and physical activities: a systematic review. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 64, n. 4, p. 228-243, 2007. Disponível em: <<https://oem.bmj.com/content/64/4/228.short>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- BOX, S. A.; LEE, M. R. A systemic reaction following exposure to a pyrethroid insecticide. *Human & Experimental Toxicology*, v. 15, n. 5, p. 389-390, 1996.
- BRENDER, J. D. et al. Maternal pesticide exposure and neural tube defects in Mexican Americans. *Annals of Epidemiology*, v. 20, n. 1, p. 16-22, 2010.
- BRIMIJOIN, S.; KOENIGSBERGER, C. Cholinesterases in neural development: new findings and toxicologic implications. *Environmental Health Perspectives*, v. 107, suppl. 1, p. 59-64, 1999.
- BROPHY, J. T. et al. Occupational histories of cancer patients in a Canadian cancer treatment center and the generated hypothesis regarding breast cancer and farming. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, v. 8, n. 4, p. 346-353, 2002.
- BROWN, D. P. Mortality of workers employed at organochlorine pesticide manufacturing plants: an update. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 18 n. 3, p. 155-161, 1992.
- BROWN, L. M. et al. Pesticide exposures and other agricultural risk factors for leukemia among men in Iowa and Minnesota. *Cancer Research*, v. 50, n. 20, p. 6.585-6.591, 1990.
- BROWNSON, R. C.; ALAVANJA, M. C. R.; CHANG, J. C. Occupational risk factors for lung cancer among nonsmoking women: a case-control study in Missouri (United States). *Cancer Causes & Control*, v. 4, n. 5, p. 449-454, 1993.
- BRUCKER-DAVIS, F. et al. Cryptorchidism at birth in Nice area (France) is associated with higher prenatal exposure to PCBs and DDE, as assessed by colostrum concentrations. *Human Reproduction*, v. 23, n. 8, p. 1.708-1.718, 2008.
- BUCKLEY, J. D. et al. Occupational exposures of parents of children with acute nonlymphocytic leukemia: a report from the Childrens Cancer Study Group. *Cancer Research*, v. 49, n. 14, p. 4.030-4.037, 1989.
- BUCKLEY, J. D. et al. Epidemiological characteristics of childhood acute lymphocytic leukemia: analysis by immunophenotype – The Childrens Cancer Group. *Leukemia*, v. 8, n. 5, p. 856-864, 1994.
- BUCKLEY, J. D. et al. Pesticide exposures in children with non-Hodgkin lymphoma. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, v. 89, n. 11, p. 2.315-2.321, 2000.
- BUMROONGKIT, K. et al. TP53 gene mutations of lung cancer patients in upper northern Thailand and environmental risk factors. *Cancer Genetics and Cytogenetics*, v. 185, n. 1, p. 20-27, 2008.
- BUNIN, G. R. et al. Risk factors for astrocytic glioma and primitive neuroectodermal tumor of the brain in young children: a report from the Children's Cancer Group. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, v. 3, n. 3, p. 197-204, 1994.

- BURMEISTER, L. F. et al. Selected cancer mortality and farm practices in Iowa. *American Journal of Epidemiology*, v. 118, n. 1, p. 72-77, 1983.
- BURNS, C. J.; BEARD, K. K.; CARTMILL, J. B. Mortality in chemical workers potentially exposed to 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) 1945-94: an update. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 58, n. 1, p. 24-30, 2001.
- BUSTOS-OBREGÓN, E.; GOICOCHEA, R. I. Pesticide soil contamination mainly affects earthworm male reproductive parameters. *Asian Journal of Andrology*, v. 4, n. 3, p. 195-200, 2002.
- BUTTERFIELD, P. G. et al. Environmental antecedents of young-onset Parkinson's disease. *Neurology*, v. 43, n. 6, p. 1.150-8 1993.
- BUZIO, L. et al. Occupational risk factors for renal cell cancer: an Italian case-control study. *La Medicina del Lavoro*, v. 93, n. 4, p. 303-309, 2002.
- CABRERA, L.; COSTA, F. P.; PRIMEL, E. G. Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do estado do RS. *Química Nova*, v. 31, p. 1.982-1.986, 2008. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol31No8_1982_11-AR07457.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- CAI, Q. Y.; MO, C. H., WU, Q. T., KATSOYANNIS, A., ZENG, Q. Y. The status of soil contamination by semivolatile organic chemicals (SVOCs) in China: a review. *Science of the Total Environment*, v. 389, n. 2-3, p. 209-224, 2008.
- CANTOR, K. P. Farming and mortality from non-Hodgkin's lymphoma: a case-control study. *International Journal of Cancer*, v. 29, n. 3, p. 239-247, 1982.
- CANTOR, K. P. et al. Pesticides and other agricultural risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota. *Cancer Research*, v. 52, n. 9, p. 2.447-2.455, 1992.
- CANTOR, K. P.; SILBERMAN, W. Mortality among aerial pesticide applicators and flight instructors: follow-up from 1965-1988. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 36, n. 2, p. 239-247, 1999.
- CARNEIRO, F. F. et al. (Orgs.). Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: <http://www.abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2015.
- CAROZZA, S. E. et al. Risk of childhood cancers associated with residence in agriculturally intense areas in the United States. *Environmental Health Perspectives*, v. 116, n. 4, p. 559-565, 2008.
- CARSON, R. Primavera silenciosa. São Paulo: Melhoramentos, 1969.
- CAUDLE, W. M. et al. Perinatal heptachlor exposure increases expression of presynaptic dopaminergic markers in mouse striatum. *Neurotoxicology*, v. 26, n. 4, p. 721-728, 2005.
- CAVIERES, M. F. Pesticide exposure and reproductive and birth defects. Critical analysis of epidemiological and experimental evidence. In: *Revista medica de Chile*, v. 132, n. 7, p. 873-879, 2004.
- CERHAN, J. R. et al. Cancer mortality among Iowa farmers: recent results, time trends, and lifestyle factors (United States). *Cancer Causes & Control*, v. 9, n. 3, p. 311-319, 1998.
- CHAKRABORTY, S. et al. Chronic exposures to cholinesterase-inhibiting pesticides adversely affect respiratory health of agricultural workers in India. *Journal of Occupational Health*, v. 51, n. 6, p. 488-497, 2009.
- CHAMIE, K. et al. Agent Orange exposure, Vietnam War veterans, and the risk of prostate cancer. *Cancer*, v. 113, n. 9, p. 2.464-2.470, 2008.
- CHAN, D. K. et al. Genetic and environmental risk factors for Parkinson's disease in a Chinese population. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, v. 65, n. 5, p. 781-784, 1998.

- CHELINHO, S. et al. Integrated ecological risk assessment of pesticides in tropical ecosystems: a case study with carbofuran in Brazil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 31, n. 2, p. 437-445, 2012. Disponível em: <<https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/etc.738>>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- CHEVRIER, C. et al. Urinary biomarkers of prenatal atrazine exposure and adverse birth outcomes in the PELAGIE birth cohort. *Environmental Health Perspectives*, v. 119, n. 7, p. 1.034-1.041, 2011.
- CHIU, B. C. et al. Agricultural pesticide use and risk of t (14; 18)-defined subtypes of non-Hodgkin lymphoma. *Blood*, v. 108, n. 4, p. 1.363-1.369, 2006.
- CHOU, A. P. et al. Ziram causes dopaminergic cell damage by inhibiting E1 ligase of the proteasome. *Journal of Biological Chemistry*, v. 283, n. 50, p. 34.696-34.703, 2008.
- CHOW, W. H. et al. Rising incidence of renal cell cancer in the United States. *Jama*, v. 281, n. 17, p. 1.628-1.631, 1999.
- CHOY, S.; KIM, J. W. A case of amyotrophic lateral sclerosis in a worker treating pesticide wastes. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 23, n. 4, p. 480-487, 2011.
- CHRISMAN, J. R. et al. Pesticide sales and adult male cancer mortality in Brazil. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 212, n. 3, p. 310-321, 2009.
- CICCONE, G. et al. Myeloid leukemias and myelodysplastic syndromes: chemical exposure, histologic subtype and cytogenetics in a case-control study. *Cancer Genetics and Cytogenetics*, v. 68 n. 2, p. 135-139, 1993.
- CLAVEL, J. et al. Farming, pesticide use and hairy-cell leukemia. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 24, n. 4, p. 285-293, 1996.
- CLIMATE WATCH. Institute. Washington, D.C.: World Resources, 2021. Disponível em: <www.climatewatchdata.org>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- COCCO, P. et al. Long-term health effects of the occupational exposure to DDT: a preliminary report. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 837, p. 246-256, 1997.
- COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.
- COOPER, G. S. et al. Occupational risk factors for the development of systemic lupus erythematosus. *The Journal of Rheumatology*, v. 31, n. 10, p. 1.928-1.933, 2004.
- CORDIER, S. et al. Incidence and risk factors for childhood brain tumors in the Ile de France. *International Journal of Cancer*, v. 59, n. 6, p. 776-782, 1994.
- CORREA-VILLASEÑOR, A. et al. Total anomalous pulmonary venous return: familial and environmental factors. *Teratolgy*, v. 44, n. 4, p. 415-428, 1991.
- COSCOLLÀ, C.; YUSÀ, V. Pesticides and agricultural air quality. In: LA GUARDIA, M.; ARMENTA, S. *Comprehensive Analytical Chemistry*. Amsterdã: Elsevier, v. 73, p. 423-490, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166526X16300654>>. Acesso em: 7 jun. 2020.
- COSTELLO, S. et al. Parkinson's disease and residential exposure to maneb and paraquat from agricultural applications in the central valley of California. *American Journal of Epidemiology*, v. 169, n. 8, p. 919-926, 2009.
- CUNEO, A. et al. Morphologic, immunologic and cytogenetic studies in acute myeloid leukemia following occupational exposure to pesticides and organic solvents. *Leukemia Research*, v. 16, n. 8, p. 789-796, 1992.
- DANIELS, J. L. et al. Residential pesticide exposure and neuroblastoma. *Epidemiology*, v.12, n.1, p. 20-27, 2001.
- DANIELS, J. L.; OLSHAN, A. F.; SAVITZ, D. A. Pesticides and childhood cancers. *Environmental Health Perspectives*, v. 105, n. 10, p. 1.068-1.077, 1997.

- DANTAS, C. Projeto de lei quer mudar legislação dos agrotóxicos no Brasil: entenda. G1, 26 jun. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/projeto-de-lei-quer-mudar-legislacao-dos-agrotoxicos-no-brasil-entenda.ghtml>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- DAS, K.; NAG, C.; GHOSH, M. Familial, environmental, and occupational risk factors in development of amyotrophic lateral sclerosis. *North American Journal of Medical Sciences*, v. 4, n. 8, p. 350, 2012.
- DAVIS, J. R. et al. Family pesticide use and childhood brain cancer. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 24, n. 1, p. 87-92, 1993.
- DAVIS, K. L.; YESAVAGE, J. A.; BERGER, P. A. Single case study: possible organophosphate-induced parkinsonism. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, v. 166, n. 3, p. 222-225, 1978.
- DELZELL, E.; GRUFFERMAN, S. Mortality among white and nonwhite farmers in North Carolina, 1976–1978. *American Journal of Epidemiology*, v. 121, n. 3, p. 391-402, 1985.
- DEMERS, P. A. et al. A case-control study of multiple myeloma and occupation. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 23, n. 4, p. 629-639, 1993. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajim.4700230410>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- DENNIS, L. K. et al. Pesticide use and cutaneous melanoma in pesticide applicators in the agricultural health study. *Environmental health perspectives*, v. 118, n. 6, p. 812-817, 2010.
- DERBALAH, A. et al. Temporal trends in organophosphorus pesticides use and concentrations in river water in Japan, and risk assessment. *Journal of Environmental Sciences*, v. 79, p. 135-152, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074218324689>>. Acesso em: 1 fev. 2020.
- DE ROOS, A. J. et al. Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 60, n. 9, p. e11-e11, 2003.
- DICH, J.; WIKLUND, K. Prostate cancer in pesticide applicators in Swedish agriculture. *The Prostate*, v. 34, n. 2, p. 100-112, 1998.
- DICK, F. D. et al. Environmental risk factors for Parkinson's disease and parkinsonism: the Geoparkinson study. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 64, n. 10, p. 666-672, 2007.
- DOI, H. et al. Motor neuron disorder simulating ALS induced by chronic inhalation of pyrethroid insecticides. *Neurology*, v. 67, n. 10, p. 1.894-1.895, 2006.
- DOLAPSAKIS, G. et al. Mammographic findings and occupational exposure to pesticides currently in use on Crete. *European Journal of Cancer*, v. 37, n. 12, p. 1.531-1.536, 2001.
- DONNA, A. et al. Triazine herbicides and ovarian epithelial neoplasms. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 15, n. 1, p. 47-53, 1989.
- DORES, E. F. G. de C.; CALHEIROS, D. F. Contaminação por agrotóxicos na bacia do rio Miranda, Pantanal (MS). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 3, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7644>>. Acesso em: 17 jan. 2020.
- DORES, E. F. G. de C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas: vias de contaminação e dinâmica dos pesticidas no ambiente aquático. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, v. 9, 1999. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/39598/24349>>. Acesso em: 16 jan. 2020.
- DORES, E. F. G. de C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – análise preliminar. *Química Nova*, v. 24, n.1, p. 27-36, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 16 jan. 2020.

- DOSEMECI, M. et al. Farming and prostate cancer among African-Americans in the southeastern United States. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 86, n. 22, p. 1.718-1.719, 1994.
- DRAPER, A. et al. Occupational asthma from fungicides fluazinam and chlorothalonil. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 60, n. 1, p. 76-77, 2003.
- DUELL, E. J. et al. A population-based case-control study of farming and breast cancer in North Carolina. *Epidemiology*, v. 11, n. 5, p. 523-531, 2000.
- DUGAS, J. et al. Use of biocides and insect repellents and risk of hypospadias. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 67, n. 3, p. 196-200, 2010.
- DUNA, G. F. et al. Wegener's granulomatosis: role of environmental exposures. *Clinical and Experimental Rheumatology*, v. 16, n. 6, p. 669-674, 1998.
- DUTHEIL, F. et al. Interaction between ABCB1 and professional exposure to organochlorine insecticides in Parkinson disease. *Archives of Neurology*, v. 67, n. 6, p. 739-745, 2010.
- EFIRD, J. T. et al. Farm-related exposures and childhood brain tumours in seven countries: results from the SEARCH International Brain Tumour Study. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, v. 17, n. 2, p. 201-211, 2003.
- ELBAZ, A. et al. Professional exposure to pesticides and Parkinson disease. *Annals of Neurology*, v. 66, n. 4, p. 494-504, 2009.
- ENOCH, R. R. et al. Mammary gland development as a sensitive end point after acute prenatal exposure to an atrazine metabolite mixture in female Long-Evans rats. *Environmental Health Perspectives*, v. 115, n. 4, p. 541-547, 2007.
- ERIKSSON, M. et al. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *International Journal of Cancer*, v. 123, n. 7, p. 1.657-1.663, 2008.
- ERIKSSON, M.; KARLSSON, M. Occupational and other environmental factors and multiple myeloma: a population based case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 49, n. 2, p. 95-103, 1992.
- EVERETT, C. J.; MATHESON, E. M. Biomarkers of pesticide exposure and diabetes in the 1999-2004 national health and nutrition examination survey. *Environment International*, v. 36, n. 4, p. 398-401, 2010.
- FALL, P. A. et al. Nutritional and occupational factors influencing the risk of Parkinson's disease: a case-control study in southeastern Sweden. *Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society*, v. 14, n. 1, p. 28-37, 1999.
- FANTKE, P.; FRIEDRICH, R.; JOLLIET, O. Health impact and damage cost assessment of pesticides in Europe. *Environment International*, v. 49, p. 9-17, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412012001754>>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- FARIA, N. M. X. et al. Pesticides and respiratory symptoms among farmers. *Revista de Saúde Pública*, v. 39, p. 973-981, 2005.
- FEAR, N. T. et al. Childhood cancer and paternal employment in agriculture: the role of pesticides. *British Journal of Cancer*, v. 77, n. 5, p. 825-829, 1998.
- FEI, X.; CHUNG, H.; TAYLOR, H. S. Methoxychlor disrupts uterine Hoxa10 gene expression. *Endocrinology*, v. 146, n. 8, p. 3.445-3.451, 2005.
- FERRAZ, H. B. et al. Chronic exposure to the fungicide maneb may produce symptoms and signs of CNS manganese intoxication. *Neurology*, v. 38, n. 4, p. 550-550, 1988.
- FEYCHTING, M. et al. Paternal occupational exposures and childhood cancer. *Environmental Health Perspectives*, v. 109, n. 2, p. 193-196, 2001.

- FIEDLER, N. et al. Long-term use of organophosphates and neuropsychological performance. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 32, n. 5, p. 487-496, 1997.
- FIGA-TALAMANCA, I. et al. Cancer mortality in a cohort of rural licensed pesticide users in the province of Rome. *International Journal of Epidemiology*, v. 22, n. 4, p. 579-583, 1993.
- FIGA-TALAMANCA, I.; MEARELLI, I.; VALENTE, P. Mortality in a cohort of pesticide applicators in an urban setting. *International Journal of Epidemiology*, v. 22, n. 4, p. 674-676, 1993.
- FIRESTONE, J. A. et al. Pesticides and risk of Parkinson disease: a population-based case-control study. *Archives of Neurology*, v. 62, n. 1, p. 91-95, 2005.
- FLEMING, L. et al. Parkinson's disease and brain levels of organochlorine pesticides. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, v. 36, n. 1, p. 100-103, 1994.
- FLEMING, L. et al. Cancer incidence in a cohort of licensed pesticide applicators in Florida. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 41, n. 4, p. 279-288, 1999.
- FLOWER, K. B. et al. Cancer risk and parental pesticide application in children of Agricultural Health Study participants. *Environmental Health Perspectives*, v. 112, n. 5, p. 631-635, 2004.
- FOKINA, K. V.; BEZUGLYĬ, V. P. Role of chlora and organophosphate pesticide complexes in the etiology of cerebral atherosclerosis. *Vrachebnoe Delo*, n. 4, p. 19, 1978.
- FONG, C. S. et al. Pesticide exposure on southwestern Taiwanese with MnSOD and NQO1 polymorphisms is associated with increased risk of Parkinson's disease. *Clinica Chimica Acta*, v. 378, n. 1-2, p. 136-141, 2007.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Climate-smart agriculture: sourcebook*. Roma: FAO, 2013. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i3325e/i3325e.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2021.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics – FAOSTAT*. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 30 mar. 2021.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO); INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT (IFAD); UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF); UNITED NATIONS WORLD FOOD PROGRAMME (WFP); WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *The state of food security and nutrition in the world 2020: transforming food systems for affordable healthy diets*. Roma: FAO, 2020.
- FORASTIERE, F. et al. Cancer among farmers in central Italy. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 19, n. 6, p. 382-389, 1993.
- FORMAN, D.; MØLLER, H. Testicular cancer. *Cancer Surveys*, v. 19, p. 323-341, 1994.
- FORTES, C. et al. The association between residential pesticide use and cutaneous melanoma. *European Journal of Cancer*, v. 43, n. 6, p. 1.066-1.075, 2007.
- FRAZIER, L. M. Reproductive disorders associated with pesticide exposure. *Journal of Agromedicine*, v. 12, n. 1, p. 27-37, 2007.
- FREEDMAN, B. J. Sulphur dioxide in foods and beverages: its use as a preservative and its effect on asthma. *British Journal of Diseases of the Chest*, v. 74, p. 128-134, 1980.
- FREEDMAN, M. Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 58, n. 9, p. 609-610, 2001.

- FREEMAN, L. E. B. et al. Cancer incidence among male pesticide applicators in the Agricultural Health Study cohort exposed to diazinon. *American Journal of Epidemiology*, v. 162, n. 11, p. 1.070-1.079, 2005.
- FREIRE, C.; KOIFMAN, S. Pesticide exposure and Parkinson's disease: epidemiological evidence of association. *Neurotoxicology*, v. 33, n. 5, p. 947-971, 2012.
- FRIGERIO, R. et al. Chemical exposures and Parkinson's disease: a population-based case-control study. *Movement Disorders*, v. 21, n. 10, p. 1.688-1.692, 2006.
- FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BAL, V. E. *Productivity growth in agriculture: an international perspective*. Oxfordshire: CABI, 2012.
- GARABRANT, D. H. et al. DDT and related compounds and risk of pancreatic cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 84, n. 10, p. 764-771, 1992.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, J. et al. Exposure to pesticides and cryptorchidism: geographical evidence of a possible association. *Environmental Health Perspectives*, v. 104, n. 10, p. 1.090-1.095, 1996.
- GARRY, V. F. et al. Pesticide applicators, biocides, and birth defects in rural Minnesota. *Environmental Health Perspectives*, v. 104, n. 4, p. 394-399, 1996.
- GATTO, N. M. et al. Well-water consumption and Parkinson's disease in rural California. *Environmental Health Perspectives*, v. 117, n. 12, p. 1.912-1.918, 2009.
- GIBBS, K. E.; MACKEY, R. L.; CURRIE, D. J. Human land use, agriculture, pesticides and losses of imperiled species. *Diversity and Distributions*, v. 15, n. 2, p. 242-253, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1472-4642.2008.00543.x>>. Acesso em: 1 fev. 2020.
- GIL, Y.; SINFORT, C. Emission of pesticides to the air during sprayer application: a bibliographic review. *Atmospheric Environment*, v. 39, n. 28, p. 5.183-5.193, 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231005004644>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- GIORDANO, F. et al. Mortality in a cohort of pesticide applicators in an urban setting: sixty years of follow-up. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, v. 19, n. 4 (suppl.), p. 61-65, 2006.
- GERBER, P. J. et al. *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2021.
- GOLD, E. et al. Risk factors for brain tumors in children. *American Journal of Epidemiology*, v. 109, n. 3, p. 309-319, 1979.
- GOLD, L. S. et al. Systemic autoimmune disease mortality and occupational exposures. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology*, v. 56, n. 10, p. 3.189-3.201, 2007.
- GONÇALVES, L. R. C.; GONÇALVES, E.; OLIVEIRA JÚNIOR, L. B. de. Determinantes espaciais e socioeconômicos do suicídio no Brasil: uma abordagem regional. *Nova Economia*, v. 21, n. 2, p. 281-316, 2011.
- GORDON, J. E.; SHY, C. M. Agricultural chemical use and congenital cleft lip and/or palate. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, v. 36, n. 5, p. 213-221, 1981.
- GORELL, J. M. et al. The risk of Parkinson's disease with exposure to pesticides, farming, well water, and rural living. *Neurology*, v. 50, n. 5, p. 1.346-1.350, 1998.
- GORNALL, J. et al. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 365, n. 1.554, p. 2.973-2.989, 2010.

- GRAY, L. E. et al. Environmental antiandrogens: low doses of the fungicide vinclozolin alter sexual differentiation of the male rat. *Toxicology and Industrial Health*, v. 15, n. 1-2, p. 48-64, 1999.
- GREENLEE, A. R.; ELLIS, T. M.; BERG, R. L. Low-dose agrochemicals and lawn-care pesticides induce developmental toxicity in murine preimplantation embryos. *Environmental Health Perspectives*, v. 112, n. 6, p. 703-709, 2004.
- GRIMALT, J. O. et al. Risk excess of soft-tissue sarcoma and thyroid cancer in a community exposed to airborne organochlorinated compound mixtures with a high hexachlorobenzene content. *International Journal of Cancer*, v. 56, n. 2, p. 200-203, 1994.
- GRÜTZMACHER, D. D. et al. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 632-637, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n6/v12n06a10.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2020.
- GUILLETTE, E. A. et al. An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. *Environmental Health Perspectives*, v. 106, n. 6, p. 347-353, 1998.
- HANCOCK, D. B. et al. Pesticide exposure and risk of Parkinson's disease: a family-based case-control study. *BMC Neurology*, v. 8, n. 1, p. 6, 2008.
- HANSEN, E. S.; HASLE, H.; LANDER, F. A cohort study on cancer incidence among Danish gardeners. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 21, n. 5, p. 651-660, 1992.
- HARDELL, L.; ERIKSSON, M. A case-control study of non-Hodgkin lymphoma and exposure to pesticides. *Cancer*, v. 85, n. 6, p. 1.353-1.360, 1999.
- HARDELL, L.; ERIKSSON, M.; NORDSTRÖM, M. Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leukemia & Lymphoma*, v. 43, n. 5, p. 1.043-1.049, 2002.
- HAYDEN, K. M. et al. Occupational exposure to pesticides increases the risk of incident AD: the Cache County study. *Neurology*, v. 74, n. 19, p. 1.524-1.530, 2010.
- HE, J. et al. Comparative analysis of freshwater species sensitivity distributions and ecotoxicity for priority pesticides: implications for water quality criteria. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 176, p. 119-124, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651319303598>>. Acesso em: 1 fev. 2020.
- HEINEMAN, E. F. et al. Occupational risk factors for brain tumors among women in Shanghai, China. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 37, n. 3, p. 288-293, 1995.
- HERNÁNDEZ, A. F.; PARRÓN, T.; ALARCÓN, R. Pesticides and asthma. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, v. 11, n. 2, p. 90-96, 2011.
- HERTZMAN, C. et al. A case-control study of Parkinson's disease in a horticultural region of British Columbia. *Movement Disorders*, v. 9, n. 1, p. 69-75, 1994.
- HILMI, A. Transição na cultura agrícola: uma lógica distinta. Oslo: The More and Better Network, 2012. Disponível em: <http://ag-transition.org/pdf/Transicao-na-cultura-agricola_pt.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2014.
- HOAR, S. K. et al. Agricultural herbicide use and risk of lymphoma and soft-tissue sarcoma. *Jama*, v. 256, n. 9, p. 1.141-1.147, 1986.
- HOLLY, E. A. et al. Ewing's bone sarcoma, paternal occupational exposure, and other factors. *American Journal of Epidemiology*, v. 135, n. 2, p. 122-129, 1992.
- HOLLY, E. A. et al. Farm and animal exposures and pediatric brain tumors: results from the United States West Coast Childhood Brain Tumor Study. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, v. 7, n. 9, p. 797-802, 1998.

- HONDA, I. et al. Occupational asthma induced by the fungicide tetrachloroisophthalonitrile. *Thorax*, v. 47, n. 9, p. 760-761, 1992.
- HOPPIN, J. A. et al. Occupational chlorophenol exposure and soft tissue sarcoma risk among men aged 30-60 years. *American Journal of Epidemiology*, v. 148, n. 7, p. 693-703, 1998.
- HOPPIN, J. A. et al. Chemical predictors of wheeze among farmer pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 165, n. 5, p. 683-689, 2002.
- HOPPIN, J. A. et al. Pesticide use and chronic bronchitis among farmers in the Agricultural Health Study. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 50, n. 12, p. 969-979, 2007.
- HOPPIN, J. A. et al. Pesticides and atopic and nonatopic asthma among farm women in the Agricultural Health Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 177, n. 1, p. 11-18, 2008.
- HOU, L. et al. Pendimethalin exposure and cancer incidence among pesticide applicators. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, v. 17, n. 3, p. 302, 2006.
- HØYER, A. P. et al. Organochlorine exposure and risk of breast cancer. *The Lancet*, v. 352, n. 9.143, p. 1.816-1.820, 1998.
- HU, J.; MAO, Y.; WHITE, K. Renal cell carcinoma and occupational exposure to chemicals in Canada. *Occupational Medicine*, v. 52, n. 3, p. 157-164, 2002.
- HUBBLE, J. P. et al. Risk factors for Parkinson's disease. *Neurology*, v. 43, n. 9, p. 1.693-7, 1993.
- HUBBLE, J. P. et al. Gene-toxin interaction as a putative risk factor for Parkinson's disease with dementia. *Neuroepidemiology*, v. 17, n. 2, p. 96-104, 1998.
- IMFELD, G.; VUILLEUMIER, S. Measuring the effects of pesticides on bacterial communities in soil: a critical review. *European Journal of Soil Biology*, v. 49, p. 22-30, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 1 fev. 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Agrícola Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 1 abr. 2021b.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Nota técnica n. 2/2018/DIQUA. 2018. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias/noticias2018/SEI_02000.000406_2016_93.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Relatórios de comercialização de agrotóxicos. Última atualização em 7 out. 2020. Disponível em: <<http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 3 dez. 2020.
- INFANTE-RIVARD, C. et al. Risk of childhood leukemia associated with exposure to pesticides and with gene polymorphisms. *Epidemiology*, v. 10, n. 5, p. 481-487, 1999.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate change and land: IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. 2019. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/srccl/>>. Acesso em: 9 set. 2021.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/srccl/>>. Acesso em: 6 out. 2021.
- JACOME, G. P. O et al. Environmental exposure and breast cancer among young women in Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, v. 73, n. 13-14, p. 858-865, 2010.

- JAMAL, G. A. Neurological syndromes of organophosphorus compounds. *Adverse Drug Reactions and Toxicological Reviews*, v. 16, n. 3, p. 133-170, 1997.
- JANSSON, C. et al. Airborne occupational exposures and risk of oesophageal and cardia adenocarcinoma. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 63, n. 2, p. 107-112, 2006.
- JL, B. T. et al. Occupational exposure to pesticides and pancreatic cancer. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 39, n. 1, p. 92-99, 2001.
- JIA, Z.; MISRA, H. P. Developmental exposure to pesticides zineb and/or endosulfan renders the nigrostriatal dopamine system more susceptible to these environmental chemicals later in life. *Neurotoxicology*, v. 28, n. 4, p. 727-735, 2007.
- JOHNSON, F. O.; ATCHISON, W. D. The role of environmental mercury, lead and pesticide exposure in development of amyotrophic lateral sclerosis. *Neurotoxicology*, v. 30, n. 5, p. 761-765, 2009.
- JONES, N. Risk of dementia and Alzheimer disease increases with occupational pesticide exposure. *Nature Reviews Neurology*, v. 6, n. 7, p. 353, 2010.
- JOSHI, S. C.; BANSAL, B.; JASUJA, N. D. Evaluation of reproductive and developmental toxicity of cypermethrin in male albino rats. *Toxicological & Environmental Chemistry*, v. 93, n. 3, p. 593-602, 2011.
- KAMEL, F. et al. Pesticide exposure and self-reported Parkinson's disease in the Agricultural Health Study. *American Journal of Epidemiology*, v. 165, n. 4, p. 364-374, 2007.
- KAMEL, F. et al. Pesticide exposure and amyotrophic lateral sclerosis. *Neurotoxicology*, v. 33, n. 3, p. 457-462, 2012.
- KANAVOURAS, K. et al. A case report of motor neuron disease in a patient showing significant level of DDTs, HCHs and organophosphate metabolites in hair as well as levels of hexane and toluene in blood. *Toxicology and Applied Pharmacology*, v. 256, n. 3, p. 399-404, 2011.
- KANG, D. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to trifluralin in the Agricultural Health Study. *Environmental Research*, v. 107, n. 2, p. 271-276, 2008.
- KARAMI, S. et al. Renal cell carcinoma, occupational pesticide exposure and modification by glutathione S-transferase polymorphisms. *Carcinogenesis*, v. 29, n. 8, p. 1.567-1.571, 2008.
- KASTNER, T. et al. Global changes in diets and the consequences for land requirements for food. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, p. 6.868-6.872, 2012.
- KAUPPINEN, T. et al. Pancreatic cancer and occupational exposures. *Epidemiology*, v. 6, n. 5, p. 498-502, 1995.
- KAUR, R. P. et al. Potential pathways of pesticide action on erectile function: a contributory factor in male infertility. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, v. 4, n. 4, p. 322-330, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2305050015000305>>. Acesso em: 1 fev. 2020.
- KAVITHA, V. et al. Impact of pesticide monocrotophos on microbial populations and histology of intestine in the Indian earthworm *Lampito mauritii* (Kinberg). *Microbial Pathogenesis*, v. 139, p. 103893, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0882401019319229>>. Acesso em: 11 fev. 2020.
- KAYSER, K. et al. Diffuse pulmonary hemosiderosis after exposure to pesticides. *Respiration*, v. 65, n. 3, p. 214-218, 1998.
- KEESING, F. et al. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, v. 468, n. 7.324, p. 647-652, 2010.
- KEIFER, M. C.; MAHURIN, R. K. Chronic neurologic effects of pesticide overexposure. *Occupational Medicine (Philadelphia, Pa.)*, v. 12, n. 2, p. 291-304, 1997.

- KELLER-BYRNE, J. E.; KHUDER, S. A.; SCHAUB, E. A. Meta-analyses of prostate cancer and farming. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 31, n. 5, p. 580-586, 1997.
- KETTLES, M. K. et al. Triazine herbicide exposure and breast cancer incidence: an ecologic study of Kentucky counties. *Environmental Health Perspectives*, v. 105, n. 11, p. 1.222-1.227, 1997.
- KHETAN, A. K. Covid-19: why declining biodiversity puts us at greater risk for emerging infectious diseases, and what we can do. *Journal of General Internal Medicine*, v. 35, n. 9, p. 2.746-2.747, 2020.
- KHUDER, S. A.; MUTGI, A. B. Meta-analyses of multiple myeloma and farming. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 32, n. 5, p. 510-516, 1997. Disponível em: <[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199711\)32:5%3C510::AID-AJIM11%3E3.0.CO;2-5](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1097-0274(199711)32:5%3C510::AID-AJIM11%3E3.0.CO;2-5)>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- KHUDER, S. A.; SCHAUB, E. A.; KELLER-BYRNE, J. E. Meta-analyses of non-Hodgkin's lymphoma and farming. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 24, n. 4, p. 255-261, 1998.
- KISHIMBA, M. A.; MIHALE, M. J. Levels of pesticide residues and metabolites in soil at Vikuge farm, Kibaha district, Tanzania: a classic case of soil contamination by obsolete pesticides. *Tanzania Journal of Science*, v. 30, p. 77-86, 2004.
- KOLLER, W. et al. Environmental risk factors in Parkinson's disease. *Neurology*, v. 40, n. 8, p. 1.218-21 1990.
- KOLMODIN-HEDMAN, B.; SWENSSON, Å.; AKERBLÖM, M. Occupational exposure to some synthetic pyrethroids (permethrin and fenvalerate). *Archives of Toxicology*, v. 50, n. 1, p. 27-33, 1982.
- KOGEVINAS, M. et al. Soft tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma in workers exposed to phenoxy herbicides, chlorophenols, and dioxins: two nested case-control studies. *Epidemiology*, v. 6, n. 4, p. 396-402, 1995.
- KOGEVINAS, M. et al. Cancer mortality in workers exposed to phenoxy herbicides, chlorophenols, and dioxins an expanded and updated international cohort study. *American Journal of Epidemiology*, v. 145, n. 12, p. 1.061-1.075, 1997.
- KOSSMANN, S.; KONIECZNY, B.; HOFFMANN, A. The role of respiratory muscles in the impairment of the respiratory system function in the workers of a chemical plant division producing pesticides. *Przegląd Lekarski*, v. 54, n. 10, p. 702-706, 1997.
- KOUTROS, S. et al. Heterocyclic aromatic amine pesticide use and human cancer risk: results from the US Agricultural Health Study. *International Journal of Cancer*, v. 124, n. 5, p. 1.206-1.212, 2009.
- KOUZNETSOVA, M. et al. Increased rate of hospitalization for diabetes and residential proximity of hazardous waste sites. *Environmental Health Perspectives*, v. 115, n. 1, p. 75-79, 2007.
- KRICKER, A. et al. Women and the environment: a study of congenital limb anomalies. *Community Health Studies*, v. 10, n. 1, p. 1-11, 1986.
- KRIEF, S. et al. Agricultural expansion as risk to endangered wildlife: pesticide exposure in wild chimpanzees and baboons displaying facial dysplasia. *Science of the Total Environment*, v. 598, p. 647-656, 2017. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971730949X>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- KRISTENSEN, P. et al. Cancer in offspring of parents engaged in agricultural activities in Norway: incidence and risk factors in the farm environment. *International Journal of Cancer*, v. 65, n. 1, p. 39-50, 1996a.
- KRISTENSEN, P. et al. Incidence and risk factors of cancer among men and women in Norwegian agriculture. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 22, n. 1, p. 14-26, 1996b. Disponível em: <https://www.sjweh.fi/download.php?abstract_id=104&file_nro=1>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- KRISTENSEN, P. et al. Birth defects among offspring of Norwegian farmers, 1967-1991. *Epidemiology*, v. 8, n. 5, p. 537-544, 1997.

- KROSS, B. C. et al. Proportionate mortality study of golf course superintendents. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 29, n. 5, p. 501-506, 1996.
- LAFIURA, K. M. et al. Association between prenatal pesticide exposures and the generation of leukemia-associated T (8; 21). *Pediatric Blood & Cancer*, v. 49, n. 5, p. 624-628, 2007.
- LANDGREN, O. et al. Pesticide exposure and risk of monoclonal gammopathy of undetermined significance in the Agricultural Health Study. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, v. 113, n. 25, p. 6.386-6.391, 2009.
- LAVAL, G.; TUYNS, A. J. Environmental factors in childhood leukaemia. *British Journal of Industrial medicine*, v. 45, n. 12, p. 843, 1988.
- LEACH, A. W.; MUMFORD, J. D. Pesticide environmental accounting: a method for assessing the external costs of individual pesticide applications. *Environmental Pollution*, v. 151, n. 1, p. 139-147, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749107001492>>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- LEACH, A. W.; MUMFORD, J. D. Pesticide environmental accounting: a decision-making tool estimating external costs of pesticides. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, v. 6, n. 1, p. 21-26, 2011. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/146459735.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- LEE, D. H. et al. Low dose of some persistent organic pollutants predicts type 2 diabetes: a nested case-control study. *Environmental Health Perspectives*, v. 118, n. 9, p. 1.235-1.242, 2010.
- LEE, W. J. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to alachlor in the Agricultural Health Study. *American Journal of Epidemiology*, v. 159, n. 4, p. 373-380, 2004a.
- LEE, W. J. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the Agricultural Health Study. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 96, n. 23, p. 1.781-1.789, 2004b.
- LEE, W. J. et al. Agricultural pesticide use and risk of glioma in Nebraska, United States. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 62, n. 11, p. 786-792, 2005.
- LEE, W. J. et al. Pesticide use and colorectal cancer risk in the Agricultural Health Study. *International Journal of Cancer*, v. 121, n. 2, p. 339-346, 2007.
- LEET, T. et al. Cancer incidence among alachlor manufacturing workers. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 30, n. 3, p. 300-306, 1996.
- LEISS, J. K.; SAVITZ, D. A. Home pesticide use and childhood cancer: a case-control study. *American Journal of Public Health*, v. 85, n. 2, p. 249-252, 1995.
- LESSENGER, J. E. Five office workers inadvertently exposed to cypermethrin. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, v. 35, n. 4, p. 261-267, 1992.
- LEVAN, T. D. et al. Vapor, dust, and smoke exposure in relation to adult-onset asthma and chronic respiratory symptoms: the Singapore Chinese Health Study. *American Journal of Epidemiology*, v. 163, n. 12, p. 1.118-1.128, 2006.
- LEWIN, R. Parkinson's disease: an environmental cause? *Science*, v. 229, p. 257-259, 1985.
- LIAO, J. Y. et al. Distribution of residual agricultural pesticides and their impact assessment on the survival of an endangered species. *Journal of Hazardous Materials*, v. 389, p. 121871, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389419318254>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- LILJEGREN, G. et al. Case-control study on breast cancer and adipose tissue concentrations of congener specific polychlorinated biphenyls, DDE and hexachlorobenzene. *European Journal of Cancer 1prevention: The Official Journal of the European Cancer Prevention Organisation (ECP)*, v. 7, n. 2, p. 135-140, 1998.

- LIN, S.; MARSHALL, E. G.; DAVIDSON, G. K. Potential parental exposure to pesticides and limb reduction defects. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 20, n. 3, p. 166-179, 1994.
- LINGS, S. Pesticide lung: a pilot investigation of fruit-growers and farmers during the spraying season. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 39, n. 4, p. 370-376, 1982.
- LIPPER, L. et al. Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, v. 4, n. 12, p. 1.068-1.072, 2014.
- LITTORIN, M. et al. Mortality and tumour morbidity among Swedish market gardeners and orchardists. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, v. 65, n. 3, p. 163-169, 1993.
- LIU, Y.; LONAPPAN, L.; BRAR, S. K.; YANG, S. Impact of biochar amendment in agricultural soils on the sorption, desorption, and degradation of pesticides: a review. *Science of the total environment*, v. 645, p. 60-70, 2018.
- LO, A. C. et al. Lifestyle, occupational, and reproductive factors and risk of colorectal cancer. *Diseases of the Colon and Rectum*, v. 53, n. 5, p. 830, 2010.
- LOPE, V. et al. Occupation, exposure to chemicals, sensitizing agents, and risk of multiple myeloma in Sweden. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, v. 17, n. 11, p. 3.123-3.127, 2008.
- LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde em Debate*, v. 42, p. 518-534, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042018000200518&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 jul. 2019.
- LOUREIRO, S.; SOARES, A. M. V. M.; NOGUEIRA, A. J. A. Terrestrial avoidance behaviour tests as screening tool to assess soil contamination. *Environmental Pollution*, v. 138, n. 1, p. 121-131, 2005.
- LOWENGART, R. A. et al. Childhood leukemia and parents' occupational and home exposures. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 79, n. 1, p. 39-46, 1987.
- LYNCH, S. M. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to butylate in the Agricultural Health Study (AHS). *Environmental Research*, v. 109, n. 7, p. 860-868, 2009.
- LYNGE, E. Cancer in phenoxy herbicide manufacturing workers in Denmark, 1947-87: an update. *Cancer Causes & Control*, v. 4, n. 3, p. 261-272, 1993.
- MA, X. et al. Critical windows of exposure to household pesticides and risk of childhood leukemia. *Environmental Health Perspectives*, v. 110, n. 9, p. 955-960, 2002.
- MA, Z. A.; ZHAO, Z.; TURK, J. Mitochondrial dysfunction and β -cell failure in type 2 diabetes mellitus. *Experimental Diabetes Research*, v. 2.012, p. 72-82, 2011.
- MACHADO, C. S. et al. Chemical contamination of water and sediments in the Pardo River, São Paulo, Brazil. *Procedia Engineering*, v. 162, p. 230-237, 2016.
- MacLENNAN, P. A. et al. Cancer incidence among triazine herbicide manufacturing workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 44, n. 11, p. 1.048-1.058, 2002.
- MAGNANI, C. et al. Risk factors for soft tissue sarcomas in childhood: a case-control study. *Tumori Journal*, v. 75, n. 4, p. 396-400, 1989.
- MAGNANI, C. et al. Parental occupation and other environmental factors in the etiology of leukemias and non-Hodgkin's lymphomas in childhood: a case-control study. *Tumori Journal*, v. 76, n. 5, p. 413-419, 1990.
- MAHAJAN, R. et al. Fonofos exposure and cancer incidence in the agricultural health study. *Environmental Health Perspectives*, v. 114, n. 12, p. 1.838-1.842, 2006.
- MAHAJAN, R. et al. Carbaryl exposure and incident cancer in the Agricultural Health Study. *International Journal of Cancer*, v. 121, n. 8, p. 1.799-1.805, 2007.

- MANNETJE, A. et al. High risk occupations for non-Hodgkin's lymphoma in New Zealand: case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 65, n. 5, p. 354-363, 2008.
- MANTHRIPRAGADA, A. D. et al. Paraoxonase 1 (PON1), agricultural organophosphate exposure, and Parkinson disease. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, v. 21, n. 1, p. 87-94, 2010.
- MAPBIOMAS. Coleção 6.0 (1985-2020). SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima), 2021. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/estatisticas>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- MARX, K. O Capital: livro 1, o processo de produção do capital. São Paulo: Boitempo, 2013.
- McDONALD, A. D. et al. Congenital defects and work in pregnancy. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 45, n. 9, p. 581-588, 1988.
- McDUFFIE, H. H. Women at work: agriculture and pesticides. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, v. 36, n. 11, p. 1.240-1.246, 1994.
- McDUFFIE, H. H. et al. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, v. 10, n. 11, p. 1.155-1.163, 2001.
- MCGUIRE, Valerie et al. Occupational exposures and amyotrophic lateral sclerosis. A population-based case-control study. *American journal of epidemiology*, v. 145, n. 12, p. 1076-1088, 1997.
- MEEKER, J. D. et al. Exposure to nonpersistent insecticides and male reproductive hormones. *Epidemiology*, v. 17, n. 1, p. 61-68, 2006.
- MEINERT, R. et al. Childhood leukaemia and exposure to pesticides: results of a case-control study in northern Germany. *European Journal of Cancer*, v. 32, n. 11, p. 1.943-1.948, 1996.
- MEINERT, R. et al. Leukemia and non-Hodgkin's lymphoma in childhood and exposure to pesticides: results of a register-based case-control study in Germany. *American Journal of Epidemiology*, v. 151, n. 7, p. 639-646, 2000.
- MELLEMGAARD, A. et al. Occupational risk factors for renal-cell carcinoma in Denmark. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 20, n. 3, p. 160-165, 1994.
- MELO, L. Brasil usa 500 mil toneladas de agrotóxicos por ano, mas quantidade pode ser reduzida, dizem especialistas. Portal G1, 27 maio 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/05/27/brasil-usa-500-mil-toneladas-de-agrotoxicos-por-ano-mas-quantidade-pode-ser-reduzida-dizem-especialistas.ghtml>>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- MENEGAUX, F. et al. Household exposure to pesticides and risk of childhood acute leukaemia. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 63, n. 2, p. 131-134, 2006.
- MENEGON, A. et al. Parkinson's disease, pesticides, and glutathione transferase polymorphisms. *The Lancet*, v. 352, n. 9.137, p. 1.344-1.346, 1998.
- MERHI, M. et al. Occupational exposure to pesticides and risk of hematopoietic cancers: meta-analysis of case-control studies. *Cancer Causes & Control*, v. 18, n. 10, p. 1.209-1.226, 2007.
- MERLETTI, F. et al. Occupational factors and risk of adult bone sarcomas: a multicentric case-control study in Europe. *International Journal of Cancer*, v. 118, n. 3, p. 721-727, 2006.
- MEYER, T. E. et al. A case-control study of farming and prostate cancer in African-American and Caucasian men. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 64, n. 3, p. 155-160, 2007.
- MEYER, T. N.; RESENDE, I. L. C.; ABREU, J. C. de. Incidência de suicídios e uso de agrotóxicos por trabalhadores rurais em Luz (MG), Brasil. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 32, n. 116, p. 24-30, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0303-76572007000200004&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 31 jan. 2020.

- MILIGI, L. et al. Cancer and pesticides: an overview and some results of the Italian multicenter case-control study on hematology-malignancies. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1.076, n. 1, p. 366-377, 2006.
- MILLS, P. K. Correlation analysis of pesticide use data and cancer incidence rates in California counties. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, v. 53, n. 6, p. 410-413, 1998.
- MILLS, P. K.; NEWELL, G. R.; JOHNSON, D. E. Testicular cancer associated with employment in agriculture and oil and natural gas extraction. *The Lancet*, v. 323, n. 8.370, p. 207-210, 1984.
- MILLS, P. K.; YANG, R. Prostate cancer risk in California farm workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 45, n. 3, p. 249-258, 2003.
- MILLS, P. K.; YANG, R. Breast cancer risk in Hispanic agricultural workers in California. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, v. 11, n. 2, p. 123-131, 2005.
- MILLS, P. K.; YANG, R. C. Agricultural exposures and gastric cancer risk in Hispanic farm workers in California. *Environmental Research*, v. 104, n. 2, p. 282-289, 2007.
- MINGO, V.; LÖTTTERS, S.; WAGNER, N. Risk of pesticide exposure for reptile species in the European Union. *Environmental Pollution*, v. 215, p. 164-169, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026974911630389X>>. Acesso em: 15 jan. 2020.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Registros concedidos – 2005-2019, 2020. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/registrosConcedidos20052019281219.xlsx>>. Acesso em: 7 fev. 2020.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Ato n. 58, de 27 de agosto 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/ato-n-58-de-27-de-agosto-de-2019-213474289>>. Acesso em: 20 dez. 2020
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Sistema de Agrotóxico e Fitossanitário, 2021. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrofit/index.htm>>. Acesso em: 18 abr. 2021.
- MIRANDA, K. et al. Pesticide residues in river sediments from the Pantanal Wetland, Brazil. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, v. 43, n. 8, p. 717-722, 2008. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03601230802388843>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- MONGE, P. et al. Parental occupational exposure to pesticides and the risk of childhood leukemia in Costa Rica. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, p. 293-303, 2007.
- MONTGOMERY, M. P. et al. Incident diabetes and pesticide exposure among licensed pesticide applicators: Agricultural Health Study, 1993-2003. *American Journal of Epidemiology*, v. 167, n. 10, p. 1.235-1.246, 2008.
- MOORE, L. E. et al. Parental occupational exposures and Ewing's sarcoma. *International Journal of Cancer*, v. 114, n. 3, p. 472-478, 2005.
- MORAHAN, J. M.; PAMPHLETT, R. Amyotrophic lateral sclerosis and exposure to environmental toxins: an Australian case-control study. *Neuroepidemiology*, v. 27, n. 3, p. 130-135, 2006.
- MOREIRA, J. C. et al. 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.
- MOREIRA, J. C. et al. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1.557-1.568, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 7 fev. 2020.
- MORETTO, A. Indoor spraying with the pyrethroid insecticide lambda-cyhalothrin: effects on spraymen and inhabitants of sprayed houses. *Bulletin of the World Health Organization*, v. 69, n. 5, p. 591, 1991.

- MORRISON, H. et al. Farming and prostate cancer mortality. *American Journal of Epidemiology*, v. 137, n. 3, p. 270-280, 1993.
- MORRISON, H. et al. Non-Hodgkin's lymphoma and agricultural practices in the prairie provinces of Canada. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 20, n. 1, p. 42-47, 1994.
- MORTON, W. E. et al. Hypertension in Oregon pesticide-formulating workers. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association*, v. 17, n. 3, p. 182-185, 1975.
- MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAHI, M. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*, v. 268, n. 2, p. 157-177, 2013.
- MOYSICH, K. B. et al. Environmental organochlorine exposure and postmenopausal breast cancer risk. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, v. 7, n. 3, p. 181-188, 1998.
- MULDER, Y. M.; DRIJVER, M.; KREIS, I. A. Case-control study on the association between a cluster of childhood haematopoietic malignancies and local environmental factors in Aalsmeer, The Netherlands. *Journal of Epidemiology & Community Health*, v. 48, n. 2, p. 161-165, 1994.
- MULTIGNER, L. et al. Chlordecone exposure and risk of prostate cancer. *Journal of Clinical Oncology*, v. 28, n. 21, p. 3.457-3.462, 2010.
- MUÑOZ-QUEZADA, M. T. et al. Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: a systematic review. *Neurotoxicology*, v. 39, p. 158-168, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161813X13001514>>. Acesso em: 30 jan. 2020.
- MUSICCO, M. et al. A case-control study of brain gliomas and occupational exposure to chemical carcinogens: the risk to farmers. *American Journal of Epidemiology*, v. 128, n. 4, p. 778-785, 1988.
- NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2021. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 1 jul. 2021.
- NANNI, O. et al. Multiple myeloma and work in agriculture: results of a case-control study in Forli, Italy. *Cancer Causes & Control*, v. 9, n. 3, p. 277-283, 1998. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008821119851>>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- NASSAR, N. et al. Parental occupational exposure to potential endocrine disrupting chemicals and risk of hypospadias in infants. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 67, n. 9, p. 585-589, 2010.
- NELSON, G. C. et al. Climate change effects on agriculture: economic responses to biophysical shocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 9, p. 3.274-3.279, 2014.
- NETTO, G. F.; MENEZES, M. A. C. Nota técnica. Assunto: Análise do projeto de lei n. 6.299/2002. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2018. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/nota_tecnica_pl_agratotoxicos.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- NGO, A. D. et al. Association between Agent Orange and birth defects: systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, v. 35, n. 5, p. 1.220-1.230, 2006.
- NIELSEN, S. S. et al. Childhood brain tumors, residential insecticide exposure, and pesticide metabolism genes. *Environmental Health Perspectives*, v. 118, n. 1, p. 144-149, 2010.
- NOCELLI, R. C. F. et al. Riscos de pesticidas sobre as abelhas. *Semana dos Polinizadores*, v. 3, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69299/1/Roberta.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- NORDSTRÖM, M. et al. Occupational exposures, animal exposure and smoking as risk factors for hairy cell leukaemia evaluated in a case-control study. *British Journal of Cancer*, v. 77, n. 11, p. 2.048-2.052, 1998.

- NURMINEN, T. et al. Agricultural work during pregnancy and selected structural malformations in Finland. *Epidemiology*, v. 6, n. 1, p. 23-30, 1995.
- OCHOA-ACUÑA, H. et al. Drinking-water herbicide exposure in Indiana and prevalence of small-for-gestational-age and preterm delivery. *Environmental Health Perspectives*, v. 117, n. 10, p. 1.619-1.624, 2009.
- OGBEIDE, O. et al. Comparative gill and liver pathology of *Tilapia zilli*, *Clarias gariepinus* and *Neochanna diversus* in Owan River (Nigeria): relative ecological risks of species in a pesticide-impacted river. *Chemosphere*, v. 234, p. 1-13, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653519312937>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- OKOLI, C. Guia para realizar uma revisão sistemática de literatura. *EaD em Foco*, v. 9, n. 1, p. 1-40, 2019.
- OLAYA-CONTRERAS, P. et al. Organochlorine exposure and breast cancer risk in Colombian women. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 14, p. S125-S132, 1998.
- OLESEN, J. E.; BINDI, M. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, v. 16, n. 4, p. 239-262, 2002.
- OLIVA, A.; SPIRA, A.; MULTIGNER, L. Contribution of environmental factors to the risk of male infertility. *Human Reproduction*, v. 16, n. 8, p. 1.768-1.776, 2001.
- OLSHAN, A. F. et al. Risk factors for Wilms tumor: report from the National Wilms Tumor Study. *Cancer*, v. 72, n. 3, p. 938-944, 1993.
- ORSI, L. et al. Occupation and lymphoid malignancies: results from a French case-control study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 49, n. 12, p. 1.339-1.350, 2007.
- ORTON, F. et al. Widely used pesticides with previously unknown endocrine activity revealed as in vitro antiandrogens. *Environmental Health Perspectives*, v. 119, n. 6, p. 794-800, 2011.
- PALMER, K. T. et al. Work activities and risk of prematurity, low birth weight and pre-eclampsia: an updated review with meta-analysis. *Occupational & Environmental Medicine*, v. 70, n. 4, p. 213-222, 2013.
- PAMPHLETT, R. Exposure to environmental toxins and the risk of sporadic motor neuron disease: an expanded Australian case-control study. *European Journal of Neurology*, v. 19, n. 10, p. 1.343-1.348, 2012.
- PARKS, C. G. et al. Insecticide use and risk of rheumatoid arthritis and systemic lupus erythematosus in the Women's Health Initiative Observational Study. *Arthritis Care & Research*, v. 63, n. 2, p. 184-194, 2011.
- PARRON, T. et al. Association between environmental exposure to pesticides and neurodegenerative diseases. *Toxicology and Applied Pharmacology*, v. 256, n. 3, p. 379-385, 2011.
- PARRY, M. et al. Climate change and hunger: responding to the challenge. Roma: World Food Programme, 2009. Disponível em: <<http://cdm15738.contentdm.oclc.org/utills/getfile/collection/p15738coll2/id/17143/filename/17144.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2021.
- PARTANEN, T. et al. Pancreatic cancer in industrial branches and occupations in Finland. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 25, n. 6, p. 851-866, 1994.
- PASQUALETTI, P. et al. Occupational risk for hematological malignancies. *American Journal of Hematology*, v. 38, n. 2, p. 147-149, 1991.
- PATEL, C. J.; BHATTACHARYA, J.; BUTTE, A. J. An environment-wide association study (EWAS) on type 2 diabetes mellitus. *PloS One*, v. 5, n. 5, p. 1-10, 2010.

- PEARCE, N. E.; SMITH, A. H.; FISHER, D. O. Malignant lymphoma and multiple myeloma linked with agricultural occupations in a New Zealand cancer registry-based study. *American Journal of Epidemiology*, v. 121, n. 2, p. 225-237, 1985.
- PEIRIS-JOHN, R. J. et al. Exposure to acetylcholinesterase-inhibiting pesticides and chronic renal failure. *The Ceylon Medical Journal*, v. 51, n. 1, p. 42-43, 2006.
- PERERA, F. P. et al. Effects of transplacental exposure to environmental pollutants on birth outcomes in a multiethnic population. *Environmental health perspectives*, v. 111, n. 2, p. 201-205, 2003.
- PERSSON, B. et al. Some occupational exposures as risk factors for malignant lymphomas. *Cancer*, v. 72, n. 5, p. 1.773-1.778, 1993.
- PESATORI, A. C. et al. Cohort mortality and nested case-control study of lung cancer among structural pest control workers in Florida (United States). *Cancer Causes & Control*, v. 5, n. 4, p. 310-318, 1994.
- PETIT, Claire et al. Impact on fetal growth of prenatal exposure to pesticides due to agricultural activities: a prospective cohort study in Brittany, France. *Environmental health*, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2010.
- PETROVITCH, H. et al. Plantation work and risk of Parkinson disease in a population-based longitudinal study. *Archives of Neurology*, v. 59, n. 11, p. 1.787-1.792, 2002.
- PICCOLI, C. et al. Pesticide exposure and thyroid function in an agricultural population in Brazil. *Environmental Research*, v. 151, p. 389-398, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935116303887>>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- PIMBERT, M. Agroecology as an alternative vision to conventional development and climate-smart agriculture. *Development (London)*, v. 58, n. 2/3, p. 286-298, 2015.
- PIMENTEL, D. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environment, Development and Sustainability*, v. 7, p. 229-252, 2005.
- PIMENTEL, D. et al. Assessment of environmental and economic impacts of pesticide use. In: PIMENTEL, D, LEHMAN, H. *The pesticide question*. Boston, MA: Springer, 1993. p. 47-84.
- PINHEIRO, T. V. et al. Excesso de peso materno e início da amamentação: revisão analítica de estudos observacionais. *Clinical and Biomedical Research*, v. 38, n. 4), p. 384-395, 2018.
- PIRES, D. X.; CALDAS, E. D.; RECENA, M. C. P. Uso de agrotóxicos e suicídios no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 21, p. 598-604, 2005. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/csp/2005.v21n2/598-604/>>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- PLAZA-BOLAÑOS, P. et al. Evaluation of soil contamination in intensive agricultural areas by pesticides and organic pollutants: south-eastern Spain as a case study. *Journal of Environmental Monitoring*, v. 14, n. 4, p. 1.181-1.188, 2012.
- POGODA, J. M.; PRESTON-MARTIN, S. Household pesticides and risk of pediatric brain tumors. *Environmental Health Perspectives*, v. 105, n. 11, p. 1.214-1.220, 1997.
- PRANEETVATAKUL, S. et al. Pesticides, external costs and policy options for Thai agriculture. *Environmental Science & Policy*, v. 27, p. 103-113, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901112001906>>. Acesso em: 1 dez. 2020.
- PRETTY, J. N. et al. An assessment of the total external costs of UK agriculture. *Agricultural systems*, v. 65, n. 2, p. 113-136, 2000. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X00000317>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

- PRETTY, J. N. et al. Policy challenges and priorities for internalizing the externalities of modern agriculture. *Journal of Environmental Planning and Management*, v. 44, n. 2, p. 263-283, 2001.
- PRIYADARSHI, A. et al. A meta-analysis of Parkinson's disease and exposure to pesticides. *Neurotoxicology*, v. 21, n. 4, p. 435-440, 2000.
- PRIYADARSHI, A. et al. Environmental risk factors and Parkinson's disease: a metaanalysis. *Environmental research*, v. 86, n. 2, p. 122-127, 2001.
- PROVOST, D. et al. Brain tumours and exposure to pesticides: a case-control study in southwestern France. *Occupational and environmental medicine*, v. 64, n. 8, p. 509-514, 2007.
- PURDUE, Mark P. et al. Occupational exposure to organochlorine insecticides and cancer incidence in the Agricultural Health Study. *International journal of cancer*, v. 120, n. 3, p. 642-649, 2007.
- PURISAI, M. G. et al. Microglial activation as a priming event leading to paraquat-induced dopaminergic cell degeneration. *Neurobiology of disease*, v. 25, n. 2, p. 392-400, 2007.
- QIAO, D.; SEIDLER, F. J.; SLOTKIN, T. A. Developmental neurotoxicity of chlorpyrifos modeled in vitro: comparative effects of metabolites and other cholinesterase inhibitors on DNA synthesis in PC12 and C6 cells. *Environmental health perspectives*, v. 109, n. 9, p. 909-913, 2001.
- QURESHI, M. M. et al. Analysis of factors that modify susceptibility and rate of progression in amyotrophic lateral sclerosis (ALS). *Amyotrophic Lateral Sclerosis*, v. 7, n. 3, p. 173-182, 2006.
- RAMLOW, J. M. et al. Mortality in a cohort of pentachlorophenol manufacturing workers, 1940-1989. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 30, n. 2, p. 180-194, 1996.
- RAU, A. T. K. et al. Pesticide (endosulfan) levels in the bone marrow of children with hematological malignancies. *Indian pediatrics*, v. 49, n. 2, p. 113-117, 2012.
- RAUCH, S. A. et al. Associations of prenatal exposure to organophosphate pesticide metabolites with gestational age and birth weight. *Environmental health perspectives*, v. 120, n. 7, p. 1055-1060, 2012.
- REINERT, K. H.; GIDDINGS, J. M.; JUDD, L. Effects analysis of time-varying or repeated exposures in aquatic ecological risk assessment of agrochemicals. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 21, n. 9, p. 1.977-1.992, 2002. Disponível em: <<https://sci-hub.tw/10.1002/etc.5620210928>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- REN, A. et al. Association of selected persistent organic pollutants in the placenta with the risk of neural tube defects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 31, p. 12.770-12.775, 2011.
- REYNOLDS, P. et al. Agricultural pesticide use and childhood cancer in California. *Epidemiology*, v. 16, n. 1, p. 93-100, 2005.
- RIBEIRO, M. L. et al. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300031>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- RICHARD, S. et al. Differential effects of glyphosate and roundup on human placental cells and aromatase. *Environmental Health Perspectives*, v. 113, n. 6, p. 716-720, 2005.
- RICHARDSON, J. R. et al. Developmental exposure to the pesticide dieldrin alters the dopamine system and increases neurotoxicity in an animal model of Parkinson's disease. *The FASEB Journal*, v. 20, n. 10, p. 1.695-1.697, 2006.
- RICHARDSON, S. et al. Occupational risk factors for acute leukaemia: a case-control study. *International Journal of Epidemiology*, v. 21, n. 6, p. 1.063-1.073, 1992.

- RITTER, L. et al. Mortality study of Canadian male farm operators: cancer mortality and agricultural practices in Saskatchewan. *La Medicina del Lavoro*, v. 81, n. 6, p. 499-505, 1990.
- RITZ, B.; YU, F. Parkinson's disease mortality and pesticide exposure in California 1984-1994. *International Journal of Epidemiology*, v. 29, n. 2, p. 323-329, 2000.
- RITZ, B. et al. Dopamine transporter genetic variants and pesticides in Parkinson's disease. *Environmental Health Perspectives*, v. 117, n. 6, p. 964-969, 2009.
- ROBERTS, J. R.; REIGART, J. R. Recognition and management of pesticide poisonings. Washington, D.C.: Office of Pesticide Programs, U.S. Environmental Protection Agency, 2013. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-01/documents/rmpp_6thed_final_lowresopt.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- ROCHELEAU, C. M.; ROMITTI, P. A.; DENNIS, L. K. Pesticides and hypospadias: a meta-analysis. *Journal of Pediatric Urology*, v. 5, n. 1, p. 17-24, 2009.
- RODVALL, Y. et al. Glioma and occupational exposure in Sweden, a case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 53, n. 8, p. 526-532, 1996.
- ROSSO, A. L. et al. A case-control study of childhood brain tumors and fathers' hobbies: a Children's Oncology Group study. *Cancer Causes & Control*, v. 19, n. 10, p. 1.201-1.207, 2008.
- ROYCE, S. et al. Occupational asthma in a pesticides manufacturing worker. *Chest*, v. 103, n. 1, p. 295-296, 1993.
- RUDANT, J. et al. Household exposure to pesticides and risk of childhood hematopoietic malignancies: the ESCALE study (SFCE). *Environmental Health Perspectives*, v. 115, n. 12, p. 1.787-1.793, 2007.
- RUDER, A. M. et al. The Upper Midwest Health Study: a case-control study of primary intracranial gliomas in farm and rural residents. *Journal of Agricultural Safety and Health*, v. 12, n. 4, p. 255-274, 2006.
- RULL, R. P. et al. Residential proximity to agricultural pesticide applications and childhood acute lymphoblastic leukemia. *Environmental Research*, v. 109, n. 7, p. 891-899, 2009.
- RUSIECKI, J. A. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to metolachlor in the Agricultural Health Study. *International Journal of Cancer*, v. 118, n. 12, p. 3.118-3.123, 2006.
- RUSIECKI, J. A. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to permethrin in the Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives*, v. 117, n. 4, p. 581-586, 2009.
- SAFE, S. H.; ZACHAREWSKI, T. Organochlorine exposure and risk for breast cancer. *Progress in Clinical and Biological Research*, v. 396, p. 133-145, 1997.
- SAINT-EXUPÉRY, A. *Citadela*. [S.l]: Exilado dos Livros, 2009.
- SAIYED, H. et al. Effect of endosulfan on male reproductive development. *Environmental Health Perspectives*, v. 111, n. 16, p. 1.958-1.962, 2003.
- SALAM, M. T. et al. Early-life environmental risk factors for asthma: findings from the Children's Health Study. *Environmental Health Perspectives*, v. 112, n. 6, p. 760-765, 2004.
- SALAMEH, P. R. et al. Respiratory symptoms in children and exposure to pesticides. *European Respiratory Journal*, v. 22, n. 3, p. 507-512, 2003.
- SALDANA, T. M. et al. Pesticide exposure and self-reported gestational diabetes mellitus in the Agricultural Health Study. *Diabetes Care*, v. 30, n. 3, p. 529-534, 2007.
- SALLUM, R. A. A.; DUARTE, A. F.; CECCONELLO, I. Revisão analítica das escalas de disfagia: ABCD. *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, v. 25, n. 4, p. 279-282, 2012.

- SAMANIC, C. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to dicamba in the agricultural health study. *Environmental Health Perspectives*, v. 114, n. 10, p. 1.521-1.526, 2006.
- SAMANIC, C. M. et al. Occupational exposure to pesticides and risk of adult brain tumors. *American Journal of Epidemiology*, v. 167, n. 8, p. 976-985, 2008.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.
- SANCHEZ-BAYO, F.; GOKA, K. Pesticide residues and bees: a risk assessment. *PloS One*, v. 9, n. 4, 2014. Disponível em: <<https://kopernio.com/viewer?doi=10.1371/journal.pone.0094482&token=WzE4NDU2MzEsLjEwLjEzNzEvam91cm5hbC5wb25lLjAwOTQ0ODIiXQ.Zk6QOiQXobcsyXgNSOVVPnFp-KE>>. Acesso em: 5 fev. 2020.
- SANTANA, I. O. de; VASCONCELOS, D. C. de; COUTINHO, M. P. L. Prevalência da violência contra o idoso no Brasil: revisão analítica. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, v. 68, n. 1, p. 126-139, 2016.
- SANTANA, L. F. da S. C. de A. et al. Intervenções educativas em asma na infância: uma revisão analítica da literatura. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 31, n. 5, p. 445-458, 2005.
- SARACCI, R. et al. Cancer mortality in workers exposed to chlorophenoxy herbicides and chlorophenols. *The Lancet*, v. 338, n. 8.774, p. 1.027-1.032, 1991.
- SCHREINEMACHERS, D. M. Birth malformations and other adverse perinatal outcomes in four US wheat-producing states. *Environmental Health Perspectives*, v. 111, n. 9, p. 1.259-1.264, 2003.
- SCHREINEMACHERS, D. M.; CREASON, J. P.; GARRY, V. F. Cancer mortality in agricultural regions of Minnesota. *Environmental Health Perspectives*, v. 107, n. 3, p. 205-211, 1999.
- SCHROEDER, J. C. et al. Agricultural risk factors for t(14; 18) subtypes of non-Hodgkin's lymphoma. *Epidemiology*, v. 12, n. 16, p. 701-709, 2001.
- SCHULTE, P. A. et al. Neurodegenerative diseases: occupational occurrence and potential risk factors, 1982 through 1991. *American Journal of Public Health*, v. 86, n. 9, p. 1.281-1.288, 1996.
- SCIALABBA, N. E.; MÜLLER-LINDENLAUF, M. Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, v. 25, n. 2, p. 158-169, 2010.
- SEIDLER, A. et al. Possible environmental, occupational, and other etiologic factors for Parkinson's disease: a case-control study in Germany. *Neurology*, v. 46, n. 5, p. 1.275-8, 1996.
- SEKHOTHA, M.; MONYEKI, K.; SIBUYI, M. Exposure to agrochemicals and cardiovascular disease: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, n. 2, p. 229, 2016. Disponível em: <<https://sci-hub.tw/10.3390/ijerph13020229>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- SENTHILSELVAN, A.; McDUFFIE, H. H.; DOSMAN, J. A. Association of asthma with use of pesticides: results of a cross-sectional survey of farmers. *The American Review of Respiratory Disease*, v. 146, n. 4, p. 884, 1992.
- SEMCHUK, K. M.; LOVE, E. J.; LEE, R. G. Parkinson's disease and exposure to agricultural work and pesticide chemicals. *Neurology*, v. 42, n. 7, p. 1.328-1.328, 1992.
- SETTIMI, L. et al. Prostate cancer and exposure to pesticides in agricultural settings. *International Journal of Cancer*, v. 104, n. 4, p. 458-461, 2003.
- SHARMA-WAGNER, S. et al. Occupation and prostate cancer risk in Sweden. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 42, n. 5, p. 517-525, 2000.
- SHARPE, C. R. et al. Parental exposures to pesticides and risk of Wilms' tumor in Brazil. *American Journal of Epidemiology*, v. 141, n. 3, p. 210-217, 1995.

- SHAW, G. M. et al. Maternal pesticide exposure from multiple sources and selected congenital anomalies. *Epidemiology*, v. 10, n. 1, p. 60-66, 1999.
- SHERMAN, J. D. Chlorpyrifos (Dursban)-associated birth defects: report of four cases. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, v. 51, n. 1, p. 5-8, 1996.
- SHU, X. O. et al. A population-based case-control study of childhood leukemia in Shanghai. *Cancer*, v. 62, n. 3, p. 635-644, 1988.
- SIAL, J. K.; MAHMOOD, S. Groundwater contamination from agro-chemicals in irrigated environment: field trials. In: SATO, K; IWASA, W. *Groundwater Updates*. Tóquio: Springer, 2000, p. 129-134. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-68442-8_22>. Acesso em: 7 fev. 2020.
- SIDDHARTH, M. et al. Study on organochlorine pesticide levels in chronic kidney disease patients: association with estimated glomerular filtration rate and oxidative stress. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, v. 26, n. 6, p. 241-247, 2012.
- 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.
- SILVA, J. M. et al. Protocolo de atenção à saúde dos trabalhadores expostos a agrotóxicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_atencao_saude_trab_exp_agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2019.
- SILVA, L. A. et al. Solubilidade e reatividade de gases. *Química Nova*, v. 40, n. 7, p. 824-832, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v40n7/0100-4042-qn-40-07-0824.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- SILVEIRA, J. M. F. J. Inovação tecnológica na agricultura, o papel da biotecnologia agrícola e a emergência de mercados regulados. In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). *A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas*. Brasília: Ipea, 2010. p. 97-122. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/Livro_agriculturabrasileira.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- SIQUEIRA, M. T. de et al. Correlation between pesticide use in agriculture and adverse birth outcomes in Brazil: an ecological study. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, v. 84, n. 6, p. 647-651, 2010.
- SIQUEIRA, D. F. et al. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 26, n. 2, p. 182-191, 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40828920005>>. Acesso em: 10 out. 2018.
- SLAGER, R. E. et al. Rhinitis associated with pesticide exposure among commercial pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 66, n. 11, p. 718-724, 2009.
- SMITH, J. G.; CHRISTOPHERS, A. J. Phenoxy herbicides and chlorophenols: a case control study on soft tissue sarcoma and malignant lymphoma. *British Journal of Cancer*, v. 65, n. 3, p. 442-448, 1992.
- SMITH-ROOKER, J. L. et al. Prevalence of glioblastoma multiforme subjects with prior herbicide exposure. *The Journal of Neuroscience Nursing: Journal of the American Association of Neuroscience Nurses*, v. 24, n. 5, p. 260-264, 1992.
- SNIJDER, C. A. et al. Occupational exposure to endocrine disruptors and time to pregnancy among couples in a large birth cohort study: the Generation R Study. *Fertility and Sterility*, v. 95, n. 6, p. 2.067-2.072, 2011.
- SNYDER, C. S. et al. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 133, n. 3-4, p. 247-266, 2009.
- SOARES, A. F. S. et al. Estimativa de risco de contaminação de mananciais por agrotóxicos utilizados em culturas de café. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 4, p. 425-432, 2012. Disponível em: <<http://>

- www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662012000400013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 7 fev. 2020.
- SOARES, C. et al. Is soil contamination by a glyphosate commercial formulation truly harmless to non-target plants? Evaluation of oxidative damage and antioxidant responses in tomato. *Environmental Pollution*, v. 247, p. 256-265, 2019.
- SOARES, W. L.; FREITAS, E. A. V. de; COUTINHO, J. A. G. Trabalho rural e saúde: intoxicações por agrotóxicos no município de Teresópolis-RJ. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 43, n. 4, p. 685-701, 2005.
- SOARES, W. L.; CUNHA, L. N., PORTO, M. F. S. Uma política de incentivo fiscal a agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável. Relatório produzido pela Abrasco através do GT Saúde e Ambiente, com o apoio do Instituto Ibirapitanga. Rio de Janeiro: Abrasco, 2020. Disponível em: <<https://www.abrasco.org.br/site/wp-content/uploads/2020/02/Relatorio-Abrasco-Desoneracao-Fiscal-Agrotoxicos-17.02.2020.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2020.
- SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. *Revista de Saúde Pública*, v. 46, n. 2, p. 209-217, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102012000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 jul. 2015.
- SOLDIN, O. P. et al. Pediatric acute lymphoblastic leukemia and exposure to pesticides. *Therapeutic Drug Monitoring*, v. 31, n. 4, p. 495-501, 2009.
- SOLOMON, G.; OGUNSEITAN, O. A.; KIRSCH, J. Pesticides and human health: a resource for health care professionals. Santa Monica, CA: Physicians for Social Responsibility; San Francisco, CA: Californians for Pesticide Reform, 2000.
- SOUSA, A. S. et al. 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, n. 1, p. 90-95, 2016.
- SOUSA, L. M. M. et al. Revisões da literatura científica: tipos, métodos e aplicações em enfermagem. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação*, v. 1, n. 1, p. 45-54, 2018.
- SPADOTTO, C. A. et al. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente-Documentos (Infoteca-E), 2004.
- SPINELLI, J. J. et al. Organochlorines and risk of non-Hodgkin lymphoma. *International Journal of Cancer*, v. 121, n. 12, p. 2.767-2.775, 2007.
- STANKO, J. P. et al. Effects of prenatal exposure to a low dose atrazine metabolite mixture on pubertal timing and prostate development of male Long-Evans rats. *Reproductive Toxicology*, v. 30, n. 4, p. 540-549, 2010.
- STEPHENSON, J. Exposure to home pesticides linked to Parkinson disease. *Jama*, v. 283, n. 23, p. 3.055-3.056, 2000.
- SUN, F.; YUN, D. A. I.; YU, X. Air pollution, food production and food security: a review from the perspective of food system. *Journal of Integrative Agriculture*, v. 16, n. 12, p. 2.945-2.962, 2017.
- SUNITHA, V.; REDDY, B. M.; REDDY, M. R. Groundwater contamination from agro-chemicals in irrigated environment: field trials. *Advances in Applied Science Research*, v. 3, n. 5, p. 3.382-3.386, 2012. Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/317061821>>. Acesso em: 31 jan. 2020.
- SWAN, S. H. et al. Geographic differences in semen quality of fertile US males. *Environmental Health Perspectives*, v. 111, n. 4, p. 414-420, 2003a.
- SWAN, S. H. et al. Semen quality in relation to biomarkers of pesticide exposure. *Environmental Health Perspectives*, v. 111, n. 12, p. 1.478-1.484, 2003b.

- SWINBURN, B. A. et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: the Lancet Commission report. *The Lancet*, v. 393, n. 10.173, p. 791-846, 2019. Disponível em: <[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)32822-8/fulltext?rss=yes&utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)32822-8/fulltext?rss=yes&utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter)>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- TANNER, C. M. et al. Occupation and risk of parkinsonism: a multicenter case-control study. *Archives of Neurology*, v. 66, n. 9, p. 1.106-1.113, 2009.
- TANNER, C. M. et al. Rotenone, paraquat, and Parkinson's disease. *Environmental Health Perspectives*, v. 119, n. 6, p. 866-872, 2011.
- TARVAINEN, L. et al. Cancer of the mouth and pharynx, occupation and exposure to chemical agents in Finland [in 1971-95]. *International Journal of Cancer*, v. 123, n. 3, p. 653-659, 2008.
- TAYLOR, M. Climate-smart agriculture: what is it good for? *The Journal of Peasant Studies*, v. 45, n. 1, p. 89-107, 2018.
- TEITELBAUM, S. L. et al. Reported residential pesticide use and breast cancer risk on Long Island, New York. *American journal of epidemiology*, v. 165, n. 6, p. 643-651, 2007.
- TIIDO, T. et al. Exposure to persistent organochlorine pollutants associates with human sperm Y: X chromosome ratio. *Human Reproduction*, v. 20, n. 7, p. 1.903-1.909, 2005.
- TIIDO, T. et al. Impact of PCB and p,p'-DDE contaminants on human sperm Y: X chromosome ratio: studies in three European populations and the Inuit population in Greenland. *Environmental Health Perspectives*, v. 114, n. 5, p. 718-724, 2006.
- TISCH, M. et al. Genotoxicity studies on permethrin, DEET and diazinon in primary human nasal mucosal cells. *European Archives of Oto-rhino-laryngology*, v. 259, n. 3, p. 150-153, 2002.
- TOLLEFSON, J. Why deforestation and extinctions make pandemics more likely. *Nature*, v. 584, n. 7.820, p. 175-176, 2020.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.
- TSAI, J.; KAYE, W. E.; BOVE, F. J. Wilms' tumor and exposures to residential and occupational hazardous chemicals. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 209, n. 1, p. 57-64, 2006.
- TÜCHSEN, F.; JENSEN, A. A. Agricultural work and the risk of Parkinson's disease in Denmark, 1981-1993. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 26, n. 4, p. 359-362, 2000.
- TURNER, M. C.; WIGLE, D. T.; KREWSKI, D. Residential pesticides and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, v. 118, n. 1, p. 33-41, 2010.
- TYAS, S. L. et al. Risk factors for Alzheimer's disease: a population-based, longitudinal study in Manitoba, Canada. *International Journal of Epidemiology*, v. 30, n. 3, p. 590-597, 2001.
- UBAĪDULLAEVA, K. M. The clinical and functional features of chronic obstructive lung disease in patients with organic chlorine pesticides in blood. *Problemy Tuberkuleza i Boleznei Legkikh*, n. 9, p. 21-23, 2006.
- UNDERNER, M.; CAZENAVE, F.; PATTE, F. Occupational asthma in the rural environment. *Revue de Pneumologie Clinique*, v. 43, n. 1, p. 26-35, 1987.
- UNSWORTH, J. B. et al. Significance of the long range transport of pesticides in the atmosphere. *Pure and Applied Chemistry*, v. 71, n. 7, p. 1.359-1.383, 1999. Disponível em: <<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1351/pac199971071359/html>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

- UWIZEYIMANA, H. et al. The eco-toxic effects of pesticide and heavy metal mixtures towards earthworms in soil. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 55, p. 20-29, 2017.
- VAJDIC, C. M. et al. Atopy, exposure to pesticides and risk of non-Hodgkin lymphoma. *International Journal of Cancer*, v. 120, n. 10, p. 2.271-2.274, 2007.
- VALCIN, M. et al. Chronic bronchitis among non-smoking farm women in the agricultural health study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 49, n. 5, p. 574-583, 2007.
- VALOIS, A. C. C. Importância dos transgênicos para a agricultura. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 18, n. 1, p. 27-53, 2001.
- VAN BALEN, E. et al. Exposure to non-arsenic pesticides is associated with lymphoma among farmers in Spain. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 63, n. 10, p. 663-668, 2006.
- VAN BEMMEL, D. M. et al. S-ethyl-N, N-dipropylthiocarbamate exposure and cancer incidence among male pesticide applicators in the Agricultural Health Study: a prospective cohort. *Environmental Health Perspectives*, v. 116, n. 11, p. 1.541-1.546, 2008.
- VAN DER GULDEN, J. W. J.; KOLK, J. J.; VERBEEK, A. L. M. Work environment and prostate cancer risk. *The Prostate*, v. 27, n. 5, p. 250-257, 1995.
- VAN DER GULDEN, J. W. J.; VOGELZANG, P. F. J. Farmers at risk for prostate cancer. *British Journal of Urology*, v. 77, n. 1, p. 6-14, 1996.
- VAN LEEUWEN, J. A. et al. Associations between stomach cancer incidence and drinking water contamination with atrazine and nitrate in Ontario (Canada) agroecosystems, 1987-1991. *International Journal of Epidemiology*, v. 28, n. 5, p. 836-840, 1999.
- VAN MAELE-FABRY, G.; DUHAYON, S.; LISON, D. A systematic review of myeloid leukemias and occupational pesticide exposure. *Cancer Causes & Control*, v. 18, n. 5, p. 457-478, 2007.
- VAN MAELE-FABRY, G. et al. Risk of leukaemia among pesticide manufacturing workers: a review and meta-analysis of cohort studies. *Environmental Research*, v. 106, n. 1, p. 121-137, 2008.
- VAN MAELE-FABRY, G. et al. Occupational exposure to pesticides and Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Environment International*, v. 46, p. 30-43, 2012.
- VAN MAELE-FABRY, G.; WILLEMS, J. L. Occupation related pesticide exposure and cancer of the prostate: a meta-analysis. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 60, n. 9, p. 634-642, 2003.
- VAN WIJNGAARDEN, E. et al. Parental occupational exposure to pesticides and childhood brain cancer. *American Journal of Epidemiology*, v. 157, n. 11, p. 989-997, 2003.
- VANDENPLAS, O. et al. Asthma to tetramethrin. *Allergy (Copenhagen)*, v. 55, n. 4, p. 417-418, 2000.
- VELDMAN, B. A. J. et al. Genetic and environmental risk factors in Parkinson's disease. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, v. 100, n. 1, p. 15-26, 1998.
- VERMEULEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J. S. I. Climate change and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 37, p. 195-222, 2012.
- VIEL, J. F. et al. Brain cancer mortality among French farmers: the vineyard pesticide hypothesis. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, v. 53, n. 1, p. 65-70, 1998.
- VIEL, J. F.; RICHARDSON, S. T. Lymphoma, multiple myeloma and leukaemia among French farmers in relation to pesticide exposure. *Social Science & Medicine*, v. 37, n. 6, p. 771-777, 1993. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/027795369390371A>>. Acesso em: 2 fev. 2020.

- WAGNER, S. L. Fatal asthma in a child after use of an animal shampoo containing pyrethrin. *The Western Journal of Medicine*, v. 173, n. 2, p. 86, 2000.
- WALKER, K. M. et al. Childhood cancer in Texas counties with moderate to intense agricultural activity. *Journal of Agricultural Safety and Health*, v. 13, n. 1, p. 9-24, 2007.
- WANIGASURIYA, K. P. et al. Chronic renal failure in North Central Province of Sri Lanka: an environmentally induced disease. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 101, n. 10, p. 1013-1017, 2007.
- WANG, A. et al. Parkinson's disease risk from ambient exposure to pesticides. *European Journal of Epidemiology*, v. 26, n. 7, p. 547-555, 2011a.
- WANG, H. et al. Maternal cypermethrin exposure during lactation impairs testicular development and spermatogenesis in male mouse offspring. *Environmental Toxicology*, v. 26, n. 4, p. 382-394, 2011b.
- WARD, M. H. et al. Nitrate intake and the risk of thyroid cancer and thyroid disease. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, v. 21, n. 3, p. 389-395, 2010.
- WEINER, A. Bronchial asthma due to the organic phosphate insecticides: a case report. *Annals of Allergy*, v. 19, p. 397-401, 1961.
- WEINER, B. P.; WORTH, R. M. Insecticides: household use and respiratory impairment. *Hawaii Medical Journal*, v. 28, n. 4, p. 283-285, 1969.
- WESSELING, C. et al. Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in relation to environmental and occupational pesticide exposure. *International Journal of Epidemiology*, v. 28, n. 3, p. 365-374, 1999.
- WHEELER, T. Climate change impacts on food systems and implications for climate-compatible food policies. In: ELBEHRI, A. (Ed.). *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. p. 315-336. Disponível em <<https://centaur.reading.ac.uk/40648/>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- WIEBERS, D. O.; FEIGIN, V. L. What the Covid-19 crisis is telling humanity. *Neuroepidemiology*, v. 54, n. 4, p. 1, 2020.
- WILLIS, G. H.; McDOWELL, L. L. Pesticides in agricultural runoff and their effects on downstream water quality. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, v. 1, n. 4, p. 267-279, 1982.
- WIK, M.; PINGALI, P.; BROCAI, S. Global agricultural performance: past trends and future prospects. World Bank, 2008. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/9122>>. Acesso em: 5 ago. 2019.
- WIKLUND, K. Swedish agricultural workers: a group with a decreased risk of cancer. *Cancer*, v. 51, n. 3, p. 566-568, 1983.
- WIKLUND, K.; DICH, J. Cancer risks among male farmers in Sweden. *European Journal of Cancer Prevention*, v. 4, n. 1, p. 81-90, 1995.
- WILKINS III, J. R.; KOUTRAS, R. A. Paternal occupation and brain cancer in offspring: a mortality-based case-control study. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 14, n. 3, p. 299-318, 1988.
- WILKINS III, J. R.; SINKS, T. Parental occupation and intracranial neoplasms of childhood: results of a case-control interview study. *American Journal of Epidemiology*, v. 132, n. 2, p. 275-292, 1990.
- WINCHESTER, P. D.; HUSKINS, J.; YING, J. Agrichemicals in surface water and birth defects in the United States. *Acta Paediatrica*, v. 98, n. 4, p. 664-669, 2009.
- WOODS, J. S. et al. Soft tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma in relation to phenoxyherbicide and chlorinated phenol exposure in western Washington. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 78, n. 5, p. 899-910, 1987.

- ZAHM, S. H. et al. A case-control study of non-Hodgkin's lymphoma and the herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) in eastern Nebraska. *Epidemiology*, v. 1 n. 5, p. 349-356, 1990.
- ZAHM, S. H. et al. The role of agricultural pesticide use in the development of non-Hodgkin's lymphoma in women. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, v. 48, n. 5, p. 353-358, 1993.
- ZAMZILA, A. N. et al. Chronic organophosphate pesticide exposure and coronary artery disease: finding a bridge. IIUM Research. Poster session presented at: Invention and Innovation Exhibition (IRIE), 2011. Disponível em <http://irep.iium.edu.my/13579/1/IRIE_2010_Organophosphate_%26_CAD.pdf>. Acesso em 10 fev. 2020.
- ZHENG, T. et al. Continuing increase in incidence of germ-cell testis cancer in young adults: experience from Connecticut, USA, 1935-1992. *International Journal of Cancer*, v. 65, n. 6, p. 723-729, 1996.
- ZHENG, T. et al. Occupational risk factors for brain cancer: a population-based case-control study in Iowa. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 43, n. 4, p. 317-324, 2001.
- ZHONG, Y.; RAFNSSON, V. Cancer incidence among Icelandic pesticide users. *International Journal of Epidemiology*, v. 25, n. 6, p. 1.117-1.124, 1996.
- ZORZON, M. et al. Familial and environmental risk factors in Parkinson's disease: a case-control study in north-east Italy. *Acta Neurologica Scandinavica*, v. 105, n. 2, p. 77-82, 2002.