
PESTICIDAS: USOS, GESTÃO E IMPLICAÇÕES À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE

LIMA, Ângela Simone Freitag¹
LIMA, Gilberto Ferreira²
MENDES, Paulo César Doimo³

Recebido em: 2020.12.15**Aprovado em:** 2021.04.12**ISSUE DOI:** 10.3738/1982.2278.3880

RESUMO: A contaminação do meio ambiente como um todo já é realidade devido à pressão mundial pelo aumento na produção de alimentos, gerando conseqüentemente um aumento no consumo de pesticidas. Arelado a isso, aumentam os números de casos de contaminação de pessoas, bem como da água e dos alimentos. Desta forma, surge a necessidade de se conhecer como, quando, onde e se existem pesquisas referentes ao uso de pesticidas e suas conseqüências para a saúde e o meio ambiente. Desta forma, objetivou-se realizar uma pesquisa bibliográfica na base de dados da Web of Science (*WoS*) para identificar o número de publicações, as categorias da *WoS* e as Instituições de pesquisas durante 2010 a 2020. Após as análises, constatou-se um baixo número de publicações em relação à contaminação de seres humanos, do solo, da água e dos alimentos. Além disso, as categorias da *WoS* pouco mudaram em número de publicações de um tema para o outro, demonstrando que categorias-chave deixaram de ser contempladas nas pesquisas, onerando a sociedade com as respostas necessárias.

Palavras-chave: Bibliometria; Instituições de pesquisa; Áreas de pesquisa; Contaminação ambiental.

PESTICIDES: USES, MANAGEMENT AND IMPLICATIONS FOR HEALTH AND THE ENVIRONMENT

SUMMARY: Contamination of the environment as a whole is already a reality due to worldwide pressure to increase food production, consequently generating an increase in the consumption of pesticides. Linked to this, the number of cases of contamination of people, as well as water and food, increases. Linked to this, there is a need to know how, when, where and if there is research related to the use of pesticides and their consequences for health and the environment. In this way, the objective was to carry out a bibliographic search in the database of the Web of Science (*WoS*) to identify the number of publications, the categories of the *WoS* and the Research Institutions during 2010 to 2020. After the analyzes, it was found a low number of publications in relation to contamination of humans, soil, water and food. In addition, *WoS* categories have changed little in the number of publications from one topic to the other, demonstrating that key categories are no longer included in the surveys, burdening society with the necessary responses.

Keywords: Bibliometry; Research institutions; Research areas; Environmental contamination.

PLAGUICIDAS: USOS, GESTIÓN E IMPLICACIONES PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

RESUMEN: La contaminación del medio ambiente en su conjunto ya es una realidad debido a la presión mundial para aumentar la producción de alimentos, generando en consecuencia un aumento en el consumo de plaguicidas. Vinculado a esto, aumenta el número de casos de contaminación de personas, así como de agua y alimentos. Vinculado a esto, existe la necesidad de saber cómo, cuándo, dónde y si hay investigación relacionada con el uso de plaguicidas y sus consecuencias para la salud y el medio ambiente. De esta forma, el objetivo fue realizar una búsqueda bibliográfica en la base de datos de la Web of Science (*WoS*) para identificar el número de publicaciones, las categorías de las *WoS* y las Instituciones de Investigación durante el período 2010 a 2020. Luego de los análisis, se encontró un escaso número de publicaciones en relación a la contaminación de seres humanos, suelo, agua y alimentos. Además, las categorías de *WoS* han cambiado poco en la cantidad de publicaciones de un tema a otro, lo

¹ Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP/ESALQ)

² UNIMEP

³ FATEC/Piracicaba

que demuestra que las categorías clave ya no se incluyen en las encuestas, lo que sobrecarga a la sociedad con las respuestas necesarias.

Palabras llave: Bibliometría; Instituciones de investigación; Áreas de investigación; Contaminación ambiental.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o aumento exponencial da população mundial tem forçado o setor agrícola a promover um aumento na produção de alimentos. Segundo Carneiro *et al.*(2015), projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para 2020-2021, apontam um aumento nas *commodities* para exportação de 55% para a soja, 56,46% para o milho, 45,8% para o açúcar, entre outros. Como são mono cultivos químico-dependentes, as tendências atuais de contaminação devem ser aprofundadas e ampliadas.

Neste sentido, o Brasil vem se destacando como o maior consumidor de pesticidas do planeta em volume de produtos, com cerca de 550 mil toneladas de ingredientes ativos no ano de 2017, indicando um aumento significativo se comparado a 2012 (CARNEIRO *et al.*,2015; TANIGUCHI, 2019).

Tal paradigma tem exigido novas fronteiras agrícolas, intensificação do uso do solo, variedades melhoradas, novas tecnologias em fertilizantes, plantios adensados, agroquímicos e a incorporação de plantas transgênicas (MANCUSO *et al.*,2011).

Na mesma proporção, observa-se no cenário mundial o aumento de doenças causadas por ingestão de água, plantas e peixes contaminados pelo uso dos pesticidas. Segundo dados apresentados por Taniguchi (2019), entre 2007 e 2014 houve uma média de oito intoxicações por dia no Brasil (25 mil pessoas intoxicadas no período), número que pode ser ainda maior em razão da subnotificação.

Ainda, segundo Taniguchi (2019), há uma contaminação sistêmica não só na água, mas inclusive nas pessoas de áreas mais críticas, que estão 100% contaminadas. Se não tem efeito imediato, tem efeito a longo prazo e efeito coadjuvante de outras doenças.

Desta forma, o presente trabalho visa, a partir de pesquisa bibliográfica, enumerar as publicações das principais instituições pesquisadoras e as áreas com maior destaque em relação efeitos do uso de pesticidas para o meio ambiente.

1 REVISÃO DE LITERATURA

A utilização em massa de pesticidas na agricultura se inicia na década de 1950, nos Estados Unidos, com a chamada ‘Revolução Verde’, que teria o intuito de modernizar a agricultura e aumentar sua produtividade. O uso de pesticidas para o controle químico de plantas daninhas, tem sido usado como prática indispensável para manter o nível elevado de produção,

sendo a classe dos herbicidas a mais comercializada no mundo (SOUZA *et al.*, 2017; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; FAOSTAT, 2018).

No Brasil, o uso intensivo de pesticidas começou com a Revolução Verde na década de 1960 e o país alcançou a posição de maior consumidor mundial de pesticidas em 2008, mantendo esse índice atualmente (GAMA *et al.*, 2013; PICCOLI *et al.*, 2016). Além disso, o Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo e o segundo país que mais exporta esses produtos, desempenhando um importante papel na economia local (PIGNATI *et al.*, 2017).

Tal cenário foi impulsionado pelo aumento populacional mundial e a necessidade de aumento na produção de alimentos, que ocasionaram mudanças nas técnicas utilizadas na agricultura como o uso de pesticidas, além de um acréscimo de 190% no mercado brasileiro de pesticidas só no ano de 2010 (BALDISSARELLI *et al.*, 2019; AUGUSTO *et al.*, 2015). Esta alta na produtividade agrícola é impulsionada pelos cultivos de soja, milho e cana, que juntos correspondem por praticamente 70% de todo seu uso no Brasil (BOMBARDI, 2012).

Dentre os pesticidas, os herbicidas estão sujeitos a processos de retenção (sorção, adsorção), transformação (decomposição, degradação) e transporte (absorção, deriva, volatilização, lixiviação e escoamento superficial) que dependem do tipo de solo, umidade e determinam a dinâmica destes no ambiente (MARCHESAN, 2016).

Além disso, dependendo da recalcitrância do composto, podem acumular-se na cadeia alimentar e causar contaminação humana e ambiental via poluições e/ou contaminações, intoxicações agudas e crônicas relacionadas, presente em todas as etapas dessa cadeia produtiva (EDWARDS, 1973; AUGUSTO *et al.* 2015; ISMAEL; ROCHA, 2019).

Estas substâncias podem acumular-se e afetar direta ou indiretamente segmentos biótico e abiótico do ecossistema (CASTRO *et al.*, 2017). Tanto os seres vivos como o solo e os corpos d'água são potenciais acumuladores, sendo os corpos d'água os principais receptores de efluentes através dos processos de lixiviação, pois favorecem a contaminação de mamíferos, pássaros e peixes (MANCUSO *et al.*, 2011; CALEGARI *et al.*, 2018; CARMELLO *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2000).

1.1 Contaminação Humana

Associado ao aumento no uso dos pesticidas impulsionado pelo crescimento econômico, surge a preocupação com os riscos e efeitos da contaminação ao meio ambiente e a saúde humana (JOBIM *et al.*, 2010). Devido às diferentes formas de aplicação e uso desses produtos, um grande

número de pessoas em todo o mundo é rotineiramente exposto a altos níveis de toxicidade (DALBÓ *et al.*, 2019).

Os impactos vistos e os danos causados por pesticidas constituem um problema sério de saúde pública, particularmente em relação aos agricultores e consumidores. Eles abrangem todas as áreas, desde grupos populacionais ligados diretamente ao setor, como trabalhadores rurais, moradores do entorno de fábricas e fazendas, sem deixar de lado o consumidor final que faz o consumo dos alimentos contaminados (FACCHINI; SOUZA, 2015).

Os danos dos pesticidas à saúde humana podem ser observados em estudos de carcinogênese, mutagênese, teratogênese, neurotoxicidade, alterações imunológicas e na reprodução de animais, desregulações endócrinas, alterações no desenvolvimento embrio-fetal, após exposição *in útero*, com efeitos capazes de acarretar a morte dos indivíduos, comprometimento de espécies, mudança da dinâmica bioquímica natural e na mudança do funcionamento do ambiente afetado (OLIVEIRA *et al.*, 2013; ISMAEL; ROCHA, 2019).

A permanência dos pesticidas nos diversos compartimentos (água, ar, solo) depende diretamente de variáveis oriundas do próprio composto ou da mistura de compostos, como estrutura, tamanho e forma molecular, além da presença/ausência de grupos funcionais (ALVES e SILVA, (s/d)).

1.2 Contaminação do Solo

Desta forma, compreender as interações que ocorrem entre herbicida e solo é de extrema importância, sobretudo, quando esses produtos são aplicados diretamente no mesmo, ou seja, na pré-emergência (CORREA, 2018). Sua relação com a lixiviação tanto pode ser positiva, para incorporação superficial atingindo sementes ou plantas em germinação, ou negativa, ao transportar os herbicidas para camadas mais profundas do solo, limitando sua ação e até mesmo promovendo a contaminação das águas subterrâneas (MONQUERO *et al.*, 2014).

1.3 Contaminação da Água

Com relação à contaminação dos mananciais, a capacidade de uma substância ser transportada depende diretamente de alguns fatores, como a estabilidade, o estado físico do composto e a velocidade de fluxo do rio (ALVES e SILVA, 2020).

Alguns estudos têm demonstrado que a contaminação das águas por pesticidas pode afetar a flora aquática e a fauna aquática, como peixes se expostos a mais de uma substância simultaneamente (CASTRO *et al.*, 2015; SANCHES *et al.*, 2017). Além disso, a presença desses compostos nos mananciais pode acarretar problemas para o tratamento da água em virtude da

necessidade de tecnologias mais complexas do que aquelas normalmente usadas para alcançar a potabilização do recurso (ISMAEL; ROCHA, 2019).

Estudos pioneiros sobre a contaminação de águas superficiais foram realizados no Lago Paranoá, formado na construção da cidade de Brasília no início dos anos 60. Resíduos de aldrin e dieldrin apareciam em níveis detectáveis nas águas, enquanto sua acumulação na cadeia trófica resultava em níveis de até 462ppb em gordura de peixes obtidos no lago (DIANESE *et al.*, 1976). Em avaliações semelhantes realizadas recentemente (CALDAS *et al.*, 1999), não foram detectados resíduos desses produtos, enquanto DDT_{total} alcançava até 77ppb.

2.4 Contaminação dos Alimentos

Cada vez mais casos de pessoas contaminadas diretamente por pesticidas no meio rural são relatados. Entretanto, moradores de áreas próximas e, eventualmente, pessoas do meio urbano também se encontram sob risco, devido à contaminação dos alimentos como carne, peixe, laticínios, frutas e vegetais, tornando assim a exposição crônica (JOBIM *et al.*, 2010).

2 METODOLOGIA

A revisão sistemática foi realizada na plataforma Web of Science (WoS) –Clarivate Analytics. A WoS possui uma estrutura de dados consistentes e é considerada uma das principais fontes bibliográficas de informação por abrigar diversas bases de dados (ZHANG *et al.*, 2015).

Foi considerado o período de janeiro de 2010 a novembro de 2020, através do campo “tópico”, que considera o título, resumo, palavras-chave. Como critérios de seleção dos dados foram realizadas 5 análises, da seguinte forma:

A análise 1, referente às publicações sobre uso de pesticidas no Brasil, entre 2010 e 2020, onde foram utilizados os termos (pesticide*) AND (Brazil*).

Para a análise 2 onde avaliou-se o uso de pesticidas e a saúde humana, com utilização dos termos (pesticide*) AND (Brazil*) AND (“human health”). Já para a análise 3, foram utilizados os termos: (pesticide*) AND (Brazil*) AND (“soil contamination”).

A análise 4, referente ao uso de pesticidas e a contaminação de água, após utilizar a terminologia (pesticide*) AND (Brazil*) AND (“water contamination”) OR (“water pollution”). Com relação a contaminação dos alimentos, após utilizar a terminologia (pesticide*) AND (Brazil*) AND (“food contamination”) or (“residues in food”), foram encontradas 14 publicações.

Os resultados obtidos foram avaliados na seguinte ordem: a) Número de publicações; b) Categorias da *WoS*; c) Instituições de pesquisa; d) Número de citações.

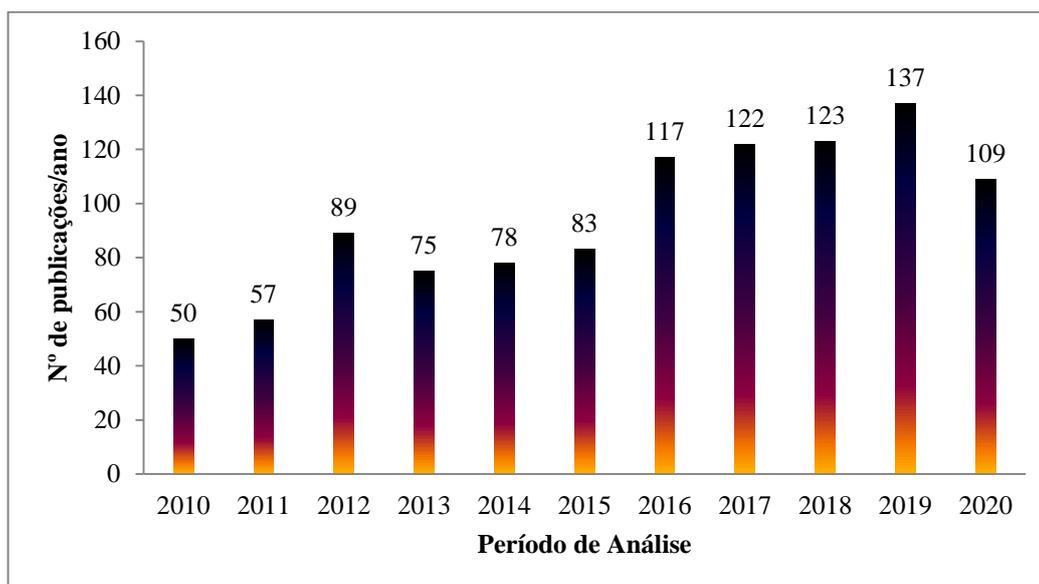
2.1 Análise Bibliométrica

Os indicadores bibliométricos foram desenvolvidos considerando os dados bibliográficos das publicações indexadas no banco de dados da Clarivate Analytics, da *WoS*. Os cálculos da quantidade de publicações e artigos mais citados foram analisados utilizando a ferramenta “Analyzing Results”, fornecida pelo banco de dados, com suporte do MS Excel (v. 2016), bem como a confecção dos gráficos.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Entre janeiro de 2010 e novembro de 2020, foram encontradas 1040 publicações nas bases de dados *WoS* (Web of Science), referentes ao tópico (Pesticide*) AND (Brazil*). No Gráfico 1, é apresentado o número de publicações referentes ao período.

Gráfico 1: Número de publicações referentes ao uso de pesticidas no Brasil entre 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de *WoS*.

Entre 2002 e 2012, a comercialização de pesticidas no país passou de quase três quilos por hectare para sete quilos por hectare, um aumento de 155% (EMBRAPA, 2020). Esse aumento no uso de pesticidas gerou consequentemente, pressões maiores em relação aos cuidados com o meio ambiente e maior número de pesquisas para responder a sociedade sobre a real situação de tal uso e os riscos observados.

Diante disso, as mais diversas áreas começaram a pesquisar sobre o assunto, o que pode ser visualizado na Tabela 1, onde são apresentadas as principais categorias *WoS*, bem como as

instituições de pesquisas que realizaram as 1040 pesquisas sobre pesticidas no Brasil e os respectivos números de publicações em cada item.

É possível observar na Tabela 1, a participação da maioria das Instituições de Ensino e Pesquisa, muitas impulsionadas em responder à sociedade, aos órgãos de defesa do meio ambiente ou até mesmo, para obter dados às empresas fabricantes de pesticidas, como forma de ratificar seus produtos.

Tabela 1: Principais categorias WoS, Instituições de pesquisas e número de publicações em cada item

CATEGORIAS WoS	Nº PUBLIC.	INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Nº PUBLIC.
ENVIRONMENTAL SCIENCES	324	USP	145
PUBLIC ENVIRONMENTAL OCCUPATIONAL HEALTH	134	EMBRAPA	95
TOXICOLOGY	91	UNESP	67
ENTOMOLOGY	81	FIOCRUZ	64
AGRONOMY	73	UFRJ	55
FOOD SCIENCE TECHNOLOGY	73	UFV	45
AGRICULTURE MULTIDISCIPLINARY	60	UFMS	43
CHEM. MULTIDISCIPLINARY	59	UFSC	41
CHEMISTRY ANALYTICAL	44	UNICAMP	40
MARINE FRESHWATER BIOLOGY	36	UnB	35
PLANT SCIENCES	32	UFMS	35
CHEMISTRY APPLIED	25	UFC	35
ECOLOGY	25	UFPR	35
HORTICULTURE	25	UFRGS	34
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	25	FURG	31
WATER RESOURCES	24	UFMG	30
ENGIN. ENVIRONMENTAL	23	UFMT	29
GREEN SUSTAINABLE SCIENCE TECHNOLOGY	19	UFPEL	25
SOIL SCIENCE	19	UFSCAR	25
VETERINARY SCIENCES	18	UFG	23
AGRICULTURAL ENGINEERING	17	UFBA	20
BIOT. APPLIED MICROBIOL.	15	UFU	20
BIOLOGY	14	UFLA	19
ZOOLOGY	14	UFES	19
PHARMACOLOGY PHARMACY	13	UERJ	18

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

Também é possível observar, em ordem decrescente de número de publicações, as principais áreas de pesquisas contempladas, com destaques para a área de Ciências do Meio Ambiente (Environmental Sciences), Saúde Pública Ambiental Ocupacional, toxicologia e etc. No entanto, áreas importantes como Biotecnologia aplicada e microbiologia e farmácia Farmacológica, onde dá-se ênfase para as ferramentas de manipulação de compostos para solução de problemas futuros, foram pouco contempladas ou pesquisadas.

A seguir, são apresentados os dados referentes ao estudo sobre o uso de pesticidas e sua ação quanto à contaminação humana, do solo, da água e dos alimentos.

3.1 Contaminação Humana

Após consulta as bases de dados WoS, foram encontradas 69 publicações referentes à contaminação de seres humanos. Para isso foram utilizadas as seguintes expressões: *(pesticide*) AND (Brazil*) AND ("human health")*.

Neste sentido, as pesquisas concentraram-se, conforme Tabela 2, nas áreas de ciências do meio ambiente, com 32 publicações.

Tabela 2: Principais categorias WoS, Instituições de pesquisas e número de publicações em cada item, referentes ao uso de pesticidas e a saúde humana (Continua)

CATEGORIAS WOS	Nº PUBLIC	INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Nº PUBLIC
ENVIRONMENTAL SCIENCES	32	USP	6
PUBLIC ENVIR. OCCUP. HEALTH	9	UNICAMP	4
WATER RESOURCES	5	UNESP	4
ENGINEERING ENVIRONMENTAL	3	UFES	4
ENTOMOLOGY	3	FURG	4
GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY	3	FIOCRUZ	3
MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	3	UEM	3
AGRONOMY	2	UFBA	3
CHEMISTRY ANALYTICAL	2	UFG	3
CHEMISTRY MULTIDISCIPLINARY	2	UFPR	3
SOIL SCIENCE	2	UFRJ	3
TOXICOLOGY	2	UFPR	3
AGRICULTURAL ENGINEERING	1	UVV	2
ENGINEERING CHEMICAL	1	EMBRAPA	2
ENGINEERING MULTIDISCIPLINARY	1	UFV	2
FOOD SCIENCE TECHNOLOGY	1	MINIST SAUDE	2
GEOGRAPHY	1	NESTLE AS	2
GREEN SUST. SCIENCE TECHN.	1	UNIV BRASILIA UNB	2
HEALTH CARE SCIENCES SERVICES	1	UNIVERSIDADE DE AVEIRO	2
INSTRUMENTS INSTRUMENTATION	1	UENF	2

Tabela 2: Principais categorias WoS, Instituições de pesquisas e número de publicações em cada item, referentes ao uso de pesticidas e a saúde humana (Conclusão)

CATEGORIAS WOS	Nº PUBLIC	INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Nº PUBLIC
LAW	1	UFPR	2
MARINE FRESHWATER BIOLOGY	1	UFMS	2
NURSING	1	UFSC	2
PARASITOLOGY	1	UFC	2
PLANT SCIENCES	1	UNIVERSITY OF GENEVA	2

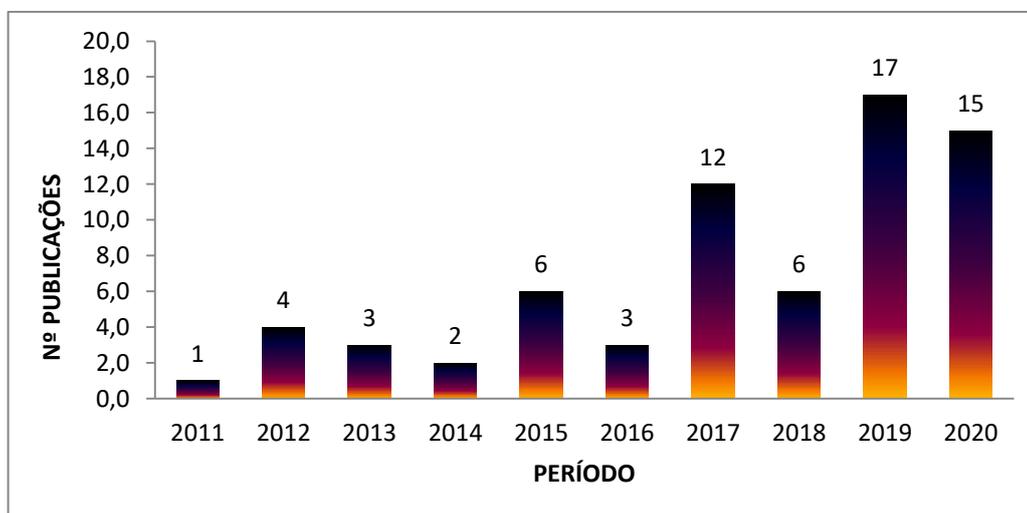
Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

Após analisar a Tabela 2, o fato mais marcante foi encontrar apenas uma publicação referente à área de Enfermagem e área de Tecnologia da Ciência Alimentar, dentre outras que na abrangência do tema, mereceriam destaques de mais pesquisas.

Com relação às instituições de pesquisa, o maior número de publicações concentra-se principalmente na região Sudeste embora a maior quantidade de pesticidas seja empregada na região Sul, responsável por, aproximadamente, 30% desse consumo (CREMONESE *et al.*, 2012).

No Gráfico 2, são apresentados os números de publicações entre 2010 e 2020.

Gráfico 2: Número de publicações referentes ao uso de pesticidas e a saúde humana entre 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

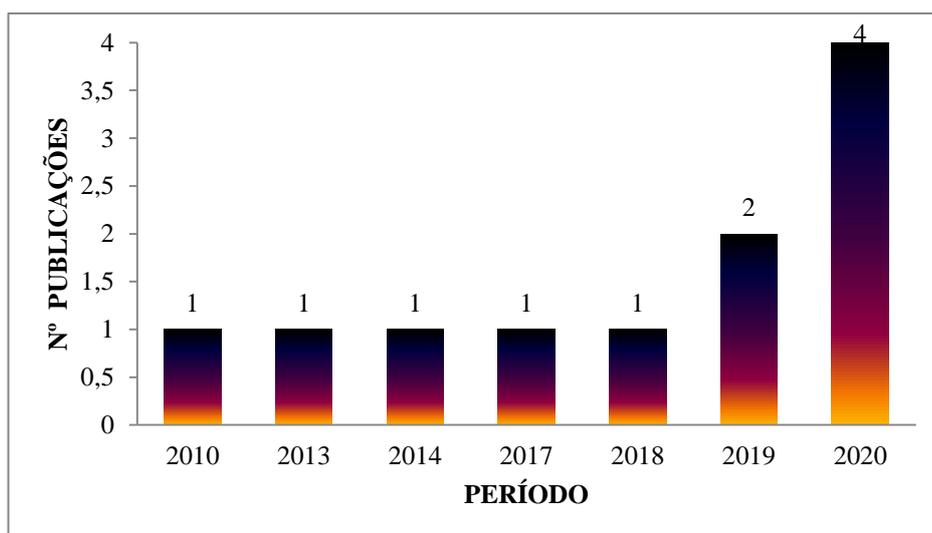
Como é possível observar no Gráfico 2, embora existam ainda, muitas preocupações e falta de informação, nos últimos dois anos, houve uma preocupação maior em relação à necessidade de se obter mais dados em relação aos efeitos do uso de pesticidas na saúde humana.

Houve um impulso entre 2019 e 2020 no número de pesquisas e publicações, originadas possivelmente devido a algumas pesquisas anteriores ao período, constatarem alguns problemas advindos do uso de pesticidas como neoplasia no cérebro, linfoma não-Hodgkin, melanoma cutâneo, câncer no sistema digestivo, câncer nos sistemas genitais masculino e feminino, sistema urinário, sistema respiratório, câncer de mama e câncer de esôfago (BUCCOLINI *et al.*, 2013; MIRANDA FILHO *et al.* 2014; SEGATTO *et al.*, 2015; FORTES *et al.* 2016; SILVA *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2017).

3.2 Contaminação do solo

Com relação à terminologia (pesticide*) AND (Brazil*) AND("soil contamination") utilizada na WoS, foram encontradas 11 publicações entre 2010 e 2020, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3: Número de publicações referentes ao uso de pesticidas e contaminação do solo entre 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

É possível observar que o número de citações dos artigos publicados tem aumentado com o passar do tempo, principalmente entre 2019 e 2020. Isso reflete o interesse crescente em relação ao uso de pesticidas e a contaminação do solo, mesmo que o número de publicações ainda seja pequeno. Tal fato pode ser reflexo de pesquisas feitas em graduações e pós-graduações e que ainda não geraram publicações.

Na Tabela 3 são apresentadas as Instituições de pesquisas e os respectivos números de publicações de cada área.

Conforme Tabela 3, há um grande número de instituições que realizaram pesquisas referentes à contaminação do solo por pesticidas. No entanto, a participação década uma é muito baixa, com no máximo duas publicações entre 2010 e 2020. Valor inexpressivo, quando comparado com a importância do assunto, uma vez que os solos são a base para o desenvolvimento das plantas e animais, ou seja, são a base da biodiversidade e também para as atividades econômicas, principalmente o setor primário — agricultura, pecuária e extrativismo (MENDONÇA, 2020).

Embora existam muitas Instituições envolvidas em pesquisas, o número de publicações ainda é muito baixo se comparado com os problemas e desafios a serem enfrentados pelas futuras gerações e que precisam de respostas do meio científico.

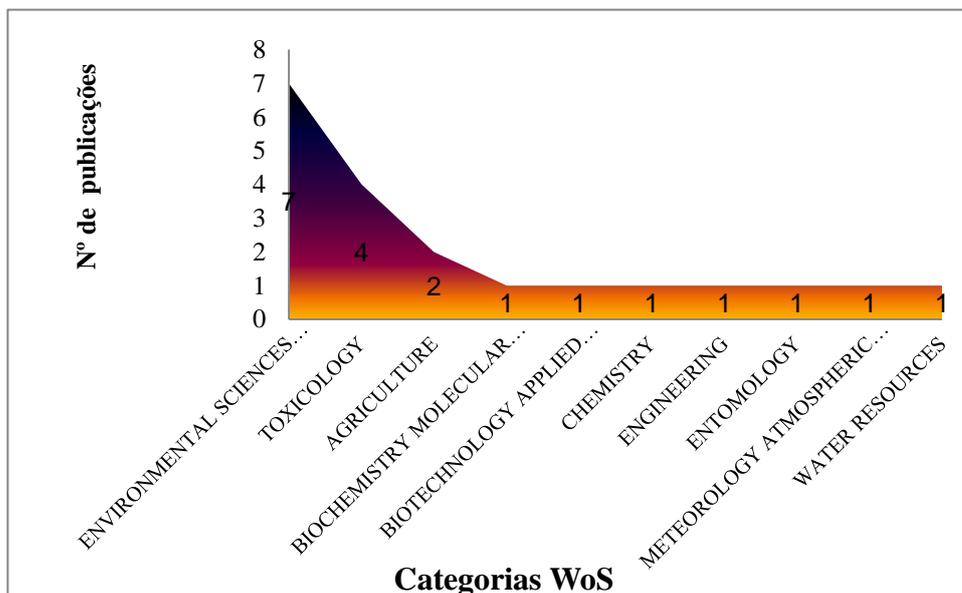
Tabela 3: Instituições de pesquisas e número de publicações referentes à contaminação do solo por pesticidas

INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Nº DE PESQUISA	INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Nº DE PESQUISA
UNIV COIMBRA	2	FREE UNIV BOLZANO	1
UNIV FED RIO GRANDE	2	INST BIOL	1
UNIV FED RIO GRANDE FURG	2	PONTIFICIA UNIV CATOLICA CHILE	1
UNIV FED SANTA CATARINA	2	PROGRAMA POSGRAD CIENCIAS SAUDE	1
BASF SA	1	SECRETARIAT ENVIRONM STATE SAO PAULO SMA SP	1
CHIM LAB	1	UNIV AUTONOMA BARCELONA	1
CTR UNIV DINAM CATARATAS	1	UNIV AVEIRO	1
EMBRAPA MEIO AMBIENTE	1	UNIV CATOLICA SANTOS	1
EMBRAPA UVA VINHO	1	UNIV ESTADO SANTA CATARINA UDESC LAGES	1
ESALQ USP	1	UNIV ESTADO SANTA CATARINA UDESC OESTE	1
EUROPEAN BIOL CONTROL LAB USDA ARS	1	UNIV ESTADUAL OESTE PARANA	1
FAC OSWALDO CRUZ	1	UNIV FED GOIAS	1
FDN EL ESTUDIO ESPECIES INVASIVAS FUEDEI	1		

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

As principais Categorias WoS abrangidas foram Ecologia de Ciências Ambientais e Toxicologia, com sete e quatro registros publicados, respectivamente, conforme o Gráfico 4.

Gráfico 4: Principais Categorias WoS com publicações sobre contaminação do solo por pesticidas entre 2010 e 2020



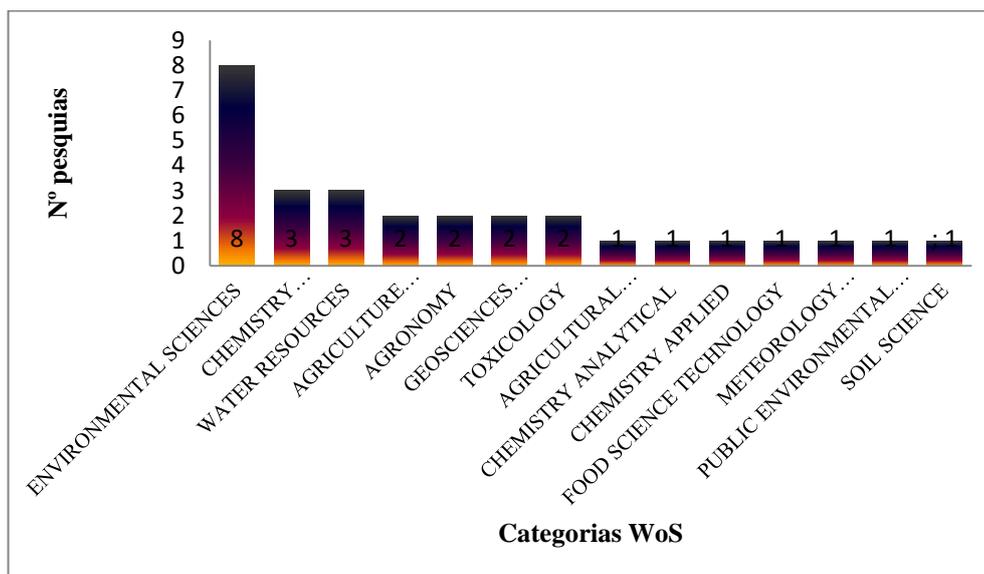
Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

3.3. Contaminação da Água

Após utilizar a terminologia (pesticide*) AND (Brazil*) AND ("water contamination") OR ("water pollution"), foram encontradas 25 publicações. As principais categorias WoS abrangidas pelas publicações referentes ao tema são apresentadas no Gráfico 5, referentes contaminação da água por pesticidas.

É possível observar no Gráfico 5, um número expressivo de publicação na área de ciências do meio ambiente, se comparado com as demais áreas. Áreas como ciências do solo, por exemplo, apresentam apenas 1 artigo, sendo que o solo é o primeiro receptor de pesticidas. Desta forma, esperava-se que este fosse fator de maior estudo e preocupação uma vez que, segundo Gibbons *et al.* (2016), o fato dos pesticidas permanecerem no ambiente por meses ou até anos após a sua aplicação e sua grande solubilidade na água possibilitaram que eles se espalhassem pelo solo, pela água. Como consequência disso até mesmo plantas que não são diretamente tratadas com esses produtos, assim como muitas espécies de animais que não são o alvo dos pesticidas acabam se contaminando de forma indireta.

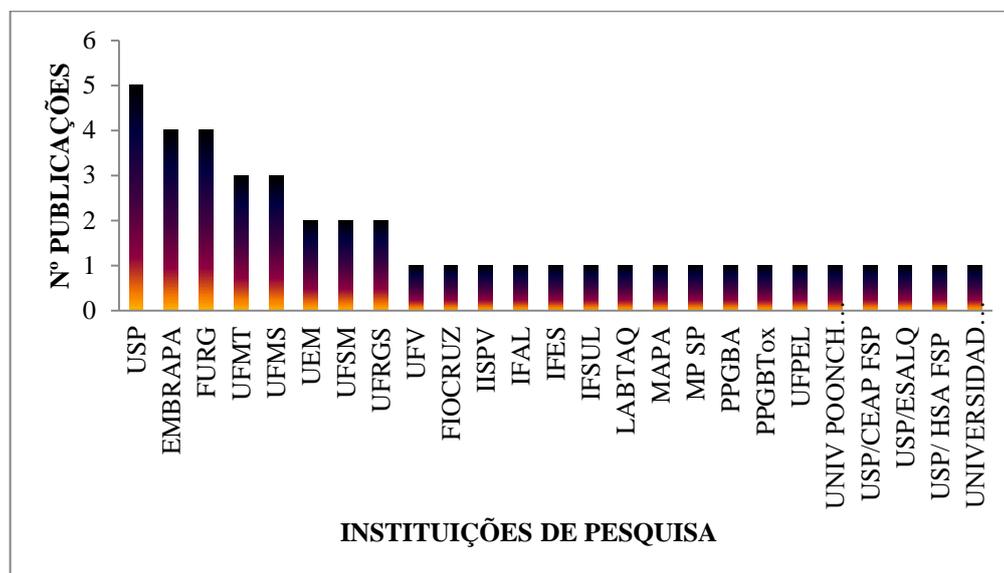
Gráfico 5: Principais Categorias WoS com publicações sobre contaminação da água por pesticidas entre 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

No Gráfico 6, são apresentadas as principais instituições que realizaram pesquisas referentes à contaminação do solo por pesticidas.

Gráfico 6: Instituições de pesquisas e número de publicações, referentes à contaminação da água por pesticidas entre 2010 e 2020



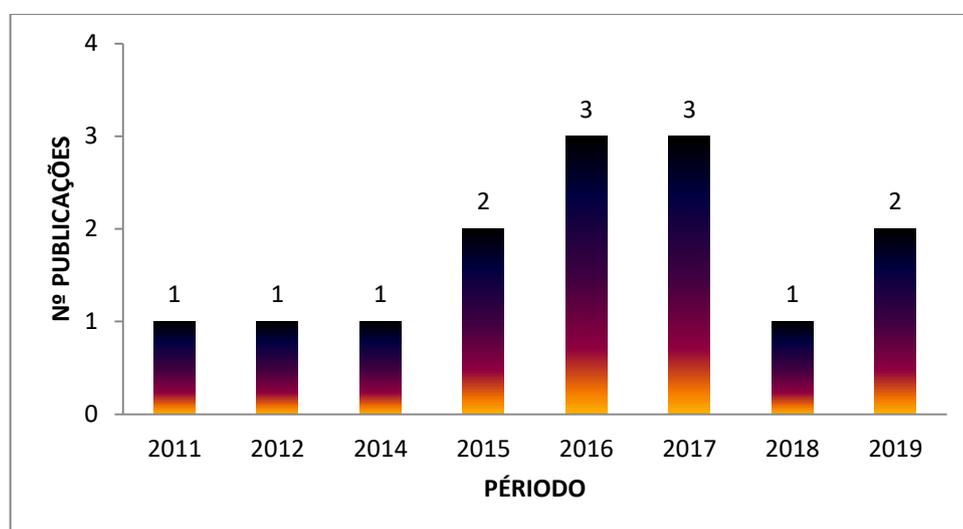
Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

Como nas demais áreas pesquisadas, as principais instituições são a USP, e a EMBRAPA, seguidas por aquelas localizadas em regiões onde a demanda por pesticidas é maior devido a monocultura em larga escala como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e a região Sul do país.

3.4 Contaminação dos Alimentos

Após busca nas bases de dados, constatou-se uma baixa quantidade de pesquisas feitas entre 2010 e 2020 conforme apresentado no Gráfico 7. Após utilizar a terminologia (pesticide*) AND (Brazil*) AND ("food contamination") or ("residues in food"), foram encontradas 14 publicações.

Gráfico7: Número de publicações referentes ao uso de pesticidas e a contaminação de alimentos entre 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

Mesmo com tantos problemas verificados por órgãos de saúde, e alertas sobre os malefícios do uso de pesticidas, o número de pesquisas publicadas na WoS, base de dados de referência internacional, é muito baixo. Em 2020, não se encontrou nenhuma publicação referente o uso de pesticidas e a contaminação de alimentos nas bases de dados.

Na Tabela 4 são apresentadas as instituições de pesquisas que originaram papers publicados na WoS.

Tabela 4: Instituições de pesquisas e número de publicações referentes à contaminação dos alimentos por pesticidas

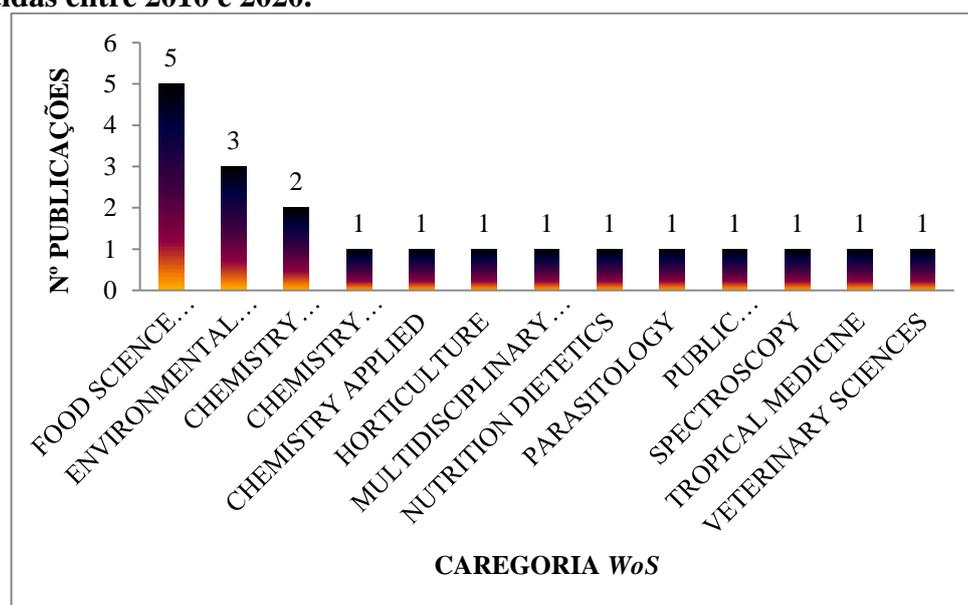
INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Nº PUBLIC.	INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Nº PUBLIC.
UVV	3	QUIMIPLAN LAB	1
UCS	2	STATE UNIV CTR WESTERN ZONE UEZO	1
UFJF	2	UNB	1
UFES	2	USP	1
UFRJ	2	UEL	1
EPAGRI	1	UFSM	1
UENF	1	UFSJ	1
UFRJ	1	UFRRJ	1
UFV	1	UNIVERSITY HOHENHEIM	1
FIOCRUZ	1	UNIVERSITY OF CENTRAL VENEZUELA	1

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

Após analisar a Tabela 4, constatou-se que houve mudanças com relação ao interesse por pesquisar sobre usos e efeitos dos pesticidas em alimentos em detrimento das áreas de contaminação do solo, da água e do ser humano. Nestas, as regiões sudeste (USP, EMBRAPA, UNICAMP), MT, MS e Sul destacavam-se em número de publicações.

No Gráfico 8, são apresentadas as principais categorias WoS com publicações referentes a contaminação dos alimentos por pesticidas.

Gráfico 8: Principais Categorias WoS com publicações sobre contaminação dos alimentos por pesticidas entre 2010 e 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de WoS.

Da mesma forma, após analisar o Gráfico 8, referente às categorias WoS e número de publicações, verificou-se que a área de ciência dos alimentos destacou-se com 5 publicações, em relação as demais. Outras áreas como química e química aplicada também foram evidenciadas quanto ao interesse pelo tema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se constatar com pesquisa bibliográfica, referente ao uso de pesticidas e suas consequências para o meio ambiente que há uma falha no sistema, pois foram encontrados poucos estudos se considerarmos todo um contexto social voltado para a preservação, principalmente após a revolução verde.

Sabe-se que a pesquisa não para. Sempre há alunos pesquisadores se formando e defendendo seus trabalhos. Baseado nisso, o que possa estar havendo são publicações de seus artigos em revistas de baixo impacto social, por serem gratuitas e/ou mais acessíveis para publicar ao invés de priorizarem àquelas de alto impacto e que poderiam causar mais repercussão no meio científico e comercial.

Outra situação apresentada após a pesquisa é a baixa procura pelos pesquisadores, por áreas que poderiam fazer a diferença ou estão diretamente relacionadas ao tema em questão como, por exemplo, a área de enfermagem, pouco estudada quanto à contaminação dos seres humanos.

Desta forma, é de suma importância, que as instituições de pesquisas, principalmente as públicas, sejam adequadamente providas de meios físicos, humanos e investimentos, que lhes permita sanar as lacunas através do desenvolvimento de pesquisas voltadas a buscar por respostas às questões referentes ao uso de pesticidas junto a sociedade e assim, trazer mais ferramentas e soluções para tornar o meio ambiente como um todo, mais saudável.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva *et al.*.Saúde, Ambiente e Sustentabilidade. In:Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: **Expressão Popular**, 2015. 624 p. Disponível em: <https://abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/>. Acesso em: 13 mai. 2020.

BALDISSARELLI, D.P. *et al.*.Remediation of soils contaminated by pesticides using physicochemical processes: a brief review. **Planta Daninha**.2019; v. 37:e019184975. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100054>.Acesso em: 20 mai. 2020. .

BOMBARDI, L.M. Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. In: MERLINO, T.; MENDONÇA, M.L. organizadores. **Direitos humanos no Brasil 2012: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos**. São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos; 2012. p. 75-86.

BUCCOLINI, P.M. *et al.* Pesticide use and non-Hodgkin's lymphoma mortality in Brazil. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. V.216, n.4, p.461-466, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23602533>. Acesso em: 17 nov.2020.

CALEGARI, R.P. *et al.* Removal of diuron and hexazinone from public water supply using a filter system. **Planta daninha**. vol.36 Viçosa 2018. Epub Dec 03, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100147>. Acesso em: 01 jun. 2020.

CALDAS, E. D. *et al.* Organochlorine pesticides in water, sediment, and fish of Paranoá Lake of Brasília, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 62, n. 2, p. 199-206, 1999.

CARAMELLO, C.S. *et al.* Efectos de un herbicida a base de glifosato sobre hemáties de *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae). **Rev. Veterinária**. 29 (2): 123-127. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30972/vet.2923277>. Acesso em: 01 jun.2020.

CARNEIRO, F. F., *et al.* Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde. In: Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: **Expressão Popular**, 2015. p: 46 – 90. 624 p. Disponível em: <https://abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/>. Acesso em: 13 maio 2020.

CASTRO, A.A. *et al.* Organophosphorus degrading enzymes: Molecular basis and perspectives for enzymatic bioremediation of agrochemicals. **Ciência e Agrotecnologia**, v.41, n.5, p.471-482, Sep/Oct. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542017415000417>. Acesso em: 20 maio 2020.

CASTRO, A.A. *et al.* Using a toxicity test with *Ruppia maritima* (Linnaeus) to assess the effects of Roundup. *Marine Pollut. Bull.* v.91, n.2, p.506-10, 28 fev. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.006>. Acesso em: 29 abri. 2020.

COSTA, V.I.B.; MELLO, M.S.C. e FRIEDRICH, K. Exposição ambiental e ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. **Saúde debate**. v.41, n.112, p.49-62. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sdeb/v41n112/0103-1104-sdeb-41-112-0049.pdf>. Acesso em: 17 nov.2020.

CREMONESE, C. *et al.* Exposição a agrotóxicos e eventos adversos na gravidez no Sul do Brasil, 1996-2000. **Cad. Saúde Pública**. v.28, n.7, p.1263-1272, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v28n7/05.pdf>. Acesso em: 17 nov.2020.

DIANESE, J. C.; PIGATI, P.; KITAYAMA, K. Resíduos de inseticidas clorados no lago Paranoá de Brasília. **O Biológico**, v. 42, n. 7-8, p. 151-155, 1976.

EDWARDS, Clive Arthur. **Persistent pesticides in the environment**. 2ª ed. Cleveland, CRC Press. 170p.

EMBRAPA. **Controle biológico**: ciência a serviço da sustentabilidade. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>. Acesso em: 10 out 2020.

FACCHINI, Luiz Augusto; SOUZA, Luís Eugênio. In: Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: **Expressão Popular**, 2015. 624 p. Disponível em: <https://abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/>. Acesso em: 13 mai. 2020.

FAO STAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Pesticides Use**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>. Acesso em: 16 mar. 2020.

FORTES, C. *et al.*. Occupational exposure to pesticides with occupational sun exposure increases the risk for *Cutaneous melanoma*. **J. Occup. Environ. Med.** v.58, n.4, p.370-375, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27058477>. Acesso em: 17 nov. 2020.

GAMA, A.F.; OLIVEIRA, A.H.B.; CAVALCANTE, R.M. Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química de recursos hídricos no semiárido Cearense. **Química Nova**, v.36, p.462-7, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000300017>. Acesso em: 15 mar. 2020.

GERLACH, T. Hillslope troughs for measuring sediment movement. **Review Géomorphologia Dynamics**, v. 17, p. 173, 1967. Acesso em: 01 jun. 2020.

GIBBONS, D. *et al.* A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, p. 103–118. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4284370/>. Acesso em: 01 nov. 2020.

ISMAEL, L.L.; ROCHA, E.M.R. Estimativa de contaminação de águas subterrâneas e superficiais por agrotóxicos em área sucroalcooleira, Santa Rita/PB, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, 24(12):4665-4675, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182412.27762017>. Acesso em: 29 mar. 2020.

JOBIM, P.F.C. *et al.* Existe uma associação entre mortalidade por câncer e uso de agrotóxicos? Uma contribuição ao debate. **Cienc. Saúde Colet.** 15(1):277-288, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232010000100033>. Acesso em: 29 mar. 2020.

LOPES, C.V.A.; ALBUQUERQUE, G.S.C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde e Debate**. RIO DE JANEIRO, V. 42, N. 117, P. 518-534, ABR-JUN 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>. Acesso em: 29 mar. 2020.

MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Residual effect of herbicides in soil (Carryover). **Rev. Bras. de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, mai./ago, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v10i2.106>. Acesso em: 25 mai. 2020.

MARCHESAN, E. D. *et al.* Integration mulches with atrazine for weed management in corn. **Rev. Bras. De Ciências Agrárias**. v. 11, n. 1, p. 1-7, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i1a5353>. Acesso em: 20 mai. 2020.

MENDONÇA, G.H. **Solo**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/o-solo.htm>. Acesso em: 17 nov.2020.

MIRANDA FILHO, A.L. *et al.* Brain cancer mortality in an agricultural and a metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil: a population-based, age-period-cohort study, 1996-2010. **BMC. Cancer**.14:320. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24884498>. Acesso em: 17 nov.2020.

MONQUERO, P. A.;BRAGA, E.N.; MALARDO, M.R. Manejo de *Merremiaegyptia* com misturas de herbicidas utilizando diferentes lâminas de água e na presença ou ausência de palha de cana-de-açúcar. **Rev. Bras. Herbic.**, v. 13, n. 2, p. 88-96, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v13i2.288>. Acesso em: 25 mai. 2020.

OLIVEIRA, C.A. *et al.* Comparative uptake, bioaccumulation, and gill damages of inorganic mercury in tropical and Nordic freshwater fish. **Environmental Research**.v. 83, Issue 3, July, p. 286-292. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4056>. Acesso em: 25 mai. 2020.

OLIVEIRA, T.G.; FAVARETO, A.P.A.; ANTUNES, P.A. Agrotóxicos: levantamento dos mais utilizados no oeste Paulista e seus efeitos como desreguladores endócrinos. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v.9, n.11, p.375-390, 2013.Disponível em: <https://doi.org/10.17271/198008279112013684>. Acesso em: 20 abr. 2020.

PICCOLI, C.*et al.*Pesticide exposure and thyroid function in an agricultural population in Brazil. **Environ Res**.n.151, p.389-98, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.011>. Acesso em: 20 abr. 2020.

PIGNATI, W.A. *et al.*...Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, n.10, p.3281-3293, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SANCHES, A.L.M.*et al.*...Single and mixture toxicity of abamectin and difenoconazole to adult zebrafish (*Danio rerio*). **Chemosphere**.n.188, p.582- 587, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28917210>. Acesso em: 10 abr. 2020.

SEGATTO, M.M.*et al.*Residential and occupational exposure to pesticides may increase risk for cutaneous melanoma: a case-control study conducted in the south of Brazil. **Int. J. Dermatol**. v.54, n.12, p.527-538. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26266338>. Acesso em: 17 nov.2020.

SILVA, A.C. *et al.*. Perfil socioeconômico de Trabalhadores Rurais portadores de neoplasia/Socioeconomic profile of rural workerscancersufferers. **Rev. Pesq.: Cuidado Fund. Online**. v.8, n.3, p.4891-4897, 2016. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/cuidadofundamental/article/view/4477>. Acesso em: 17 nov.2020.

SOUZA, T.D.; *et al.*...Removal of chlorpyrifos insecticide in constructed wetlands with different plant species. **Rev. Bras. de Eng. Agrí. e Amb**.v.21, n.12, p.878-883, 2017.Campina Grande,

PB. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n12p878-883>. Acesso em: 18 abr. 2020.

TANIGUCHI, N. Contaminação da água potável por agrotóxico no Brasil é tema de audiência pública na Câmara dos Deputados. **Fundação Fiocruz**. Brasília. 14 jun.2019. Disponível em: <https://www.fiocruzbrasil.fiocruz.br/contaminacao-da-agua-potavel-por-agrotoxico-no-brasil-e-tema-de-audiencia-publica-na-camara-dos-deputados/>. Acesso em: 22 maio 2020.

Web of Science (WoS) –**Clarivate Analytics**. Disponível em: <https://login.webofknowledge.com/error/Error?Error=IPError&PathInfo=%2F&RouterURL=http%3A%2F%2Fwww.webofknowledge.com%2F&Domain=.webofknowledge.com&Src=IP&Alias=WOK5>. Acesso em: 22 out.2020.