

UNIFACCAMP - CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA

BRUNA CRISTINA HESPANHOL NEVES

**AGROTÓXICOS E AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS PARA
PROTEÇÃO DOS ALIMENTOS**

Campo Limpo Paulista

Novembro de 2020

Bruna Cristina Hespanhol Neves

AGROTÓXICOS E AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS PARA PROTEÇÃO DOS ALIMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química, do Centro Universitário de Campo Limpo Paulista, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador(a): Prof. Dra. Maria do Carmo Santos Guedes

Campo Limpo Paulista

Novembro de 2020

Dedico este trabalho a todo corpo discente,
pela dedicação, paciência e ensinamentos
durante todo o curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a minha orientadora Prof. Dra. Maria do Carmo Santos Guedes pela instrução e apoio no desenvolvimento do trabalho e conclusão dele,

A coordenadora Julia Rabello Buci pelo apoio durante a trajetória do projeto e mentoria.

E por fim, minha família e amigos por todo o suporte, amor e solidariedade durante o curso de bacharelado.

RESUMO

Devido à sua versatilidade, a agricultura abrange vários campos de conhecimento; como economia, direito, sociedade, cultura, meio ambiente e funções humanitárias. Este trabalho tem como objetivo estudar os agrotóxicos sob a perspectiva de seu impacto nas biotas e descrever medidas sustentáveis de proteção de alimentos, através da pesquisa exploratória por meio de um levantamento bibliográfico com abordagem qualitativa. Os modelos de agricultura biodinâmica, orgânica, biológica ou natural, consistem em diferentes conjuntos de tecnologia de acordo com o meio ambiente e a produção de alimentos, visando a saúde e preservação do meio para gerações futuras. Lavar folhas, vegetais e frutas pode remover muito bem as impurezas, mas não reduzirá o teor dos agrotóxicos. Na casca dura e grossa, é difícil a entrada de substâncias nocivas na polpa, mesmo assim, devido ao uso abusivo de agrotóxicos, a contaminação dentro dos alimentos ainda é comum. Infelizmente, a única forma de garantir o consumo de produtos livres de agrotóxicos é comprando produtos orgânicos certificados. A legislação ambiental brasileira prevê diversas restrições ao uso, compra, dispensa e registro dos defensivos agrícolas. Todavia, ainda não se observa um cumprimento fidedigno a ela devido à falta de responsabilidade dos governantes e seus representantes, de fiscalização e rigidez executória, seja pelo número escasso de fiscais capacitados ou pela ética nas fiscalizações.

Palavras chaves: Agrotóxicos, preservação, legislação ambiental Brasileira, proteção dos alimentos, impactos.

ABSTRACTS

Due to its versatility, agriculture covers several fields of knowledge; such as economics, law, society, culture, environment and humanitarian functions. This work aims to study pesticides from the perspective of their impact on biotas and to describe sustainable food protection measures, through exploratory research through a bibliographic survey with a qualitative approach. Models of biodynamic, organic, organic or natural agriculture consist of different sets of technology according to the environment and food production, aiming at the health and preservation of the environment for future generations. Washing leaves, vegetables and fruits can remove impurities very well, but will not reduce the content of pesticides. In the hard and thick peel, it is difficult for harmful substances to enter the pulp, even so, due to the abusive use of pesticides, contamination inside food is still common. Unfortunately, the only way to guarantee the consumption of pesticide-free products is to buy certified organic products. Brazilian environmental legislation provides for several restrictions on the use, purchase, dispensation and registration of pesticides. However, there is still no reliable compliance with it due to the lack of responsibility of government officials and their representatives, of inspection and enforcement rigidity, either due to the scarce number of trained inspectors or due to the ethics in inspections.

Key words: Pesticides, preservation, Brazilian environmental legislation, food protection, impacts.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

ANVISA	AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
ICMS	COMERCIALIZAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS
CISAP	COMISSÃO INTERMINISTERIAL DE SUSTENTABILIDADE NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
CMMAD	COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CL50	CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
DDT	DICLORO-DIFENIL-TRICLOROETANO
DL50	DOSE LETAL DE 50%
FAO	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION
HCB	HEXAFLORO BENZENO
HCH	HEXAFLOROCICLOHEXANO
ICM	IMPOSTO DE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS
IPI	IMPOSTO SOBRE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS
IBAMA	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
INCA	INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER
ILPF	INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA
MAPA	MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
PNMA	PACIFIC NORTHWEST MONTESSORI ASSOCIATION
PARA	PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS
PNDA	PROGRAMA NACIONAL DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

REDD REDUÇÃO DAS EMISSÕES POR DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO
FLORESTAL

REISB REGIME ESPECIAL DE INCENTIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO
SANEAMENTO BÁSICO

SISNAMA SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

SNC SISTEMA NERVOSO CENTRAL

WECD WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENTS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estruturas químicas da Atrazina, Acefato e Paraquate.....	17
Figura 2: Estruturas químicas dos novos agrotóxicos permitidos no Brasil, Florpirauxifen-benzil e Fluopiram.....	19
Figura 3: Estruturas químicas do DDT e seus metabólitos DDD e DDE.....	24
Figura 4: Estruturas químicas dos agrotóxicos organoclorados Aldrin, Dieldrin, Eldrin e Clordano.....	25
Figura 5: Estrutura química básica dos organofosforados e exemplos.....	25
Figura 6: Ranking de alimentos de acordo com percentual de amostras inadequadas ao consumo segundo a Anvisa.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Agrotóxicos, classificação e exemplos.....	20
Tabela 2: Área plantada, média de uso por hectare e total de agrotóxicos por tipo de lavoura no Brasil.....	21
Tabela 3: Classificação em relação à toxicidade.....	22
Tabela 4: Classes e Grupos Químicos.....	23
Tabela 5: Exposição aos agrotóxicos.....	28
Tabela 6: Toxicidade e persistência ambiental de alguns agrotóxicos.....	29
Tabela 7: Categoria e Toxicidade.....	31
Tabela 8: Ativos autorizados pela ANVISA.....	32
Tabela 9: Ativos não-autorizados pela ANVISA.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivo.....	13
1.2. Objetivos Específicos.....	14
1.3. Justificativa	14
2. AGROTÓXICOS.....	15
2.1. Definição e Classificação.....	16
2.2. Aspectos químicos dos agrotóxicos.....	23
2.3. Toxicologia dos agrotóxicos.....	27
2.4. Agrotóxicos nos alimentos	33
2.5. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana.....	36
2.6. Legislação brasileira para os agrotóxicos	36
3. PRÁTICAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS	40
3.1. Sustentabilidade e Agricultura Sustentável.....	40
3.2. Alternativas sustentáveis para produção de alimentos	41
3.3. Legislação brasileira para práticas sustentáveis.....	43
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

Há menos de 10.000 anos o ser humano deu um salto em seu desenvolvimento, ao iniciar o cultivo de plantas e animais para sua subsistência. Assim, surgiu a agricultura que, em decorrência da crescente necessidade de produção de energia, alimentos e outros bens de consumo para os seres humanos, tem se intensificado, alterando cada vez mais os ambientes naturais (MAZOYER; ROUDART, 2010).

A adição de compostos químicos às áreas cultiváveis, como os agrotóxicos, tem sido empregada como uma das formas de potencialização da produção agrícola, seja para correções de solo, seja para adubação ou para o controle de organismos invasores. O uso extensivo dos agrotóxicos na agricultura se inicia na década de 1950, nos Estados Unidos, com a chamada 'Revolução Verde', com o objetivo de modernizar a agricultura e aumentar sua produtividade. No Brasil, esse movimento é iniciado nos anos 60 e, com a implantação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), ganha impulso na década de 1970. O programa vinculava a utilização dessas substâncias à concessão de créditos agrícolas, sendo o Estado um dos principais incentivadores dessa prática (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

A agropecuária é a atividade econômica mais importante para diversos estados brasileiros, em especial para aqueles localizados na região Centro-Oeste, caracterizando-se por grandes latifúndios com alta concentração da propriedade da terra, produção agrícola baseada na monocultura, mecanização em larga escala, precarização das relações de trabalho, uma grande infraestrutura para armazenamento, comercialização e transporte da safra e dos insumos necessários a esta atividade e elevação dos riscos socioambientais (NASRALA *et al.*, 2014).

Nesse sentido, o Brasil mantém políticas públicas que fomentam o uso e o comércio de agrotóxicos mantidas pela influência da bancada ruralista no Congresso Nacional, com custos irrisórios de registro de produtos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (de R\$ 180,00 a R\$ 1.800,00) e a isenção, na maioria dos estados, do Imposto sobre a Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS).

O emprego de agrotóxicos, porém, ao mesmo tempo que gera crescimento econômico, provoca riscos ao meio ambiente e à saúde humana. Em 2019, no Brasil,

as vendas de agrotóxicos atingiram o montante de 335 mil toneladas de inseticidas, herbicidas e fungicidas, tornando-se o maior consumidor mundial de agrotóxicos, ultrapassando os Estados Unidos (CANAL AGRO ESTADÃO, 2020).

Estes dados são muito preocupantes, pois, segundo Oliveira, existe uma relação direta entre as curvas de crescimento dos registros de intoxicação por agrotóxicos e os valores das vendas de agrotóxicos.

Agrotóxicos são, ao mesmo tempo, insumos agrícolas e produtos perigosos, razão pela qual devem ser regulados pelo Estado. Causam danos ao ambiente e à saúde. Seu uso deveria ser fiscalizado pela sociedade e por instituições dos setores da agricultura, meio ambiente e saúde. O Brasil possui, desde a década de 1970, legislações que regulamentam o registro, a produção, o uso e o comércio dessas substâncias em seu território. Além da relativa frouxidão, que marca tais processos, exemplificada pela liberação de produtos proibidos em diversas regiões do planeta, a grande fragilidade está na fiscalização e nas medidas adotadas para que tais legislações sejam cumpridas (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Diversos estudos mostram que quando o agrotóxico é aplicado poderá contaminar o ambiente e seu potencial tóxico afetar a saúde da população urbana ou rural com efeitos carcinogênicos, mutagênicos, teratogênicos, neuroendócrinos, dificuldades respiratórias, problemas de memória e de pele, depressão, entre outros (NASRALA NETO *et al.*, 2014).

Em face dos problemas ambientais e à saúde humana, as pessoas têm voltado sua atenção para a produção e consumo de alimentos orgânicos, buscando o ponto de equilíbrio entre a rentabilidade agrícola e a preservação dos recursos naturais (GLETTE, 2020).

1.1. Objetivo

Esse trabalho tem como propósito estudar os agrotóxicos, do ponto de vista dos impactos que acarretam à biota, e descrever as práticas sustentáveis para a proteção dos alimentos.

1.2 Objetivos Específicos

- a. Descrever o modelo tradicional de agricultura e os agrotóxicos empregados
- b. Classificar os agrotóxicos, discutir sua toxicidade e a legislação aplicada a eles;
- c. Definir e avaliar sustentabilidade e as práticas sustentáveis e a legislação aplicada.

1.3. Justificativa

Tendo em vista o crescimento populacional e as necessidades de inovação no ramo agrícola, tem cada vez mais discussões de criação para técnicas capazes de sustentar a população e diminuir os impactos ambientais causados pela agricultura atual.

A agricultura, por possuir multifuncionalidade, engloba diversas áreas de conhecimento e funções econômicas, legais, sociais, culturais, ambiental e humanitárias. É exatamente sobre esta função ambiental que este trabalho pretende incidir e colaborar, buscando destrinchá-lo adequadamente para delinear suas potencialidades e limitações na aceitação social.

O presente trabalho pode contribuir para ampliação do tema abordado e possibilidade de aprimoramento intelectual.

1.4. Metodologia

O presente estudo consiste em uma pesquisa exploratória realizada através de um levantamento bibliográfico com abordagem qualitativa, onde foram utilizados livros, obtidos a partir do acervo bibliográfico da presente instituição, e artigos e teses encontrados nas bases de dados da *Scielo* e *Pubmed.*, entre periódicos nacionais e internacionais, compreendidos entre os anos de 2009 e 2020. Os artigos e teses foram encontrados utilizando os seguintes descritores: *Agrotóxicos*, *Sustentabilidade*, *Agricultura sustentável*.

2. AGROTÓXICOS

O padrão agrícola estabelecido no período pós-Segunda Guerra Mundial teve a sua base tecnológica assentada, principalmente, no uso de agrotóxicos e de fertilizantes, na mecanização do campo, em cultivares de alto potencial de rendimento e em técnicas de irrigação, visando a elevação dos índices de produtividade. Esse modelo de agricultura nos países industrializados é resultado de processos contínuos de mudanças que a agricultura sofreu a partir da Revolução Industrial, quando as primeiras máquinas agrícolas vinham propor o desuso de ferramentas tradicionais (JARDIM *et al.*, 2009).

A partir da década de 60, o modelo agrícola foi difundido para as regiões de países em desenvolvimento, num processo conhecido como Revolução Verde. Desde essa época, pesquisadores de vários países industrializados prometiam, através da invenção e da disseminação de novas sementes e práticas agrícolas, aumentar a produtividade na agricultura e resolver o problema da fome nos países em desenvolvimento. A introdução dessas práticas em países menos desenvolvidos provocou um aumento na produção agrícola de países não-industrializados. Nessa ocasião, países como o Brasil e a Índia foram alguns dos principais beneficiados. Juntamente com esses benefícios, alguns problemas começaram a surgir, sendo estes observados a partir do crescimento acelerado e desordenado do setor agrícola

O modelo agrícola tradicional, ou "agronegócio" tem como base a política mundial de globalização de mercados e é representado pelos interesses de conglomerados empresariais multinacionais.

Nesse modelo, há o emprego em massa de agrotóxicos, justificado pelos empresários diante do crescimento populacional. O crescimento em escala industrial da produção agrícola e a política de redução das perdas em cada safra propiciaram o aumento gigantesco do consumo de agrotóxicos. As lavouras tornaram-se altamente dependentes de insumos como os agrotóxicos, tornando um modelo agrícola "agrotóxico dependente" (NASRALA NETO *et al.*, 2014).

2.1. Definição e Classificação

O termo agrotóxico, apesar de ser o mais amplamente empregado e o utilizado em lei (7.802/89), não é o único existente. A lista de nomenclaturas para estes compostos químicos é vasta e compreende desde o termo *agroquímicos*, derivada do inglês “agrochemicals”, até os termos “remédio” e “veneno”, decorrentes do uso destes em campo. Outras nomenclaturas são: pesticidas, praguicidas, biocidas e defensivos agrícolas. Esta última denominação (defensivos agrícolas), apesar de sua conotação errônea que não explicita as possíveis ações danosas dos produtos, foi amplamente empregada pela legislação Brasileira até a constituição de 1989 (Lei Federal 7.802 de 11 de julho de 1989), conhecida como “A lei dos agrotóxicos”.

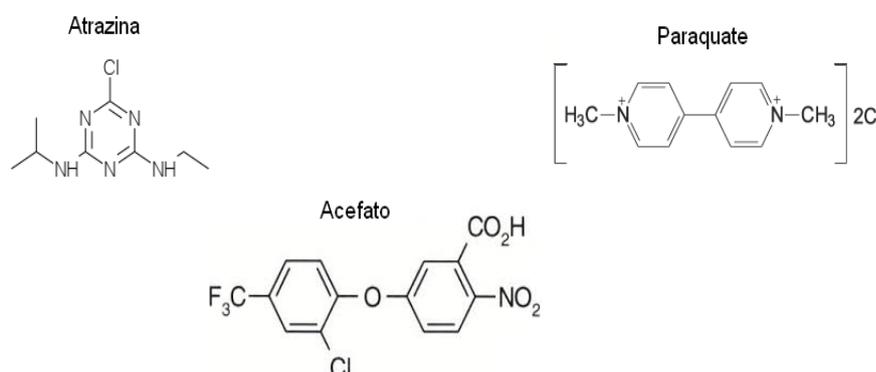
De acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO) são considerados agrotóxicos quaisquer substância ou mistura de substâncias utilizadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, espécies indesejadas de plantas e animais, causadoras de danos durante (ou interferindo na) produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados – ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pestes que acometem os corpos de animais de criação. Além de certas fontes biológicas, os pesticidas também incluem uma variedade de substâncias químicas, que podem ser classificadas de acordo com os tipos de pragas que eles controlam, a estrutura química das substâncias ativas e seu impacto na saúde humana e no meio ambiente (PERES; MOREIRA, 2003).

Os produtos agrotóxicos são regulados no Brasil desde a promulgação do Decreto nº 24.114 em 1934, que estabeleceu as diretrizes e obrigações para a produção, importação, exportação, comercialização e uso no Brasil. A Lei nº 7802/1989 trouxe mudanças importantes na regulação do tema, como a inclusão do órgão responsável pelo setor de meio ambiente, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no processo de avaliação e registro destes produtos no país. Além do IBAMA, o registro envolve o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que avalia questões agronômicas, e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que avalia o impacto do uso dos agrotóxicos na saúde humana (REBELLO; CALDAS, 2014).

No Brasil, o uso dos agrotóxicos começou a difundir-se em meados da década de 1940. No final da década de 1960, devido às isenções fiscais, como o Imposto de Circulação de Mercadorias (ICM) e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), além dos impostos de importação sobre produtos não produzidos no Brasil e fora do Brasil, o montante das isenções tributárias se acelerou (PORTO *et al*, 2012).

A primeira geração de produtos agrotóxicos clorados acabou mundialmente banida, por serem persistente e extensivos no meio ambiente, e somente em 1985 essa classe foi abolida no Brasil (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012). Dos dez ingredientes ativos mais utilizados no Brasil, três são proibidos na União Europeia (acefato, atrazina e paraquate) (Figura 1), mas são de uso autorizado nos Estados Unidos, Japão, China e nos demais países do Mercosul (MORAES, 2019).

Figura 1: Estruturas químicas da Atrazina, Acefato e Paraquate



Fonte: MORAES, 2019

No ano de 2019 o Brasil aprovou o registro de 474 agrotóxicos, maior número documentado pelo Ministério da Agricultura, que divulga esses dados desde 2005. É um volume 5,5% maior do que o de 2018, quando foram liberados 449 pesticidas, um recorde até então. Os registros vêm crescendo no país desde 2016.

Do total de 2019, 26 dos pesticidas são inéditos (5,4%) e 448 são genéricos (94,5%), ou seja, são "cópias" de princípios ativos inéditos que podem ser feitas quando caem as patentes ou produtos baseados em ingredientes já existentes no mercado.

De todos os produtos liberados ao longo do ano, 40 são biológicos (8,4%). Pela legislação brasileira, tanto esses produtos, utilizados na agricultura orgânica, quanto os químicos, aplicados na produção convencional, são considerados agrotóxicos.

Os princípios ativos químicos novos foram Florpiauxifen-benzil, Fluopiram e Dinotefuran. O Dinotefuran é um inseticida considerado "extremamente tóxico" na classificação da Anvisa, reformulada neste ano, para o uso da indústria. O registro foi divulgado em setembro e, no mês seguinte, saiu a liberação para produtos finais à base dele, que são classificados como "produto Improvável de causar dano agudo", categoria 5 da Anvisa.

Segundo o ministério, esses produtos terão limite de dose máxima permitida e proibição de uso no período de floração dos cultivos, restrições estabelecidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) para a proteção de insetos polinizadores, como as abelhas. Ele não tem registro na União Europeia e está em reavaliação nos Estados Unidos. Pode ser utilizado no controle de sugadores, como percevejos, e, no Brasil, pode ser aplicado em 16 culturas, como arroz, aveia, batata, café, cana, centeio, cevada, citros, feijão, milho, pastagem, soja, tomate e trigo.

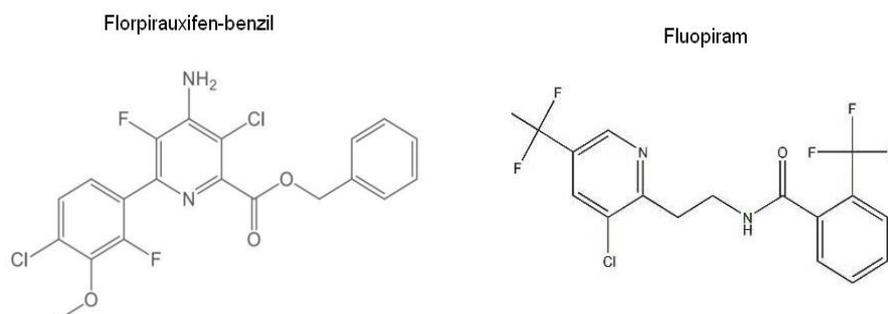
O Florpiauxifen-benzil é a base do produto técnico Rinksor, da Corteva Agriscience (empresa que surgiu da fusão das marcas Dow e DuPont). Também foram autorizados produtos finais feitos com este herbicida, considerado "medianamente tóxico" pela Anvisa. Ele é liberado na UE e está em análise nos EUA e poderá ser usado em plantações de arroz. O Fluopiram é usado para matar fungos e, ao mesmo tempo em que seu registro foi divulgado, em setembro, também saiu a liberação do produto formulado (final). É indicado para combater parasitas que atacam a raízes das plantas e tem autorização para 7 culturas: algodão, batata, café, cana-de-açúcar, feijão, milho e soja.

O Ministério da Agricultura afirmou que o produto estava na fila para registro no Brasil havia 10 anos. Ele é classificado pela Anvisa como "medianamente tóxico" e é autorizado nos EUA e na UE.

Um princípio ativo cujo registro foi concedido no fim de 2018, Osulfoxaflo, só foi ter produtos formulados (finais) registrados em 2019. Ele é relacionado à redução de enxames de abelhas e está em estudo no exterior (OLIVEIRA; TOOGE, 2020).

As estruturas químicas do Florpiauxifen-benzil e Fluopiram estão apresentadas na Figura 2.

Figura 2: Estruturas químicas dos novos agrotóxicos permitidos no Brasil , Florpiauxifen-benzil e Fluopiram



Fonte: OLIVEIRA; TOOGE, 2020

No ano de 2020, o mundo foi acometido pela pandemia do novo coronavírus e, mesmo durante a quarentena, o Governo Federal continua a aprovar novos agrotóxicos para serem vendidos no mercado brasileiro. Desde março de 2020 foram publicados o registro de 118 novos produtos, sendo 84 destinados para agricultores e 34 para a indústria. No mesmo período, as empresas produtoras de pesticidas solicitaram ao Ministério da Agricultura a liberação de mais 216 produtos, que estão sendo avaliados agora pelo governo (GRIGORI, 2020).

Embora existam muitos compostos no mercado que podem controlar as mais diversas ervas daninhas, insetos, fungos e outros organismos, existe uma demanda crescente por novos produtos, pois os organismos se tornarão resistentes a esses compostos após um determinado tempo de exposição. Como resultado, eles se tornam ineficazes e muitas vezes perdem totalmente a atividade (BRAIBANTE, 2012).

Outro aspecto importante a se considerar é o frequente surgimento de pesquisas, estudos sobre os efeitos adversos dos agrotóxicos a curto e longo prazo, aos seres humanos e os ecossistemas envolvidos.

Na tabela 1 estão indicados os tipos de pragas e os principais agrotóxicos empregados mundialmente e o grupo químico ao qual pertencem.

Tabela 1: Agrotóxicos, classificação e exemplos.

Classificação quanto à natureza da praga controlada	Classificação quanto ao grupo químico	Exemplos (produtos, substâncias, agentes)
Inseticidas (controle de insetos)	Inorgânicos	Fosfato de Alumínio, Arsenato de Cálcio
	Extratos vegetais	Óleos Vegetais
	Organoclorados	Aldrin, DDT, BHC
	Organofosforados	Fenitroton, Paration, Malation, Metil-paration
	Carbamatos	Carvofuran, Aldicarb, Carbaril
	Piretróides Sintéticos Microbiais	Deltametrina, Permetrina, Bacillus Thuringiensis
Fungicidas (combate aos fungos)	Inorgânicos	Calda Bordalesa, Enxofre
	Ditiocarbamatos	Mancozeb, Tiram, Metiram
	Dinitrofenóis	Binapacril
	Organomercuriais	Acetato de fenilmercúrio
	Antibióticos	Estreptomicina, Ciclohexamida
	Trifenil Estânico	Duter, Brestam
	Compostos Formilamina	Triforina, Cloranifometam
	Fentalamidas	Captafol, Captam
Herbicidas (combate às plantas invasoras)	Inorgânicos	Arsenito de Sódio, Cloreto de Sódio
	Dinitrofenóis	Bromofenoxim, Dinoseb, DNOC
	Fenoxiacéticos	CMPP, 2.4-D, 2.4.5-T
	Carbamatos	Profam, Cloroprofam, Bendiocarb
	Dipiridilos	Diquat, Paraquat, Difenzoquat
	Dinitroanilinas	Nitralin, Prodluralin
	Benzonitrilas	Bromoxinil, Diclobenil
	Glifosato	Round-up
Desfolhantes (combate às folhas indesejadas)	Dipiridilos	Diquat, Paraquat
	Dinitrofenóis	Dinoseb, DNOC
Fumegantes (combate às bactérias do solo)	Hidrocarbonetos Halogenados	Brometo de Metila, Cloropicrina
	Geradores de Metil-isocianato	Dazomet, Metam
Raticidas (combate aos roedores/ ratos)	Hidroxicumaninas	Cumatetrail, Difenacum
	Indationas	Fenil-metil-pirozolona, Pindona
Moluscocidas (combate aos moluscos)	Inorgânicos (aquáticos)	Sulfato de Cobre
	Carbamatos (terrestres)	Aminocarb, Metiocarb, Mexacarbato
Nematicidas (combate aos nematódeos)	Hidrocarbonetos Halogenados	Dicloropropeno, DD
	Organofosforados	Diclofention, Fensulfption
	Organoclorados	Dicofol, Tetradifon
Acaricidas (combate aos ácaros)	Organoclorados	Dicofol, Tetradifon
	Dinitrofenóis	Dinocap, Quinometionato

Fonte: Adaptado PERES; MOREIRA, 2003.

No ano de 2015, o Brasil plantou 71,2 milhões de hectares de lavouras dos 21 cultivos analisados e entre elas predominou a soja, que representou 42% de toda área plantada do país (32,2 milhões de hectares), seguido do milho com 21% (15,8 milhões de hectares) e da cana-de-açúcar com 13% (10,1 milhões de hectares). Juntos, estes três cultivos representaram 76% de toda a área plantada do Brasil e foram os que mais consumiram agrotóxicos, correspondendo a 82% de todo o consumo do país em 2015, conforme resumido na Tabela 2.

Tabela 2: Área plantada, média de uso por hectare e total de agrotóxicos por tipo de lavoura no Brasil, 2015

Cultura Agrícola	Área Plantada (hectares)	Média de uso de agrotóxicos (litros/hectares)	Consumo de agrotóxicos (litro)
Soja	32206787	17,7	570060129,9
Milho	15846517	7,4	117264255,8
Cana de Açúcar	10161622	4,8	48775785,6
Algodão	1047622	28,6	29961989,2
Trigo	2490115	10	24901150
Fumo	406377	60	24382620
Arroz	2162178	10	21621780
Café	1988272	10	19882720
Cítricos	766516	23	17629868
Feijão	3130036	5	15650180
Banana	484430	10	4844300
Tomate	63626	20	1272520
Uva	78026	12	936312
Girassol	111843	7,4	827638,2
Mamão	30445	10	304450
Melancia	97910	3	293730
Abacaxi	69565	3	208695
Manga	64412	3	193236
Melão	20837	3	62511
Total	71227136	-	899073870,7

Fonte: Adaptada de Pignati *et al.*, 2017.

Os vinte princípios ativos mais frequentemente utilizados nos anos entre 2012 a 2016 foram Glifosato (Herbicida), Clorpirifós (Inseticida), 2,4-D (Herbicida), Atrazina (Herbicida), Óleo mineral (Adjuvante), Mancozebe (Fungicida), Metoxifenoziada (Inseticida), Acefato (Inseticida), Haloxifope-P-Metílico (Herbicida), Lactofem (Herbicida), Metomil (Inseticida), Diquate (Herbicida), Picoxistrobina (Fungicida), Flumetsulam (Herbicida), Teflubenzurom (Inseticida), Imidacloprido (Inseticida),

Lambda cialotrina (inseticida), Imazetapir (Herbicida), Azoxistrobina (Fungicida) e Flutriafol (Fungicida). Destes, 15% são extremamente tóxicos, 25% altamente tóxicos, 35% medianamente tóxicos e 25% são pouco tóxicos na classificação para seres humanos (PIGNATI *et al.*, 2017).

Os agrotóxicos podem ser divididos em quatro categorias, classificados de acordo com o perigo que podem causar aos seres humanos. A classificação é baseada nos resultados de testes e estudos laboratoriais, com o objetivo de determinar a dose letal de 50% (DL₅₀), quantidade de substância necessária para matar 50% dos animais nas condições experimentais utilizadas (BRAIBANTE, 2012).

A toxicidade da substância também pode variar de acordo com o modo que é administrada. O rótulo do produto é diferenciado por uma faixa colorida, como segue tabela abaixo:

Tabela 3: Classificação em relação à toxicidade.

Classe toxicológica	Toxicidade	DL50 (mg/kg)	Faixa colorida
I	Extremamente tóxico	<5	
II	Altamente tóxico	5-50	
III	Medianamente tóxico	50-500	
IV	Pouco tóxico	500-5.000	

Fonte: Adaptado de BRAIBANTE, 2012.

No contexto da pandemia do coronavírus, a Comissão Europeia anunciou este ano que a União Europeia irá adotar como meta a redução de 50% no uso de pesticidas. A proposta prevê um crescimento de 25% na implementação da agricultura orgânica. Em comunicado oficial da organização, estas medidas fazem parte da estratégia "Farm to Fork", que visa tornar o sistema alimentar mais saudável, garantindo a segurança alimentar e reduzir os danos ambientais e climáticos. Para

entrar em vigor, a proposta ainda precisa ser aprovada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho. De acordo com a organização, a estratégia depende dos agricultores, pescadores e agricultores europeus que receberão novas fontes de financiamento e o apoio necessário para a adoção de práticas mais sustentáveis (UE, 2020).

2.2. Aspectos químicos dos agrotóxicos

Quimicamente, os agrotóxicos são classificados de acordo com sua estrutura química em orgânicos e inorgânicos.

Os pesticidas inorgânicos são compostos por elementos tóxicos como arsênio, mercúrio, chumbo e cobre. A estrutura química dos pesticidas orgânicos possui átomos de carbono e pode ser dividida em pesticidas sintéticos e pesticidas naturais (RODRIGUES, 2012). A tabela 4 apresenta as principais categorias químicas inseridas nas classes de agrotóxicos.

Tabela 4: Classes e Grupos Químicos

Classe	Grupos Químicos
Inseticidas	Organoclorados
	Organofosforados
	Carbamato
	Piretróides (sintéticos)
Fungicidas	Ditiocarbamatos
	Organoestânicos
	Dicarboximidas
Herbicidas	Glicina substituída
	Derivados do ácido fenóxiacético
	Dinitrofenóis
	Pentaclorofenol

Fonte: Adaptado de RODRIGUES, 2012.

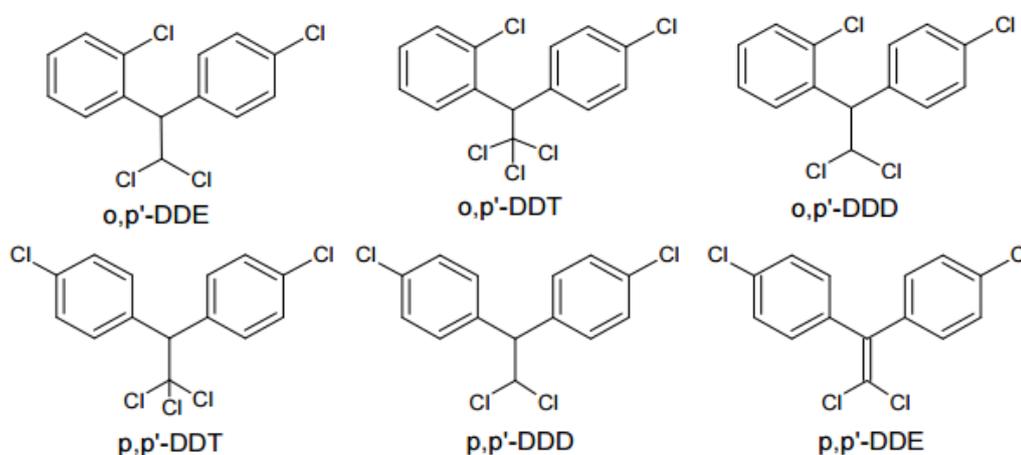
Os agrotóxicos organoclorados são compostos cujas principais características são: alta estabilidade e toxicidade no tecido lipídico, baixa biodegradabilidade e biosolubilidade. Alguns exemplos de pesticidas organoclorados são Dicloro-Difenil-

Tricloroetano (DDT), hexaclorobenzeno (HCB), Aldrin e Dieldrin. Em consequência do uso indiscriminado no passado e da persistência no ambiente, o DDT e seus produtos de degradação (DD e DDE) tornaram-se substâncias presentes em toda parte. Podem ser encontrados na atmosfera, oriundos da evaporação dos resíduos presentes no solo e água, ou durante sua aplicação no controle dos vetores (pragas).

Os DDTs (Figura 3) podem ser absorvidos diretamente através do meio ambiente ou da cadeia alimentar, sendo a via digestiva considerada a principal via de entrada do DDT no organismo humano, com a maior absorção pelo intestino, devido ao consumo de alimentos ou uso de utensílios contaminados.

Os efeitos do DDT nos organismos biológicos incluem neurotoxicidade, hepatotoxicidade, efeitos metabólicos e reprodutivos e câncer (SILVA, 2009).

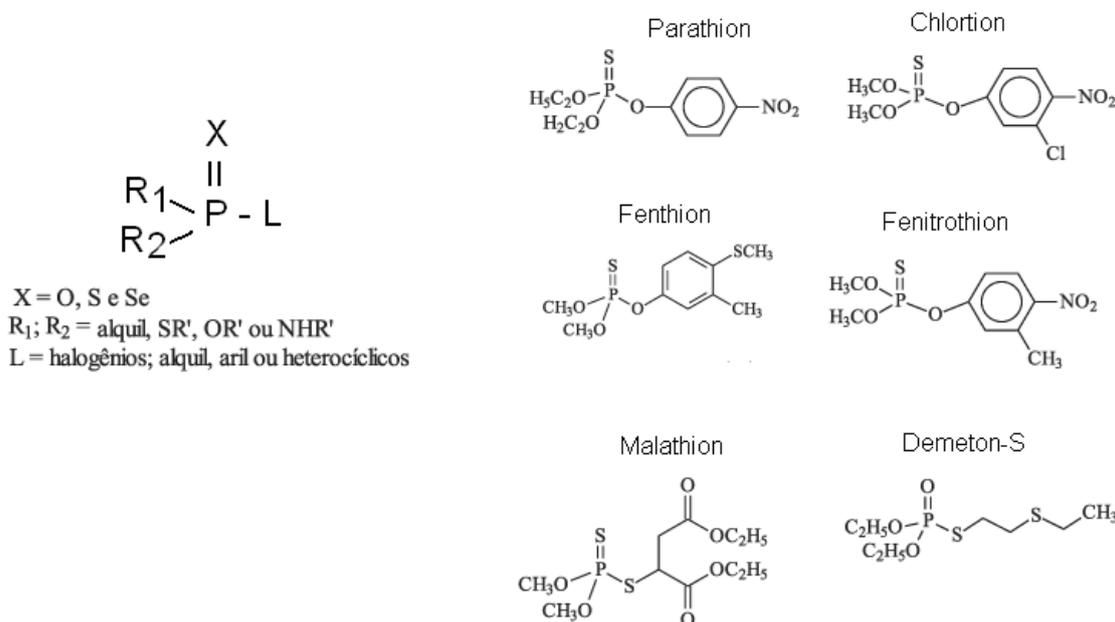
Figura 3: Estruturas químicas do DDT e seus metabólitos DDD e DDE



Fonte: Adaptado SILVA, 2009

O Aldrin tem ação inseticida, rapidamente metabolizado em dieldrin. Muito empregado nos anos 50 e 70, mas restringido ou proibido a partir dos anos 70. Os alimentos são sua principal fonte e contaminação (assim como o eldrin), e a absorção por via respiratória causa danos ao sistema nervoso central e ao fígado. Já o heptacloro é um inseticida muito utilizado no controle de pragas do solo, sementes e

Figura 5: Estrutura química básica dos organofosforados e exemplos



Fonte: Adaptado MESQUITA, 2017

Os grupos R₁ e R₂ são grupos alquila que são ligados diretamente ao átomo de fósforo, formando fosfinatos, ou através de um átomo de oxigênio ou de enxofre, formando fosfatos e fosforotioatos. Em outros casos, R₁ está diretamente ligado ao átomo de fósforo e R₂ está ligado por um átomo de oxigênio ou de enxofre, formando fosfonatos ou tiosfosfonatos. Os fosforamidatos apresentam no mínimo um grupo -NH₂ na molécula; os grupos amino dos fosforamidatos podem ser não-substituídos, mono ou disubstituídos, os átomos que podem formar ligação dupla com o fósforo podem ser oxigênio, enxofre ou selênio. Finalmente, o grupo L pode pertencer a uma variedade de grupos, tais como halogênios, alquila, arila ou heterocíclicos. O grupo – L, ligado através de um oxigênio ou átomo de enxofre ligados ao átomo de fósforo, é chamado de grupo de saída, que é liberado pelo átomo de fósforo quando o mesmo é hidrolisado pela fosfotriesterase, ou pela interação com o sítio da proteína (SANTOS *et al.*, 2007).

Quimicamente são substâncias altamente solúveis em lipídeos e podem atuar como inibidores da colinesterase, elevando os impulsos nervosos (CASTRO *et al.*, 2019).

Os carbamatos são pesticidas orgânicos derivados de ácido carbâmico. Eles são compostos muito instáveis em condições neutras e alcalinas à temperatura ambiente. O carbamato atua inibindo a enzima acetilcolinesterase. Exemplos de agrotóxicos carbamatos incluem Carbofuran (Carboran), Propoxur (Baygon), Aldicarb (Temik), Landrin (Landrin) e Carbaril (Servin) (ALMEIDA, 2010).

Os piretróides são derivados sintéticos da piretrina, um éster tóxico isolado de certas espécies de flores. Devido à sua baixa toxicidade em mamíferos e seu baixo impacto no meio ambiente e eficácia em vários insetos, atualmente correspondem aos inseticidas mais comumente usados. Outro tipo de pesticida muito popular são os inibidores da fotossíntese. Esses grupos são caracterizados pela presença de várias formas estruturais de nitrogênio. Estes compostos incluem derivados de ureia, s-triazina, uracil, hidroxibenzonitrila, nitrofenol e benzimidazol (CASTRO *et al*, 2019).

2.3. Toxicologia dos agrotóxicos

Os agrotóxicos representam um grupo heterogêneo de compostos que podem variar em sua estrutura química de organometálicos a derivados naturais de plantas, e ainda em seus diferentes mecanismos tóxicos de ação. Por isso, não é possível desenvolver um método único e universal capaz de indicar a dose interna ou mesmo o efeito biológico da exposição a todo e qualquer agente utilizado, com o propósito de controlar e/ou eliminar pragas. Contudo, elementos do grupo dos agrotóxicos podem se assemelhar estruturalmente (organoclorados, piretróides etc.); apresentar o mesmo alvo bioquímico, como no caso dos anticolinesterásicos, que, independentemente do grupo químico, desenvolvem seu efeito tóxico por meio da inibição das colinesterases do sistema nervoso; apresentar valores de DL₅₀ ou CL₅₀ próximos, o que os classifica em termos de toxicidade aguda; ou ainda ser utilizados para combater uma mesma praga e apresentar estruturas químicas e mecanismos de ação completamente diferentes, como raticidas, inseticidas etc. (SILVA, ALVES; ROSA, 2003).

Os agrotóxicos são, na imensa maioria das vezes, substâncias antropogênicas, não existindo na natureza antes de seu desenvolvimento e aplicação. Logo, considerar sua presença nos meios biológicos como aceitável ou inofensiva é

discutível. Quanto aos agentes organoclorados, o valor de referência para a concentração interna espelha os valores obtidos no estudo de populações não expostas, estando na faixa de 20 ppb. Contudo, alguns elementos deste grupo manifestam atividade carcinogênica (SARCINELLI *et al.*, 2002) e, logo, não apresentam limite seguro de exposição, pois uma só molécula poderia provocar uma mutação numa única célula e disparar um processo carcinogênico (SCORECARD, 2003).

Na Tabela 5 resume os principais efeitos agudos e crônicos da exposição aos principais pesticidas disponíveis, de acordo com as pragas que controlam e a família química a que pertencem (PERES; MOREIRA, 2003).

Tabela 5: Exposição aos agrotóxicos

Classificação quanto à praga que controla	Classificação quanto ao grupo químico	Sintomas de intoxicação aguda	Sintomas de intoxicação crônica
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	- Fraqueza - Cólicas abdominais - Vômitos - Espasmos musculares - Convulsões	- Efeitos neurotóxicos retardados - Alterações cromossomiais - Dermatites de contato
	Organoclorados	- Náuseas - Vômitos - Contrações musculares involuntárias	- Lesões hepáticas - Arritmias cardíacas - Lesões renais - Neuropatias periféricas
Fungicidas	Piretróides sintéticos	- Irritações das conjuntivas - Espirros - Excitação - Convulsões - Tonteados - Vômitos	- Alergias - Asma brônquica - Irritações nas mucosas - Hipersensibilidade - Alergias respiratórias
	Ditiocarbamatos	- Tremores musculares - Dor de cabeça	- Dermatites - Doença de Parkinson - Cânceres
	Fentalamidas		- Teratogêneses - Cânceres (PCP – formação de dioxinas)
Herbicidas	Dinitrofenóis e pentaclorofenol	- Dificuldade respiratória - Hipertermia - Convulsões	- Cloroacnes
	Fenoxiacéticos	- Perda do apetite - Enjôo - Vômitos - Fasciculação muscular	- Indução da produção de enzimas hepáticas - Cânceres - Teratogênese
	Dipiridilos	- Sangramento nasal - Fraqueza - Desmaios - Conjuntivites	- Lesões hepáticas - Dermatites de contato - Fibrose pulmonar

Fonte: Adaptada de PERES; MOREIRA, 2003.

A exposição aos agrotóxicos organofosforados provocam doenças no sistema nervosa central (SNC), com efeitos neurotóxicos.

Na tabela 6 estão apontados as persistência ambientes de alguns agrotóxicos no ambiente e nos seres vivos.

Tabela 6: Toxicidade e persistência ambiental de alguns agrotóxicos (em escala de 1 a 5)

Agrotóxicos	Toxicidade				Persistência no ambiente
	Mamíferos	Peixes	Aves	Insetos	
Permetrina (piretróide)	2	4	2	5	2
DDT (organoclorado)	3	4	2	2	5
Lindano (organoclorado)	3	3	2	4	4
Etil-paration (organofosforado)	5	2	5	5	2
Malation (organofosforado)	2	2	1	4	1
Carbaril (carbamato)	2	1	1	4	1
Metoprene (regulador crescimento)	1	1	1	2	2
<i>Bacillus thuringensis</i> (microbial)	1	1	1	1	1

Fonte: PERES; MOREIRA, 2003.

Além do comprovado impacto ambiental, ocorrem também alguns casos de intoxicações e outros agravos à saúde humana. Entre 1999 e 2009, cerca de 10 mil incidentes de intoxicação por agrotóxicos foram registrados no Nordeste do Brasil, sendo Pernambuco o mais afetado. Nesse estado, entre 2007 e 2010, foram relatados 549 casos de intoxicações. Entre 2000 e 2009, 2.052 pessoas morreram por intoxicação por agrotóxicos. Só em 2005, foram mais de 1.200 casos de intoxicação no Nordeste do Brasil. O perfil dos indivíduos envolvidos em intoxicações tem maior predominância em adultos do sexo masculino (LOPES; ALBUQUERQUE 2018).

Estudos apontam que alguns fumicultores expostos a agrotóxicos têm seus mecanismos de defesa celular prejudicados, com alterações na atividade dos telômeros, além de distúrbios mentais, doenças do tabaco e sibilância. Além disso, trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos têm maior probabilidade de cometer suicídio (LOPES; ALBUQUERQUE 2018).

A exposição por agrotóxicos está relacionada a certos tipos de câncer, como câncer cerebral, linfoma não-Hodgkin, melanoma de pele, câncer do sistema digestivo, sistema reprodutor masculino e feminino, sistema urinário, trato respiratório, câncer de mama e câncer de esôfago; comparado com o grupo não exposto. Estudos demonstraram que a exposição a certos pesticidas pode causar alterações nos sistemas reprodutivos masculino e feminino, como a relação entre o organoclorado e os efeitos antiandrógenos masculinos e os efeitos do estrogênio feminino. Os organoclorados podem afetar adversamente o tecido hematopoiético e o fígado de pessoas expostas a níveis elevados desses compostos por um longo tempo. Além de todos esses efeitos propostos, os pesticidas também podem estar relacionados a alterações materno-fetais do segundo filho, como malformações congênitas, parto prematuro, taxas de apgar insatisfatórias e micropênis neonatal (PORTO *et al*, 2012).

Mesmo diante das doenças relacionadas aos agrotóxicos, estudos apontam que muitos agricultores desconhecem a correlação entre esse risco ou sintoma e o uso rotineiro. Para os sintomas a curto prazo, pode-se citar: ansiedade, mialgias, irritabilidade, cólicas abdominais, doença de Alzheimer, boca seca, visão alterada, dor nas pernas, depressão, dores de cabeça, náuseas e dor de estômago, além de dor lombar, gastrite, perda auditiva e diabetes (FRIEDRICH *et al*, 2018).

Normalmente, os trabalhadores por falta de conhecimento técnico científico, armazenam esses venenos em casa, queimam ou enterram embalagens vazias de pesticidas. No Estado de São Paulo, foram detectados resíduos de organoclorados em de doares de sangue.

Conforme o Instituto Nacional do Câncer, os efeitos da exposição a agrotóxicos podem ser agudos (de aparecimento rápido) ou crônicos (aparece após exposição repetida de longo prazo a pequenas quantidades de pesticidas). A classificação dos agrotóxicos utilizada pela ANVISA para registro e reavaliação é baseada no grau de toxicidade dessas substâncias, conforme exemplificado na tabela 7.

Tabela 7: Categoria e Toxicidade

	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4	CATEGORIA 5	NÃO CLASSIFICADO
	EXTREMAMENTE TÓXICO	ALTAMENTE TÓXICO	MODERADAMENTE TÓXICO	POUCO TÓXICO	IMPROVÁVEL CAUSAR DANO AGUDO	NÃO CLASSIFICADO
PICTOGRAMA					Sem símbolo	Sem símbolo
PALAVRA DE ADVERTÊNCIA	PERIGO	PERIGO	PERIGO	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	VERMELHO	AMARELO	AZUL	AZUL	VERDE

Fonte: Adaptada do Instituto Nacional do Câncer, 2019.

Nas Tabelas 8 e 9 estão apresentadas uma lista de princípios ativos brasileiros de alto consumo autorizados pela Anvisa e os princípios ativos de pesticidas proibidos pela Anvisa, respectivamente (INCA, 2019). O Instituto Nacional do Câncer (2019) apresenta os resultados da avaliação toxicológica e reavaliação de princípios ativos para agricultura, limpeza doméstica, uso não agrícola, meio aquático e conservantes a cada ano validados pela Anvisa.

Tabela 8: Ativos autorizados pela ANVISA

NOME CAS Nº	GRUPO	CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA (ANVISA)	CLASSIFICAÇÃO DA CARCINOGENICIDADE		RELAÇÃO COM CÂNCER
			IARC	USEPA	
2,4-D 94-75-7	Herbicida	Classe I Extremamente tóxico	Grupo 2B: Possivelmente carcinogênico para Humanos	-	Pele, Cavidade nasal, sinonasal, nasofaringe, orofaringe, laringe
ACEFATO 30560-19-1	Inseticida	Classe III Medianamente Tóxico	ND	Possível carcinogênico para humanos	Leucemias, Linfomas não Hodgkin, pâncreas
ATRAZINA 1912-24-9	Herbicida	Classe III Medianamente tóxico	Grupo 3: Não é classificável para carcinogenicidade em humanos	-	Linfomas não Hodgkin
CLORPIRIFÓS 2921-88-2	Inseticida	Classe II Altamente Tóxico	ND	Ausência de carcinogenicidade para seres humanos.	Leucemias, Linfomas não Hodgkin, pâncreas
DIAZINONA 333-41-5	Inseticida	Classe II Altamente Tóxico	Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos	-	Leucemias, Linfomas não Hodgkin, câncer de pulmão
DIURON 330-54-1	Herbicida	Classe III Medianamente Tóxico	ND	Provavelmente carcinogênico para Humanos	Neoplasia (sem localização definida)
GLIFOSATO 1071-83-6	Herbicida	Classe IV Pouco tóxico	Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos	-	Linfomas não Hodgkin
MALATIONA 121-75-5	Inseticida	Classe III Medianamente Tóxico	Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos	Linfomas não Hodgkin, câncer de próstata.	-
MANCOZEBE 8018-01-7	Fungicida	Classe III	Grupo 3: Não é classificável para carcinogenicidade em humanos	-	Linfomas não Hodgkin
METOMIL 16752-77-5	Inseticida	Classe I Extremamente Tóxico	ND	Ausência de carcinogenicidade para seres humanos	-

Fonte: Adaptada do Instituto Nacional do Câncer, 2019.

Tabela 9: Ativos não-autorizados pela ANVISA

NOME	PRINCIPAL USO CAS N°	SITUAÇÃO	JUSTIFICATIVA
ALDRIM	Inseticida 309-00-2	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade
BHC (HCH)	Fungicida Inseticida 118-74-1	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade
CARBOFURANO	Inseticida 1563-66-2	BANIDO	Alta toxicidade aguda; alta persistência ambiental e/ou periculosidade, teratogenicidade e neutotoxicidade
DDT	Inseticida 50-29-3	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade, carcinogenicidade, distúrbios hormonais
ENDOSULFAN	Fungicida Inseticida 115-29-7	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade; distúrbios hormonais; câncer
LINDANO	Inseticida 58-89-9	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade; neurotoxicidade
METAMIDOFOS	Inseticida 10265-92-6	BANIDO	Alta toxicidade aguda e neurotoxicidade
PARATION	Inseticida 56-38-2	BANIDO	Neurotoxicidade, câncer, Causa danos ao sistema reprodutor
PARATIONA METILICA	Inseticida 298-00-0	BANIDO	Mutagênico; Causa danos ao sistema reprodutor; distúrbios hormonais
PENTACLOROFENOL	Fungicida Inseticida Moluscicida 87-86-5	BANIDO	Hepatotoxicidade, nefrotoxicidade, distúrbios hormonais

Fonte: Adaptada de Instituto Nacional do Câncer, 2019.

2.4. Agrotóxicos nos alimentos

O atual modelo de produção agrícola não é suficiente para fornecer os alimentos necessários e ao mesmo tempo proteger a natureza para as futuras gerações. Com o desenvolvimento genético, o uso extensivo de agrotóxicos aumentou os rendimentos das colheitas e aumentou o fornecimento de alimentos. No entanto, o uso de produtos químicos acarreta problemas incomensuráveis para a flora e a fauna (CASTRO *et al*, 2019).

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (2020), existem mais de 820 milhões de pessoas desnutridas, o que representa cerca de 12% da população mundial. Portanto, a produção de alimentos é um assunto de interesse

global, exigindo que os países com ocupações agrícolas sejam eficientes e flexíveis no desenvolvimento da terra.

Existem poucos estudos sobre o impacto dos alimentos orgânicos na saúde da população. As últimas pesquisas sobre este assunto, publicadas pelo Parlamento Europeu expôs, em 2016, os benefícios dos alimentos cultivados sem pesticidas em comparação com os alimentos cultivados com pesticidas (CASTRO *et al*, 2019).

Nas últimas duas décadas, o monitoramento resíduo de agrotóxicos na alimentação brasileira se intensificou, o passo mais significativo para resolver esse problema foi a criação do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Em 2016, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) divulgou relatório elaborado pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) em Alimentos, realizado de 2013 a 2015, e monitorados os níveis de 25 insumos de agrotóxicos. Os alimentos analisados incluíam as seguintes categorias: cereais / leguminosas, frutas, vegetais com folhas, vegetais sem folha e tubérculos/ raízes. Considerando os pesticidas estudados, foram analisadas 12.051 amostras e detectados 58% dos resíduos (CASTRO *et al*, 2019).

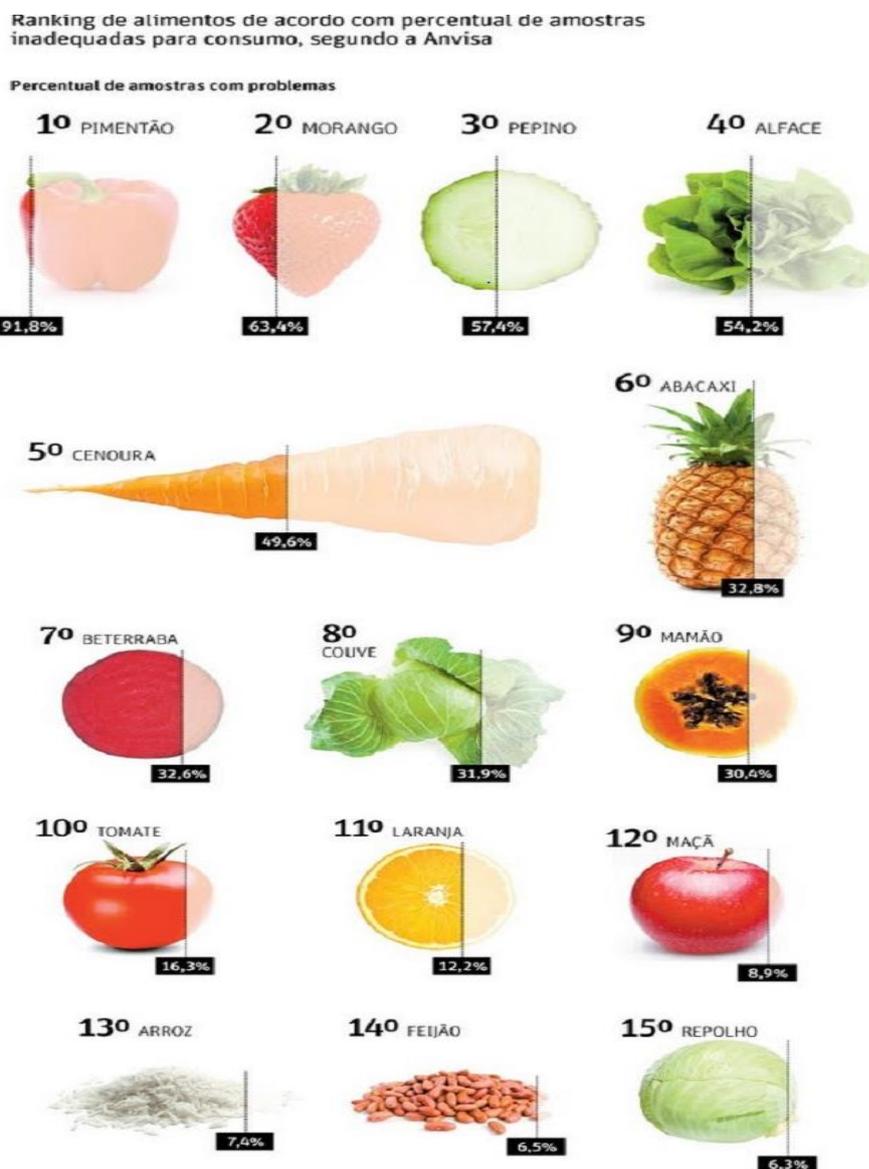
Em cada uma das amostras, os laboratórios participantes do programa fazem uma busca por 92 tipos diferentes de substâncias, incluindo aquelas proibidas no País.

De acordo com a publicação da ANVISA emitida este ano, cerca de um terço das hortaliças mais consumidas no Brasil apresentam níveis de agrotóxicos acima dos níveis aceitáveis. O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos da Anvisa analisou cerca de 2.500 amostras de 18 alimentos. Os critérios da pesquisa incluem a análise de pesticidas acima do nível permitido e de pesticidas não licenciados em alimentos (HYPENESS, 2020).

As batatas são os únicos tubérculos que não apresentaram nenhum lote contaminado. Por outro lado, o resíduo de agrotóxicos de quase todas as amostras de pimentões (91,8%) excedeu a faixa permitida. Morangos, pepinos e alface também são os alimentos mais contaminados, com violações em mais de 50% dos lotes inspecionados (HYPENESS, 2020).

A Figura 6 exibe “ranking” de alimentos de acordo com percentual de amostras inadequadas para consumo.

Figura 6: Ranking de alimentos de acordo com percentual de amostras inadequadas ao consumo segundo a Anvisa



Fonte: HYPENESS, 2020

Geralmente, os alimentos afetados por pesticidas apresentam um tamanho, mas têm pouco sabor e aroma. As cores dos orgânicos são mais brilhantes, apresentam menor tamanho, e têm aroma e sabor mais pronunciados. No entanto, esta regra não pode ser estritamente seguida (CASTRO *et al*, 2019).

Lavar folhas, vegetais e frutas pode remover muito bem as impurezas, mas não reduzirá o conteúdo de pesticidas, porque os agrotóxicos penetram nas células alimentares. Em cascas duras e grossas, pode ser mais difícil que substâncias nocivas cheguem à polpa, mesmo assim, a contaminação dentro dos alimentos ainda é comum devido ao uso indevido de agrotóxicos. Infelizmente, a única maneira de garantir o consumo de produtos livres de pesticidas é comprando produtos orgânicos certificados (CASTRO et al, 2019).

2.5 Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana

A premissa é que os agrotóxicos representam essencialmente uma ameaça à saúde ambiental, por isso é necessário a realização de estudos de longo prazo e detalhados sobre o processo de licenciamento e registro de agrotóxicos sob orientação dos órgãos ambientais (FRIEDRICH *et al*, 2018).

De acordo com o levantamento realizado por Lopes e Albuquerque (2018) para categorizar e informar as interferências dos agrotóxicos no equilíbrio do ecossistema e, conseqüentemente, na vida animal e humana, as conseqüências incluem mudanças na composição do solo, poluição da água e do ar, que podem interferir nos organismos terrestres e aquáticos, na alteração da morfologia de muitas plantas e animais usados na alimentação humana que também trazem um impacto negativo na saúde.

Algumas substâncias banidas no Brasil há décadas, como o hexaclorociclohexano (HCH), são detectadas em amostras de água, mananciais, rios, recursos hídricos e bacias fluviais (LOPES; ALBUQUERQUE 2018).

Já para os agrotóxicos usados legalmente, estudos apontam que o desenvolvimento de insetos e sua biodiversidade são prejudicados, tanto no extermínio e no desenvolvimento dos seus ovos. Os agrotóxicos referidos são cipermetrina, a lambda-cialotrina e o tiametoxam (LOPES; ALBUQUERQUE 2018).

2.6 Legislação brasileira para os agrotóxicos

Em 2019, o tema mais polêmico no setor agrícola era a relevância das questões de agrotóxicos para os projetos de Leis nº 6.299 / 2002 e 6.670 / 2019 em execução

no Congresso. O objetivo destes projetos era alterar o sistema jurídico do país para o uso estes produtos, vigentes na Lei nº 7.802 / 89. Embora ambas busquem modernizar a legislação vigente, são tentativas compensatórias, pois enquanto a primeira flexibiliza e simplifica o licenciamento, a segunda vai na direção oposta, incentivando a redução do uso de produtos químicos na agricultura.

A legislação ambiental brasileira merece desdobramentos e detalhamentos específico, pois não há somente uma definição e/ou norma, influenciado pela indústria, ignorância social, funções sobrepostas de vários ministérios e comissões, motivado para a melhoria no âmbito nacional.

- Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei nº 6.938/1981

Institui a PNMA e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), estipulando e definindo, dentre outros preceitos, que o poluidor é obrigado a indenizar danos ambientais que causar, independentemente da culpa e que o MP pode propor ações de responsabilidade civil por danos ao meio ambiente, impondo ao poluidor a obrigação de recuperar e/ou indenizar prejuízos causados. Instituiu também o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do SISNAMA – que versa sobre a PNMA, possuindo a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. Criou ainda obrigatoriedade dos estudos e respectivos relatórios de impactos ambientais.

- Lei de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433/1997

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Define a água como recurso natural limitado, dotado de valor econômico, que pode ter usos múltiplos – consumo humano, produção de energia, transporte, lançamento de esgotos. A lei prevê também a criação do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos para a coleta, tratamento,

armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

- Lei dos Crimes Ambientais – Lei nº 9.605/1998

Responsável pela reordenação da legislação ambiental brasileira no que se refere às infrações e punições. Dentre várias inovações e determinações, destaca-se, por exemplo, a possibilidade de penalização das pessoas jurídicas no caso de ocorrência de crimes ambientais estipulados pela própria lei.

- Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010

Lei que estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, responsável pela implementação de programas e mecanismos que visam promover a boa gestão e descarte de resíduos sólidos provenientes da ação humana, principalmente decorrente de atividades econômicas.

Além disso, há as importantes resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que apesar de não serem leis, integram o ordenamento jurídico nacional – compreendido por diversos instrumentos normativos.

A competência do CONAMA está regulamentada pelo artigo 8º da Lei Federal 6.938/1981:

“Art. 8º *Compete ao CONAMA: (Redação dada pela Lei nº 8.028/1990)*

I – Estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA; (Redação dada pela Lei nº 7.804/1989)

II – (Revogado pela Lei nº 11.941/2009)

V – Determinar, mediante representação do IBAMA, a perda ou restrição de benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público, em caráter geral ou condicional, e a perda ou suspensão de participação em linhas de

financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito; (Redação dada pela Vide Lei nº 7.804/1989)

VI – Estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes;

VII – Estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

Cabe mencionar, conforme art. 10º, I do Regimento Interno do CONAMA, que as resoluções são criadas para tratar de deliberação vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos ambientais.

3. PRÁTICAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS

Compreender-se a agricultura, requer-se também a compreensão de sua sustentabilidade. Esse capítulo tratará dos conceitos de sustentabilidade, alternativas sustentáveis no mercado atual.

3.1. Sustentabilidade e Agricultura Sustentável

De acordo com o relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), em 1986 difundiu-se o termo sustentabilidade. No texto a CMMAD criticou o modelo adotado pelos países e defendia um novo tipo de método, a fim de manter o progresso mundial visando atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades (COSTA, 2020).

A World Commission on Environment and Developments (WECD), das Nações Unidas, definiu em 1987 o conceito de desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades”.

Fórmulas menos tóxicas, uso de métodos de controle biológicos abrangentes interligados com cultivo eficazes, pesticidas derivados de plantas, entre outros, ajudam avançar no sentido do desenvolvimento sustentável (PORTO; SOARES, 2012).

Nesse caso, a agricultura familiar baseada na agroecologia tem claramente definido a produção agrícola como modo de vida. Ao contrário da agricultura tradicional, a agroecologia promove a troca de conhecimento entre os agricultores e, portanto, pode promover a cooperação entre comunidades agrícolas.

A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), ou Organização das Nações Unidas, tem entre seus objetivos tornar a agricultura, a silvicultura e a pesca mais produtivas e sustentáveis. De acordo com a FAO, a agricultura sustentável é definida como “aquela que faz o balanço equilibrado entre interesses ambientais, viabilidade econômica e justiça social entre todos os setores da sociedade (FAO, 1993).

De acordo com a FAO (2020) , a população mundial deverá aumentar para 9 mil milhões de pessoas em 2050. Espera-se que algumas das mais altas taxas de crescimento populacional ocorram em áreas que dependem pesadamente no setor agrícola (agricultura, pecuária, silvicultura e pesca) e que têm altos níveis de insegurança alimentar. O crescimento no setor agrícola é uma das formas mais eficazes de reduzir a pobreza e alcançar a segurança alimentar. “Temos de garantir que o aumento da produtividade não beneficia só alguns, e que a base de recursos naturais proporcione serviços que melhorem a sustentabilidade (a polinização, o ciclo de nutrientes no solo, a qualidade da água etc.) “.

Uma das maneiras de aderir a causa, é a busca da alimentação saudável, fazendo que o consumidor estimule o crescimento da produção, incentivando o aumento do número de agricultores engajados na cultura orgânicas (SILVA, 2018).

3.2 Alternativas sustentáveis para produção de alimentos

A população mundial deverá aumentar em 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, de 7,7 bilhões atualmente para 9,7 bilhões em 2050, de acordo com o relatório das Nações Unidas lançado em 2019. Conseqüentemente, haverá maior índice de consumo e descarte; nesse sentido, notamos a necessidade de adotar algumas práticas sustentáveis tanto na produção de alimentos quanto ecologicamente.

À medida que as pessoas prestam cada vez mais atenção aos alimentos orgânicos, a tecnologia milenar de controle biológico utiliza flores para atrair insetos que se alimentam das pragas, substituindo assim o uso de pesticidas. No entanto, o método não elimina completamente a presença das pragas, mas ajuda a reduzir sua proliferação e seus danos na colheita (GLETTE, 2020).

Além dos corredores de flores, existem outras tecnologias e recursos que podem ser usados no controle de pragas sem o uso de veneno, como misturas de bordeaux, métodos agroecológicos, agroflorestais e pesticidas naturais (CASTRO, 2019).

O futuro da agricultura constituirá uma agricultura sustentável com potencial de produção, podendo fornecer todos os tipos de alimentos às pessoas. O problema é

buscar um novo tipo de agricultura que aborda o desenvolvimento, através da proteção dos recursos agrícolas tradicionais e familiares em prática, com foco nas práticas ecológica (SILVA, 2018).

Os modelos de agricultura biodinâmica, orgânica, biológica ou natural, consistem em diferentes conjuntos de tecnologia de acordo com o meio ambiente e a produção de alimentos. A agricultura biodinâmica, desenvolvida em 1924, diz que a propriedade agrícola é um organismo, e sua interação entre a produção animal e a produção vegetal é tida como fundamental, com o objetivo de reativar a vitalidade da natureza (VIEITES, 2010).

Por outro lado, a agricultura orgânica considera fundamental a fertilidade do solo, que é mantida pela aplicação de compostos orgânicos obtidos a partir de resíduos agrícolas (principalmente resíduos de origem animal). O desenvolvimento da agricultura biológica visa a fertilização orgânica e mineral do solo, rotação de culturas; manejo adequado do solo para manter o crescimento e manutenção da comunidade microbiana (ROCHA, 2014).

A agricultura natural, realiza o menor intervenção no meio ambiente e nos processos naturais, sustenta as seguintes práticas agrícolas: rotação de culturas, utilização de adubos verdes, emprego de composto e uso de cobertura mortas (restos vegetais) sobre o solo mantendo o controle de pragas e doenças de acordo com as características da natureza (VIEITES, 2010).

A Agroecologia tenta conciliar o conhecimento científico com a diversidade de meio ambiente, cultura social e sistema agrícola, enfatizando a importância de salvar a agricultura convencional e se adaptar ao desenvolvimento, adaptando com à realidade local (VIEITES, 2010).

Agricultura sustentável é considerada um objetivo a ser alcançado; impondo ajustes simples aos padrões atuais de produção, não somente na produção agrícola, mas também em toda a sociedade para mudanças estruturais (CASTRO, 2019).

Dentre as alternativas de sistemas de produção sustentáveis, destacamos a agricultura orgânica, produção integrada agricultura-pecuária-aquicultura, produção

agroflorestal e integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Todas as alternativas acima têm forte apelo social e são uma tendência de consolidação (VIEITES, 2010).

Como alternativa ao modelo predatório imposto pela agricultura tradicional, é proposto o paradigma da sustentabilidade agrícola, que propõe o desenvolvimento com base nos recursos naturais e na proteção dos recursos naturais. Garanta que as gerações futuras usem esses recursos. Dessa forma, a agricultura sustentável ainda pode ser uma garantia da segurança alimentar de grande parte da sociedade hoje e no futuro (GOMES, 2003).

Cientistas em todo o mundo devem ser capazes de detectar e medir com precisão os resíduos de pesticidas, tanto para garantir que os regulamentos estejam sendo cumpridos, quanto para informar os legisladores sobre os avanços em nossa compreensão dos efeitos dessas substâncias na saúde humana e no meio ambiente. Monitorando o uso de pesticidas legais, evitem o uso de substâncias proibidas e ajudem a gerar dados para apoiar os órgãos reguladores na definição de regulamentações futuras (GOMES, 2003).

3.3. Legislação brasileira para práticas sustentáveis

A discussão sobre a crise ambiental acentuou-se entre o final da década de 1960 e o início de 1970, quando a degradação ambiental era fortemente ligada à acessão populacional e às grandes tecnologias (ALIGLERI; ALIGRERI, KRUGLIANSKAS, 2009).

O contexto ambiental também foi discutido no Brasil, que, por exemplo, instrumentalizou e regulamentou as questões ambientais através da implementação da Lei nº 6.938/1981, estabelecendo a Política Nacional do Meio Ambiente e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (ALIGRERI; ALIGRERI, KRUGLIANSKAS, 2009).

No Brasil e em nível internacional, ocorreram outras discussões, sendo relevantes para o tema sustentabilidade, como, por exemplo, Declaração sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 1992, o Protocolo de Kyoto e o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança – 2000. No entanto, apesar das discussões, ainda permaneceu um conjunto de instrumentos de gestão a serem postos em prática, os

quais, atualmente encontram-se em diferentes fases de desenvolvimento e atuação (MAGLIO; JR PHILIPPI, 2014).

A Constituição Federal dispõe no art. 186 sobre a função social da propriedade rural, o qual preconiza a importância de adequar a propriedade à função social, ou seja, a forma em que esta é utilizada, assim, buscando aproveitar racionalmente de forma simultânea e adequada a terra, os recursos naturais disponíveis e a preservação do meio ambiente, além de atentar às disposições que regulam as relações de trabalho e a exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e trabalhadores (BINO, 2007).

Ainda, a Constituição da República, em seu art. 225, *caput*, estende a todos, inclusive à população, o direito (e o compromisso de manter) o meio ambiente ecologicamente equilibrado, o qual é entendido, constitucionalmente, como o bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, desta forma, reiterando o Poder Público e desta vez, em conjunto com a coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as atuais e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Desta forma, diante das possibilidades de conceitos a partir da Lei Maior, compreende-se que a sustentabilidade surge de forma indireta na Constituição, e não expressamente. Ela encontra-se alocada como princípio interdisciplinar constitucional e não apenas ambiental. Sendo assim, torna-se possível verificar que seu conceito foi tratado de forma muito mais ampla pelo constituinte, considerando-se que a questão ambiental é apenas um dos eixos, acerca das demais questões ligadas ao assunto (COELHO; ARAÚJO, 2011).

Embora a Constituição mencione com frequência o termo “meio ambiente”, que possui forte ligação com “sustentabilidade”, o conceito não foi visualizado. Ademais, seguindo na legislação destacam-se as seguintes leis com destaque sobre o tema, mesmo que abordado indiretamente:

- Lei nº 9.795/1999

Regulamentou o comando constitucional, oportunidade em que o legislador inicia o texto apresentando o conceito legal, no dizer do artigo primeiro: “Entendem-se por educação ambiental os processos por meio

dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua *sustentabilidade*".

- Decreto nº 7.746/2012

Instituiu a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública (CISAP), com o objetivo de estipular critérios, práticas e diretrizes gerais para promover o desenvolvimento nacional sustentável nas contratações efetivadas pela administração pública federal.

- Política Nacional de Integração da Lavoura, Pecuária e Floresta - Lei nº 12.805/2013

Enseja, de forma sustentável, aperfeiçoar a produtividade, através da aplicação de sistemas integrados de exploração da lavoura, pecuária e floresta em áreas já desmatadas, como alternativa aos monocultivos tradicionais. Além disso, objetiva reduzir o desmatamento provocado pelas áreas de vegetação nativa, transformadas em áreas de pastagens ou lavouras, visando a conservação das áreas de preservação permanente e de reserva legal. Sendo assim, apesar de a referida legislação não expor um conceito de sustentabilidade, propõe a sinergia de práticas sustentáveis, visando a conjugação do agronegócio com a preservação do meio ambiente.

- Política de Educação para o Consumo Sustentável - Lei Ordinária nº 13.186/2015

Propõe estimular a mudança de comportamento dos consumidores na escolha de produtos que sejam provenientes de processos ecologicamente sustentáveis, que resultam em redução do consumo de água, energia e demais recursos naturais, renováveis e não renováveis, tanto no âmbito residencial, como nas atividades de produção de comércio e serviços.

- Decreto nº 8.576/2015

Instituiu o REDD (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal), que tem como responsabilidade coordenar, acompanhar e monitorar a implementação da estratégia para, assim, efetivar a redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes do desmatamento e da degradação florestal, a conservação dos estoques de carbono florestal, assim como o manejo sustentável das florestas e o aumento dos estoques de carbono florestal.

- Lei Ordinária nº 13.329/2016

Dispõe sobre o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico (REISB), que se propõe a estimular a expansão de investimentos, através da concessão de créditos tributários a pessoa jurídica que realiza investimentos voltados para a sustentabilidade e eficiência dos sistemas de saneamento básico, conforme o Plano Nacional de Saneamento Básico.

- Decreto nº 8.834/2016

Dispõe sobre a revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Embora este decreto destina-se a uma área determinada e não possui um conceito de sustentabilidade expresso, importante destacar que se Programa objetiva através das ações de preservação, conservação e recuperação ambiental, a promoção da sustentabilidade na utilização dos recursos ambientais, bem como a melhoria das condições socioambientais, ensejando a utilização da água com qualidade.

Desta forma, é possível ver que há compromisso constitucional e legal com a sustentabilidade, mas sem a definição direta do conceito.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca do ponto de equilíbrio entre o crescimento econômico, no caso, a rentabilidade agrícola, e a preservação dos recursos naturais é a inovação e pesquisa.

Quando se trate em descobrir um novo produto, sua eficiência, a segurança para o ser humano e ecossistema, o nível de resíduo nos alimentos, demanda tempo e responsabilidade para ser estudado. Quando os resultados são positivos, os procedimentos de pesquisa são submetidos às agências reguladoras e, somente depois de análises rigorosas, o novo produto deveria ser colocado no mercado. Após o lançamento, os estudos devem continuar nos centros de pesquisas e universidades. Para um progresso consciente e duradouro a futuras gerações, a ciência não pode parar.

A legislação ambiental brasileira prevê diversas restrições ao uso, compra, dispensa e registro dos defensivos agrícolas. Todavia, ainda não se observa um cumprimento fidedigno a ela devido à falta de responsabilidade dos governantes e seus representantes, de fiscalização e rigidez executória, seja pelo número escasso de fiscais capacitados ou pela ética nas fiscalizações.

Para complementar este estudo, tem-se a necessidade de realizar pesquisas sobre o tema da ocupação crônica ou contato com alimentos para garantir proteção adequada contra os danos potenciais causados pelo uso de agrotóxicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). **Relatório das Análises de Amostras de Monitoradas no período de 2013 a 2015**. Brasília, DF, 2016.

Agrotóxico. Instituto Nacional de Câncer, 2019. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>>. Acesso em: 16 de julho de 2020

Agrotóxicos e desenvolvimento sustentável. Londrina: Folha de Londrina, 2019. Disponível em: < <https://www.folhadelondrina.com.br/opiniao/agrotoxicos-e-desenvolvimento-sustentavel-2947535e.html#:~:text=Tema%20do%20setor%20agr%C3%ADcola%20dos,disciplinados%20pela%20Lei%207.802%2F89.>>. Acesso em: 07 de agosto 2020.

ALIGLERI, Lilian; ALIGLERI, Luiz A.; KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão Socioambiental: Responsabilidade e Sustentabilidade do Negócio**. São Paulo: Atlas S.A., 2009.

ALMEIDA, Tatiane Nantes de. **Contaminação por agrotóxicos carbamatos e organofosforados em água para consumo humano de Dourados, MS, 2008 a 2009**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2010.

BINO, Agenor D. da C. Função social da propriedade. **Revista Jurídica da Universidade de Cuiabá**, Cuiabá, v. 9, n. 1, 2007.

BRAIBANTE, M. E. F; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Decreto nº 7.746, de 05 de junho de 2012. Regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7746.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Decreto nº 8.576, de 26 de novembro de 2015. Institui a Comissão Nacional para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do

Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal -REDD+. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8576.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Decreto nº 8.834, de 9 de agosto de 2016. Dispõe sobre o Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8834.htm> Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 11.941, de 27 de maio de 2009. Altera a legislação tributária federal relativa ao parcelamento ordinário de débitos tributários; Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei no8.171, de 17 de janeiro de 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12805.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 13.186, de 11 de novembro de 2015. Institui a Política de Educação para o Consumo Sustentável. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13186.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 13.329, de 1 de agosto de 2016. Altera a Lei no11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13329.htm> Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências. Disponível

em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7347orig.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação,. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7804.htm#art3>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989. Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7805.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências; Art.8. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8028.htm#art8>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em: 14 de agosto de 2020.

CANAL AGRO DO ESTADÃO. Importação de agrotóxico no Brasil bate recorde histórico em 2019. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/importacao-de-agrotoxico-no-brasil-bate-recorde-historico-em-2019/>. Acesso 20/11/2020.

CASTOR, A. B. C. **Uso de agrotóxicos e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) , 2016, 87 f. , Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUCRio, Rio de Janeiro.

CASTRO, J. P. S; BENEDICTO, S. C.; SUGAHARA, C. R.; FILHO, C. F. S. Alternativas Sustentáveis ao Uso Intensivo de Agrotóxicos na Agricultura Brasileira. **Revista Grifos**, Chapecó, n.47, p. 122- 144, 2019.

COELHO, Saulo de O. P.; ARAÚJO; André F. G. de. A sustentabilidade como princípio constitucional sistêmico e sua relevância na efetivação interdisciplinar da ordem constitucional econômica e social: para além do ambientalismo e do desenvolvimento. **Revista da Faculdade de Direito UFU**, v. 39, n. 1, , p. 261-291, 2011.

COSTA, A. A. V. M. R. Agricultura sustentável I: Conceitos. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, p. 61-74, 2010 .

FAO- Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. **Sobre a FAO**. 2020. Disponível em : <http://www.fao.org/portugal/acerca-de/pt/>. Acesso em 20/11/2020.

FERREIRA, J.; et al. A produção de alimentos nas metrópoles brasileiras: Por que candidatos e candidatas às eleições municipais deveriam se preocupar com isso?. **Instituto Escolhas** , n. 4, p. 1-12, 2020.

FRIEDRICH, K.; et al. AGROTÓXICOS: mais venenos em tempos de retrocessos de direitos. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.12, n.2, p. 326-347, 2018.

GRAZIANO, X. **Agrotóxico sem veneno**. São Paulo: CCAS, 2019. Disponível em: < <https://agriculturasustentavel.org.br/agrotoxico-sem-veneno>> Acessado em: 09 de agosto de 2020.

GRIGORI, PEDRO. **118 Agrotóxicos são aprovados durante a pandemia, liberação é ‘serviço essencial’**. Agência Pública/Repórter Brasil | 13/05/ 2020. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2020/05/96-agrotoxicos-sao-aprovados-durante-a-pandemia-liberacao-e-servico-essencial/>. Acesso em 20/11/2020.

JARDIM, Isabel C. S.F; ANDRADE, Juliano A. ; QUEIROZ, Sonia C. N. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - Um enfoque às maçãs. *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 4, p. 996-1012, 2009.

LOPES, C. V.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MAGLIO, Ivan C.; JR PHILIPPI, Arlindo. **Política e Gestão Ambiental: Conceitos e instrumentos**. In: JR PHILIPPI, Arlindo (Coord.). *Educação Ambiental e Sustentabilidade*. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.

MATUK, T.T. **Práticas alimentares (in) sustentáveis: participação, promoção da saúde e educação ambiental.** Dissertação (Mestrado) , 2015, 155 f., Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo.

MAZOYER, M. ; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea.** – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF, 568p, 2010.

MESQUITA, Kátia A. **Estudo dos poluentes orgânicos persistentes (POPs) nos sedimentos da represa Billings –SP via cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas.** Dissertação (Mestrado), 2017, 108f. São Paulo, IPEN, Universidade de São Paulo, SP.

MORAES, Rodrigo F. Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Textos para Discussão, Instituto de Pesquisa Aplicada, IPEA, Ministério da Economia, Brasília, 2019. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9371/1/td_2506.pdf. Acesso em 20/11/2020.

NASRALA NETO, Elias; LACAZ, Francisco A. C. ; PIGNATI, Wanderlei A. Vigilância em saúde e agronegócio: os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente. Perigo à vista! **Ciência & Saúde Coletiva**, 19(12), p.4709-4718, 2014.

OLIVEIRA, Luciana; TOOGE, Rikardy. **Número de agrotóxicos registrados em 2019 é o maior da série histórica; 94,5% são genéricos, diz governo.** Portal G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/12/28/numero-de-agrotoxicos-registrados-em-2019-e-o-maior-da-serie-historica-945percent-sao-genericos-diz-governo.ghtml>

ONU: **fome atinge mais de 820 milhões de pessoas no mundo.** ONU News, 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/07/1680101>>. Acesso em: 15 de julho de 2020

PERES, F.; MOREIRA, JC., DUBOIS, G. S. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente.** Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. 384 p.

PIGNATI, Wanderlei A. ; SOUZA, FRANCCO A. N. S. ; LARA, Stephanie S.; Correa Marcia L. M. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, 22(10), p. 3281-3293, 2017.

PORTO, Marcelo Firpo; SOARES, Wagner Lopes. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Rev. bras. saúde ocup.**, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 17-31, 2012.

REBELLO, Rafaela Maciel; CALDAS, Eloisa Dutra. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Quim. Nova**, Vol. 37, No. 7, p. 1199-1208, 2014.

ROCHA, A. G. **Agrotóxicos: uma análise comparativa da legislação entre Brasil, União Europeia e Estados Unidos da América**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), 2014, 75 f. , Escola de Engenharia de São Carlos, USP/ EESEC, São Carlos, SP.

RODRIGUES, L. **Estudo de Agrotóxicos Usados em Agricultura Através da Técnica de Difração de Raios X**. Dissertação (Mestrado) , 2012, 89 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, SP.

SANTOS, Viviane M. R.; DONNICI, Claudio L.; DACOSTA, João B. N; CAIXEIRO, Janaína M.R. Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 1, p. 159-170, 2007.

SILVA, Josilene. **Ocorrência de pesticidas organoclorados e bifenilos policlorados em tartarugas marinhas *Chelonya midas***. Dissertação (Mestrado), 2009, 69f., São Paulo, Universidade de São Paulo, SP.

SILVA, R. A.; TORRES, M. B R. Práticas Sustentáveis e Agricultura Familiar: estudo de caso de agricultores cooperados da Coopapi, Apodi – RN. **Revista IDEAS**, Rio de Janeiro, v.12, p. 1-22, 2018.

OLIVEIRA-SILVA, Jefferson J.; ALVES, Sergio Rabello; DELLA ROSA, Henrique Vicente. **Avaliação da exposição humana a agrotóxicos**. In: PERES, F., and MOREIRA, JC., orgs. *É veneno ou é remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003.

Sistemas Agrícolas Tradicionais (SAT). BNDES, 2018. Disponível em:<<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/sat-sistemas-agricolas-tradicionais>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020

UE vai adotar meta de redução de uso de agrotóxicos e fertilizantes: Na visão do bloco, o reforço das iniciativas associadas à sustentabilidade tende a trazer mais renda para os agricultores. São Paulo: Estadão Conteúdo Globo Rural, 2020. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2020/05/globo-rural-ue-vai-adotar-meta-de-reducao-de-uso-de-agrotoxicos-e-fertilizantes.html>>. Acesso em: 12 de agosto de 2020.

VIEITES, R. Agricultura Sustentável: Uma Alternativa ao Modelo Convencional. *Revista Geografar*, Curitiba , v.5, n.2, p.01-12, jul-dez. 2010.