



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**A problemática dos agrotóxicos no Brasil e o uso de extratos vegetais como
alternativa sustentável**

Aluno(a): Luanni Fonseca dos Santos

Orientador(a): Prof. Dr. César Luis de Siqueira Júnior

Janeiro/ 2021

Luanni Fonseca Dos Santos

A problemática dos agrotóxicos no Brasil e o uso de extratos vegetais como alternativa sustentável

Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. César Luis Siqueira Junior

Janeiro/ 2021

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

S237	<p>Santos, Luanni Fonseca Dos A problemática dos agrotóxicos no Brasil o uso de extratos vegetais como alternativa sustentável. / Luanni Fonseca Dos Santos. -- Rio de Janeiro, 2020. 57</p> <p>Orientador: Prof. Dr. César Luis Siqueira Junior. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Graduação em Ciências Ambientais, 2020.</p> <p>1. Pesticidas. 2. Intoxicação por agrotóxicos. 3. Doenças pós colheita. 4. Fungos fitopatógenos. 5. Controle alternativo de fungos. I. Siqueira Junior, Prof. Dr. César Luis, orient. II. Título.</p>
------	---

Luanni Fonseca Dos Santos

A problemática dos agrotóxicos no Brasil e o uso de extratos vegetais como alternativa sustentável

Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovada em: _____ / ____ / ____.

Prof. Dr. César Luis de Siqueira Júnior

Prof. Dr. Fábio Veríssimo Correia (UNIRIO)

Prof^a. Flavia Gomes de Abreu Siqueira (IFF-Campos)

Dedico à minha família com quem aprendi o valor de plantar e a quem devo a herança de espírito coletivo tão necessário a profissão de cientista ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida e por me conceder força e sabedoria em minha trajetória de vida e formação.

Aos meus pais pela educação, formação de valores e apoio em minhas decisões.

À minha família que me ensina diariamente sobre resiliência e me mostra que ainda tenho pelo que lutar.

À minha segunda Mãe, Antonietta Miranda, pelo apoio incondicional, por acreditar em minha capacidade e estar a meu lado em momentos especiais. Te devo muito sobre minha construção pessoal.

Aos meus Tios Josué e Selina que me ampararam no início de minha caminhada e que, de certa forma, me possibilitaram as conquistas que tenho hoje. Por todas as vezes não ditas, digo nesse momento célebre: Muito obrigada!

À minha querida amiga Márcia Lima por todo incentivo, generosidade e orientação ao longo de minha formação e, em especial, meu trabalho de conclusão.

Ao meu companheiro e melhor amigo Victor Cabral pelo auxílio, motivação e compreensão nos momentos difíceis de minha formação acadêmica.

À minhas irmãs de alma Maria Júlia Feliciano, Paloma Castro e Vanusa Alcântara por serem meu porto seguro e me acolherem nos momentos mais difíceis. Agradeço a vocês todo apoio, carinho e amor incondicional.

À minhas queridas amigas e futuras companheiras de profissão que foram meu alicerce durante esses anos de graduação. Juntas sorrimos, juntas choramos, juntas crescemos, juntas sonhamos e juntas realizamos. A vocês minha eterna gratidão: Camile Oliveira, Daniela Vilela, Júlia Albert, Isabela Xavier, Marcijane Vinhote, Raquel Alcoforado.

Aos meus amigos de curso que comigo dividiram momentos desafiadores na formação, diálogos importantes e momentos felizes de conquistas, aos quais me recordarei com carinho.

Agradeço ainda, a amigos especiais que com generosidade me ensinaram coisas importantes. Vozes que me fizeram crescer como pessoa e entender fatos que livros didáticos não ensinam. Meu primeiro ensinamento da Universidade devo a vocês: Patrícia Atthie e Jean Israel.

Ao meu orientador, Prof. César Siqueira Junior, por toda orientação e oportunidade de estágio no Núcleo de Pesquisas em Sistemas Agrícolas (NUPSA) que foi uma das fases mais importantes e especiais de minha graduação.

À UNIRIO e a todos os professores pela dedicação e generosidade em compartilhar seus conhecimentos.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP	Área de preservação permanente
COVID	Corona Vírus Disease
DDT	Dicloro-Difenil Tricloroetano
EPI	Equipamento de proteção individual
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fig	Figuras
ha	Hectare
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IPI	Imposto sobre os Produtos Industrializados
K	Milhares
Kg	Quilogramas
LMR	Limite máximo de resíduos
M	Milhões
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mg/kg	Miligrama por quilograma
PARA	Programa de análise de resíduos de agrotóxicos no Brasil

PDA	Potato Dextrose Ágar
PL	Projeto de Lei
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RIL	Revisão integrativa de literatura
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SINITOX	Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas
ton	Toneladas
UE	União Europeia
µg/L	Micrograma por litro

RESUMO

A agricultura praticada no Brasil é baseada na utilização intensa de agrotóxicos. O uso elevado dessas substâncias representa alto risco ao meio ambiente e saúde pública devido a toxicidade de seus compostos. A utilização de pesticidas na agricultura familiar também tem crescido ao longo dos anos para contornar o número de perdas de produção por doenças e pragas nas culturas. As doenças são causadas principalmente por fungos fitopatogênicos que levam a inúmeras perdas pós colheita. Considerando a necessidade de alternativas sustentáveis, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o uso de plantas em função de sua resistência natural a ação de microrganismos. Esse estudo teve como objetivo investigar o panorama de uso de agrotóxicos no Brasil para compreensão da posição do país na cadeia de consumo de pesticidas bem como apresentar uma revisão sobre o uso de extratos vegetais como alternativa para o controle de fungos fitopatogênicos que possam subsidiar a agricultura familiar no controle de doenças nas culturas. A análise de agrotóxicos baseou-se em metodologia descritiva com análise exploratória em base de dados de uso de pesticidas, registros de pesticidas, limites máximos de resíduos e intoxicação. A análise de alternativas vegetais baseou-se em metodologia de revisão integrativa de literatura para a consolidação de dados sobre a eficácia dos extratos de plantas no controle dos fungos do gênero *Fusarium spp* e *Colletotrichum spp*. Os resultados apresentados demonstram a expressividade de consumo de agrotóxicos no país ao longo dos 9 anos alinhada as políticas de incentivo governamentais como crédito agrícola e leis de isenção fiscal além das variações de preços de commodities agrícolas demonstrando a influência das demandas econômicas no crescimento do uso de pesticidas. A revisão integrativa de extratos resultou em 25 artigos com a demonstração da eficácia de 36 espécies de plantas com potencial antifúngico. Algumas pesquisas, demonstraram ainda resultados superiores ao controle por fungicidas sintéticos através dos extratos de alho, cravo, gengibre, jurubeba, saboeiro e tomilho atestando-as como espécies promissoras ao uso em substituição dos agrotóxicos. A revisão sobre o uso de agrotóxicos no país demonstrou o alto impacto das políticas agroeconômicas do Estado que subsidiam o uso indiscriminado desses produtos no Brasil e conseqüentemente potencializam os riscos de intoxicação e contaminação do meio ambiente comprometendo diretamente a segurança alimentar e sustentabilidade. Como alternativa a utilização desses produtos a segunda parte desse estudo demonstrou a viabilidade do uso de espécies vegetais capazes de subsidiar a agricultura familiar no controle de doenças pós colheita.

Palavras-chave: Pesticidas, intoxicação, doenças pós colheita, fungos fitopatogênicos, controle alternativo de fungos.

ABSTRACT

Agriculture practiced in Brazil is based on the intense use of pesticides. The high use of these substances represents high risk to the environment and public health due to the toxicity of their compounds. The use of pesticides in family farming has also grown over the years to control the number of production losses due to diseases and pests in crops. The diseases are mainly caused by phytopathogenic fungi that lead to numerous post-harvest losses. Considering the need for sustainable alternatives, several researches have been developed with the use of plants due to their natural resistance to the action of microorganisms. This study aimed to investigate the panorama of pesticide use in Brazil to understand the country's position in the pesticide consumption chain as well as to present a review on the use of plant extracts as an alternative for the control of phytopathogenic fungi that can subsidize familiar agriculture control of crop diseases. The analysis of pesticides was based on a descriptive methodology with exploratory analysis in a database of pesticide use, pesticide registration, maximum residue limits and intoxication. The analysis of plant alternatives was based on an integrative literature review methodology to consolidate data on the effectiveness of plant extracts in controlling fungi of the genus *Fusarium* spp and *Colletotrichum* spp. The results presented demonstrate the expressiveness of pesticide consumption in the country over the 9 years are in line with government incentive policies such as agricultural credit and tax laws, in addition to variations in agricultural commodity prices, demonstrating the influence of economic demands on the growth of the use of pesticides. The integrative review of extracts resulted in 25 articles demonstrating the effectiveness of 36 plant species with antifungal potential. Some research has also shown results superior of the control by synthetic fungicides through extracts of garlic, cloves, ginger, jurubeba, saboeiro and thymus, attesting them as promising species to be used in substitution of pesticides. The review on the use of pesticides in the country demonstrated the high impact of the State's agro-economic policies that subsidize the indiscriminate use of these products in Brazil and consequently increase the risks of intoxication and contamination of the environment, directly compromising food security and sustainability. As an alternative to the use of these products the second part of this study demonstrated the viability of using plant species capable of subsidizing family farming in the control of post-harvest diseases.

Keywords: Pesticides, pesticide poisoning, post-harvest diseases, phytopathogenic fungi, alternative fungi control.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Agricultura no Brasil	12
1.2 Agrotóxicos e seus impactos	12
1.3 Doenças pós colheita	15
1.4 Controle alternativo aos agrotóxicos	19
1.4.1 Extratos vegetais no controle microbiano.....	19
2. OBJETIVO GERAL	21
2.1 Objetivos específicos	21
3. METODOLOGIA	21
4. RESULTADOS.....	24
4.1 O uso de agrotóxicos	24
4.2 Revisão extratos vegetais.....	29
5. DISCUSSÃO	37
5.1 Agrotóxicos no cenário brasileiro	37
5.2 Intoxicações por agrotóxicos.....	39
5.3 Alternativas ao uso de agrotóxicos	42
6. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade de grande importância para a economia brasileira, tendo se expandido e modernizado ao longo de décadas. O país, que possui suas bases econômicas fundadas no agronegócio, é um dos líderes na produção e exportação de alimentos através de um modelo de agricultura moderna. Tal agricultura é baseada em utilização intensiva de insumos agrícolas, produtos transgênicos e mecanização (NAVARRO, 2001; RIBEIRO; PEREIRA, 2016). O Brasil tem grande destaque em permissões concedidas de agrotóxicos em seu território em função do modelo de agricultura praticado em seu território. O uso indiscriminado dessas substâncias representa um grande risco ao meio ambiente e saúde pública devido sua toxicidade e a baixa degradabilidade de seus compostos (JARDIM; ANDRADE; QUEIROZ, 2009).

Além da utilização de pesticidas em larga escala na agricultura patronal seu uso têm se difundido por pequenos agricultores potencializando os riscos de intoxicação, uma vez que esse modelo de agricultura trata-se, em geral, de produção de base alimentar para abastecimento interno ao contrário da produção convencional utilizada para suprir o mercado internacional na produção de commodities para produção de biodiesel e ração animal (VALADARES; ALVES; GALIZA, 2020). No entanto, as perdas de produção frente ao surgimento de pragas e adoecimento das culturas são um fator limitante por submeter o agricultor ao uso de agrotóxicos. Diante desse panorama, é de extrema importância a busca por alternativas sustentáveis para o controle de doenças nas lavouras de modo a garantir segurança alimentar, amenizar perdas econômicas por doenças nas culturas e assim, fortalecer a agricultura familiar que é tão importante para o país e o meio ambiente.

1.1 Agricultura no Brasil

O Brasil é constituído como país agrícola desde o período colonial com o estabelecimento das monoculturas de cana-de açúcar, cacau e café, passando por uma série de transformações em meados do século XX (SILVA, 2011). Essas transformações foram impulsionadas, principalmente, pelo advento tecnológico e por políticas econômicas governamentais de incentivo ao desenvolvimento rural como o crédito agrícola, fatores determinantes para a constituição do cenário agrário e agrícola observado atualmente (KAGEYAMA, 1990; MATOS; PESSOA, 2011).

Com a entrada de tecnologias no país e a implantação de polos industriais na década de 60, a base produtiva da agricultura modificou-se levando ao processo denominado modernização agrícola (TEIXEIRA, 2005). Nesse processo a mão-de-obra rural foi gradativamente sendo substituída por maquinários e técnicas modernas de cultivo que incluíam desde o uso de produtos químicos para o controle de pragas até produtos transgênicos, ciclo que mais tarde ficou conhecido como Revolução Verde (MATOS; PESSOA, 2011; NAVARRO, 2001; SILVA; BOTELHO, 2014).

Em termos de modo de produção, a modernização resultou num modelo industrial que, justificado pelo aumento de produtividade, levou ao processo de expansão da fronteira agrícola (TEIXEIRA, 2005). Esse processo foi acompanhado da especialização da agricultura, na qual ocorreria o desenvolvimento e aprimoramento de determinados produtos agrícolas de maior valor comercial e interesse econômico, produzidos num sistema de monocultura e transformados em commodities para exportação (BALSAN, 2006).

Bombardi (2019b) aponta o alto impacto territorial deste modelo de produção, demonstrando que a soma das áreas dos grandes monocultivos do país, a saber: soja (33,2 milhões de hectares), cana-de-açúcar (10,5 milhões de hectares) e silvicultura de eucalipto (7,4 milhões de hectares), ultrapassam a extensão territorial de diversos países da Europa como a Alemanha, Bélgica e Portugal. Também demonstra que, toda essa área é destino de mais de 70% dos agrotóxicos comercializados no país, sendo a monocultura da soja o destino de mais de 50%.

1.2 Agrotóxicos e seus impactos

Agrotóxicos são substâncias de natureza química ou biológica utilizados para o controle de pragas e patógenos de culturas agrícolas. São classificados de acordo com sua natureza química ou conforme o tipo de pragas as quais são aplicados, como: herbicidas,

pesticidas e fungicidas (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003). Na legislação brasileira, LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989, entende-se por agrotóxicos:

Os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.

O primeiro registro de agrotóxicos como conhecemos hoje foi Dicloro-Difenil Tricloroetano-DDT foi sintetizado por Othmar Zeidler, em 1874, e reconhecido por suas propriedades inseticidas em 1939 por Paul Muller. Inicialmente essas substâncias foram utilizadas como arma química em larga escala durante a Segunda Guerra (1939-1945) e após o período de guerras passaram a ser utilizados como pesticidas e herbicidas em atividades agrícolas (BENEVIDES; MARINHO, 2015; RIBEIRO; PEREIRA, 2016).

Apesar dos benefícios dos agrotóxicos para a agricultura o uso desenfreado desses produtos representa um alto risco ao meio ambiente e saúde humana. Os impactos ambientais causados pela utilização dos agrotóxicos referem-se a sua baixa capacidade de degradação que faz com que seus resíduos sejam aderidos ao solo ou carreados pela água. Causam a perda de diversidade biológica com a seleção de espécies mais resistentes, contaminação dos recursos hídricos levando a eutrofização e mortandade de organismos aquáticos; exaustão e perda de fertilidade do solo pela alta sobrecarga de compostos químicos. Além disso, possuem propriedades lipofílicas que facilitam a adesão e bioacumulação nos tecidos de vegetais e animais causando sua transferência pela cadeia trófica e a perda de diversidade biológica pela morte desses organismos vivos (BELCHIOR et al., 2017; CARNEIRO et al., 2018; JARDIM; ANDRADE; QUEIROZ, 2009; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018). O uso indiscriminado desse produtos é um atentado a sustentabilidade ambiental, uma vez que traz prejuízos às gerações futuras pela persistência desse produtos nos compartimentos ambientais podendo acarretar a alteração de biodiversidade e disponibilidade de água e alimentos.

Os impactos à saúde humana estão relacionados à intoxicação direta e indireta por agrotóxicos. Na intoxicação direta os mais afetados são trabalhadores rurais por exposição ocupacional e exposição indireta de famílias residentes em áreas próximas a estabelecimentos agropecuários. A livre comercialização, falta de assistência técnica aos trabalhadores rurais e a ausência de fiscalização nos estabelecimentos agropecuários têm contribuído para o abuso de dosagens recomendadas pelos órgãos sanitários levando a diversos casos de intoxicação (CAVALCANTE et al., 2015; OLIVEIRA, 2004). Uma boa parcela dos trabalhadores rurais, principalmente os pequenos agricultores, são mais

vulneráveis a intoxicação pela falta de conhecimento sobre as normas de segurança e os riscos da manipulação incorreta desses produtos químicos, por isso, negligenciam a utilização de equipamentos de proteção individual – EPI, não realizam o descarte correto de embalagens ou aplicam as quantidades não recomendadas potencializando os riscos de contaminação por resíduos desses produtos químicos tanto dos próprios trabalhadores quanto do meio ambiente (CAVALCANTE et al., 2015; OLIVEIRA, 2004).

Já a intoxicação indireta ocorre pela ingestão de água e alimentos contaminados podendo acometer toda a população ao invés de apenas os residentes de áreas próximas as plantações uma vez que esses produtos contaminam as águas de abastecimento e os alimentos que são comercializados em todo o país (BELCHIOR et al., 2017; RIBEIRO; PEREIRA, 2016). Segundo Hess, (2019), a contaminação das águas de abastecimento por agrotóxicos pode ser um dos principais fatores para o grande número de casos de câncer no Brasil¹ em função da alta exposição e dispersão desses resíduos através da água. Tal fato demonstra que os impactos ambientais relacionam-se diretamente aos impactos à vida humana.

Os efeitos nocivos à saúde variam de acordo com a concentração de exposição e o tipo de agente químico e, podem causar danos agudos ou crônicos sendo alguns irreversíveis (RIBAS; MATSUMURA, 2009). Dentre os efeitos crônicos associados a exposição aos agrotóxicos destacam-se a carcinogênese, teratogênese, neurotoxicidade, distúrbios hormonais, lesões renais e hepáticas que são observados apenas a longo prazo e por isso dificultam a associação direta entre essas doenças a utilização de agrotóxicos (DEWAN et al., 2013; LIMA, 2005; RIBAS; MATSUMURA, 2009; RIGOTTO; AGUIAR, 2016).

Essas substâncias são amplamente conhecidas no meio rural por “remédio de plantas”, sugerindo um caráter positivo do produto e fragilizando os cuidados dos trabalhadores rurais. Nesse sentido, há um endosso por parte da esfera pública, visto que em Projeto de Lei PL nº 6.299/02 em tramitação, sugere em uma de suas propostas a alteração da nomenclatura dos agrotóxicos para “defensivos agrícolas” com a finalidade de se colocar um nome de menor impacto e assim camuflar os verdadeiros riscos dos produtos.

Conforme mencionado, o uso de pesticidas químicos e herbicidas também tem crescido entre os agricultores familiares na tentativa de controlar pragas, doenças e assim minimizar danos relacionados a aparência, perda da qualidade do alimento e, conseqüentemente, prejuízos na produção (FISCHER; CHOUDHURY, 2019). Ademais, a baixa competitividade no mercado também leva o agricultor a utilizar produtos químicos. Segundo Bombardi (2020) a indústria de agrotóxicos subordina o agricultor, pois a medida

¹ Câncer é a terceira maior causa de morte no Brasil conforme Ministério da Saúde. Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <<http://svs.aids.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/paineis-de-monitoramento/mortalidade/gbd-brasil/principais-causas/>> Acesso em agosto de 2020.

que o agricultor vizinho faz uso de algum agrotóxico, o mesmo se vê obrigado a utilizar para sustentar a produção. No entanto o uso indiscriminado na agricultura familiar pode representar um alto risco à segurança alimentar, visto que trata-se de uma agricultura de subsistência responsável pela produção de culturas de base alimentar, com produção destinada basicamente ao abastecimento nacional (VALE, 2011). Por isso, tendo em vista a segurança alimentar, o uso de agrotóxicos por parte dos agricultores familiares torna-se uma preocupação em função do alto potencial de intoxicação.

1.3 Doenças pós colheita

As perdas na produção de alimentos no Brasil representam em média 50% da produção. Ocorrem, em sua maioria, na fase pós-colheita, seja por má manipulação do alimento, más condições de armazenamento ou por adoecimento das culturas, principalmente na fase pós colheita (OLIVEIRA et al., 2015b). A predominância do adoecimento de alimentos nessa fase ocorre em função da diminuição do sistema de defesa dos frutos na fase de amadurecimento, tornando- os mais vulneráveis à ação de patógenos. Outros fatores que favorecem o adoecimento são as condições ambientais ideais aos fitopatógenos como a alta disponibilidade de água, nutrientes e temperatura típicas de regiões tropicais, justamente onde grande parte dos alimentos é produzida (ECKERT, 1990). As infecções que causam as doenças pós-colheita podem ser adquiridas a qualquer fase do desenvolvimento da cultura, ou seja, podem ser adquiridas na fase inicial de crescimento da planta até a de maturação do fruto.

O controle de doenças pós-colheita é de extrema importância, pois tratam- se de barreiras à comercialização de alimentos. A perda de qualidade dos produtos frente ao adoecimento das culturas leva o agricultor a utilizar agentes químicos para controle de perdas. Essas doenças pós colheita manifestam sintomas nos alimentos como manchas no tecido vegetal que embora não afetem internamente o produto acabam por causar depreciação do produto pelo consumidor. Outras lesões causam alteração de consistência, sabor, ou inviabilizam o consumo por ação de micotoxinas (OLIVEIRA et al., 2015a).

Dentre os principais patógenos que causam as doenças pós colheita nas culturas destacam-se os fungos fitopatogênicos (OLIVEIRA et al., 2015a). Estudos demonstram que fungos são os patógenos de maior ocorrência em doenças de plantas, representando entre 70% a 80% do percentual de ocorrência, dentre os quais destacam-se os gêneros *Fusarium sp* e *Colletotrichum sp* causadores de murchas e manchas foliares em diversas culturas (POZZA et al., 1993; TALAMINI et al., 2003; ZACARONI et al., 2000). Os fungos do gênero *Colletotrichum sp.* e *Fusarium sp.* apresentam alta variabilidade morfológica, fisiológica e patogênica e ampla distribuição geográfica, sendo mais comuns em regiões tropicais e subtropicais (ASSIS, 2001; POLETTO et al., 2006; SERRA et al., 2011). Tais gêneros de

fungos são responsáveis pelo adoecimento de diversas culturas alimentícias, principalmente doenças pós colheita como a antracnose (fig.1) e a murcha (fig. 2), doenças de grande relevância econômica devido as perdas de produção. O gênero *Colletotrichum sp* é um patógeno latente conhecido por infectar espécies frutíferas. Em geral, hospedam-se nos frutos na época de floração por aberturas naturais ou ferimentos e, em condições ideais, como períodos chuvosos se espalham para outras partes da planta. Podem ainda hospedar-se em solo e restos de culturas (FERRARI et al. 2011). O gênero *Fusarium sp.* hospedam-se em solos por longos períodos se alimentando de restos orgânicos do solo e infectam as plantas através das raízes (PEREIRA, 2009).



Figura 1 Sintomas da antracnose no mamão
Fonte: Halfeld-vieira (2010)



Figura 2 Sintomas da murcha no morango
Fonte: Nextews (2017)

O controle dessas doenças, atualmente, é realizado através de produtos químicos como os fungicidas sintéticos Azoxystrobina, Benomyl, Carbendazim, Mancozebe, Procloraz Tebuconazol e Tiabendazol utilizados em diversas culturas alimentícias para aplicação desde sementes até frutos (IUPAC, 2020; PINTO, 2003; SILVA, 2008).

A Azoxystrobina é um fungicida do grupo químico Estrobilurina indicado para aplicação foliar em diversas culturas alimentícias. Apresenta proteção sistêmica e atua como inibidor da respiração. É um produto de classe toxicológica III, ou seja, moderadamente tóxico e classificação de periculosidade ambiental II, ou seja, muito perigoso ao meio ambiente. Conforme dados da IUPAC (2020), apresenta baixa toxicidade para mamíferos, no entanto pode levar a bioacumulação, é irritante para a pele e olhos. Além disso é moderadamente tóxico para pássaros, organismos aquáticos, abelhas e minhocas.

O fungicida Benomyl do grupo químico dos Benzimidazóis banido no Brasil no ano de 2012 é um produto moderadamente tóxico de classe toxicológica III. É um fungicida sistêmico com atividade protetora e erradicante. Seu modo de ação se baseia na inibição da mitose e divisão celular. A exposição por Benomyl pode causar efeitos prejudiciais no desenvolvimento humano e infertilidade. É um produto de baixa degradabilidade em água e de solo. Apresenta baixa toxicidade em mamíferos podendo bioacumular além de ser moderadamente tóxico para pássaros, abelhas, minhocas e a maioria dos organismos aquáticos (IUPAC, 2020).

O fungicida Carbendazim do grupo químico Benzimidazol é indicado para controle de doenças como a fusariose e mancha chocolate. É indicado para aplicação foliar nas culturas de algodão, citros, feijão, maçã, milho, soja e trigo e sementes de algodão, arroz, feijão, milho e soja. É um produto de classe toxicológica tipo III, moderadamente tóxico, de periculosidade ambiental classe III, perigoso ao meio ambiente. Carbendazim apresenta baixa toxicidade para mamíferos, no entanto pode causar problemas de reprodução, desenvolvimento humano, problemas hepáticos e câncer. Apresenta baixa degradabilidade em água e toxicidade moderadamente tóxico para as abelhas e organismos aquáticos (IUPAC,2020).

O fungicida e acaricida Mancozebe do grupo químico dos ditio-carbamato é indicado para controle de antracnose em diversas culturas alimentícias. É um produto de classe toxicológica III, moderadamente tóxico. Mancozebe é um fungicida de amplo espectro, seu modo de ação se baseia na interferência do metabolismo lipídico do patógeno. Apresenta toxicidade humana podendo causar hipertrofia ovariana, problemas na tireóide e câncer. Possui baixa solubilidade em água e é altamente tóxico à organismos aquáticos e moderadamente tóxico à aves (IUPAC,2020).

O fungicida Procloraz do grupo químico é um produto altamente tóxico de classe toxicológica I, proibido pela ANVISA no ano de 2016. É um fungicida de amplo espectro que age interrompendo a função da membrana. Procloraz apresenta toxicidade humana podendo causar problemas no desenvolvimento humano, problemas hepáticos, endócrinos e câncer. É

um produto de baixa solubilidade em água, persistente em solo e apresenta potencial de toxicidade moderada em mamíferos, aves e organismos aquáticos (IUPAC, 2020).

O fungicida Tiabendazol do grupo químico Benzimidazol é indicado para controle de *Fusarium spp* para aplicação pós-colheita em abacate, banana, citros, mamão, manga e melão. É um fungicida sistêmico que causa interferência no citoesqueleto dos fungos. De classe toxicológica tipo III, é um produto pouco tóxico e de periculosidade ambiental III, perigoso ao meio ambiente. Apresenta toxicidade moderada para mamíferos, aves e organismos aquáticos. Em relação a toxicidade humana, o Tiabendazol pode levar a problemas em tireóide, fígado, baço, e rins além de ter potencial de desenvolvimento de câncer por exposição a altas doses (IUPAC,2020).

O fungicida Tebuconazol do grupo químico Triazol é indicado para aplicação foliar em diversas culturas frutíferas e aplicação em pós-colheita (imersão de frutos) nas culturas de mamão, manga e melão. É um fungicida sistêmico que atua interrompendo a função da membrana. Tebuconazol é um produto extremamente tóxico de classe toxicológica I e de periculosidade ambiental II, ou seja, muito tóxico ao meio ambiente. Apresenta baixa solubilidade em água, alta persistência em solo e toxicidade moderada para mamíferos, aves e organismos aquáticos. Pode levar ao surgimento de câncer, problemas no fígado e câncer (IUPAC, 2020).

Apesar de não haver relatos de intoxicação humana por esses produtos em literatura, os mesmos apresentam riscos potenciais em função de seus efeitos residuais sobre o alimento e compartimentos ambientais. O monitoramento de resíduos de agrotóxicos em água e alimentos ainda é incipiente e, por isso, o correto diagnóstico de doenças crônicas associadas ao uso de agrotóxicos é muito complexo e demanda muitas pesquisas (ANVISA, 2006). O potencial de toxicidade desses agrotóxicos e diversos outros ainda mais tóxicos como os herbicidas glifosato e 2,4 D utilizados na agricultura tem alertado à comunidade científica estimulando o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis como produtos naturais a fim de minimizar os riscos de utilização de pesticidas sintéticos e garantir a sustentabilidade ambiental e segurança alimentar.

1.4 Controle alternativo aos agrotóxicos

A produção de biopesticidas tem crescido nos últimos anos. Tratam-se de produtos de base biológica a partir de microorganismos vivos como insetos, fungos, bactérias e vegetais com potencial antimicrobiano que podem atuar como controle biológico contra pragas e patógenos das culturas (JORGE e SOUZA, 2017). Em suma, são sistemas que visam a sustentabilidade na agricultura, uma vez que causam menor interferência ao meio natural por sua baixa toxicidade. São produtos que não produzem resíduos prejudiciais a biota e apresentam baixo impacto sobre os predadores naturais das culturas (MAPA, 2020).

No Brasil, foram mais de 400 produtos biológicos registrados nos últimos 10 anos conforme Ministério da agricultura, só no ano de 2020 foram 95 registros. O país é, atualmente, o 4º maior produtor de biopesticidas com 7% da produção mundial. Segundo o Ministério da Agricultura o mercado de biodefensivos cresceu 70% em 1 ano e tem perspectiva de maior crescimento com a criação do Programa nacional de bionsumos que objetiva impulsionar o uso desses recursos biológicos na agropecuária nacional (MAPA,2020).

Apesar do crescimento na produção desses produtos biológicos sua comercialização ainda é incipiente pois representa apenas 2,5% do total de pesticidas vendidos no mundo (BALOG et al.,2017; MAPA,2020). No Brasil, metade dos produtores desconhece esses biodefensivos e apenas 12% das áreas cultivadas no país fazem uso desses produtos. Isso se deve em parte da resistência de muitos agricultores a utilização de novos produtos, mas principalmente a carência de informação, assistência técnica e capacitação aos produtores a fim de promover a utilização de produtos mais sustentáveis à agricultura (MAPA). A produção de agentes biológicos se mostra uma alternativa promissora em substituição aos agentes químicos e devem ser incentivadas através de políticas públicas a fim de facilitar o acesso dos produtores a esses produtos.

1.4.1 Extratos vegetais no controle microbiano

Extratos vegetais são agentes biológicos com alto potencial antimicrobiano. Assim como seu efeito fitoterápico a exploração de plantas como biopesticidas também é uma prática secular que foi abandonada gradativamente pelo uso dos pesticidas sintéticos (CORRÊA; SALGADO, 2011). Diversos estudos evidenciam o potencial de plantas por sua ação antimicrobiana que poderiam auxiliar no controle de pragas e doenças agrícolas. Dentre as múltiplas atividades dos extratos vegetais são constatadas em literatura a ação inseticida, fungicida, bactericida e herbicida (CHAO; YOUNG; OBERG, 2000; CORRÊA; SALGADO, 2011; KWEKA, EJ, MOSHA, F., LOWASSA, 2008; MARTINS, J. A. B. ; SIQUEIRA JUNIOR, 2014; OLIVEIRA et al., 2015b).

A ação antimicrobiana dos extratos de plantas é atribuída as substâncias bioativas produzidas em seu metabolismo secundário. Tais substâncias são provenientes de raízes, caules, folhas, flores, cascas e frutos e apresentam princípios ativos que interferem no metabolismo de outros organismos causando repelência, esterilização e interferência no desenvolvimento (MEDEIROS, 1990). Em vista disso, o uso de extratos de plantas no controle de doenças nas culturas é uma alternativa promissora a substituição dos agrotóxicos. Além disso, os extratos vegetais apresentam baixo impacto ambiental por sua propriedade biodegradável e baixo custo de produção contribuindo para a sustentabilidade ambiental (ALMEIDA; MOURA; FRANZENER, 2017; MELLO; ZACHARIAS, 2019).

2. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma análise sobre o panorama de uso de agrotóxicos no Brasil bem como realizar uma revisão integrativa acerca dos extratos vegetais disponíveis para o controle dos fungos do gênero *Fusarium spp* e *Colletotrichum spp* de maior relevância nas doenças pós colheita.

2.1 Objetivos específicos

- Apresentar uma revisão sobre o uso de agrotóxicos no Brasil.
- Investigar as possíveis do incremento de uso de agrotóxicos no país.
- Realizar um levantamento bibliográfico de extratos vegetais com eficácia no controle dos fungos do gênero *Colletotrichum spp* e *Fusarium spp*.

3. METODOLOGIA

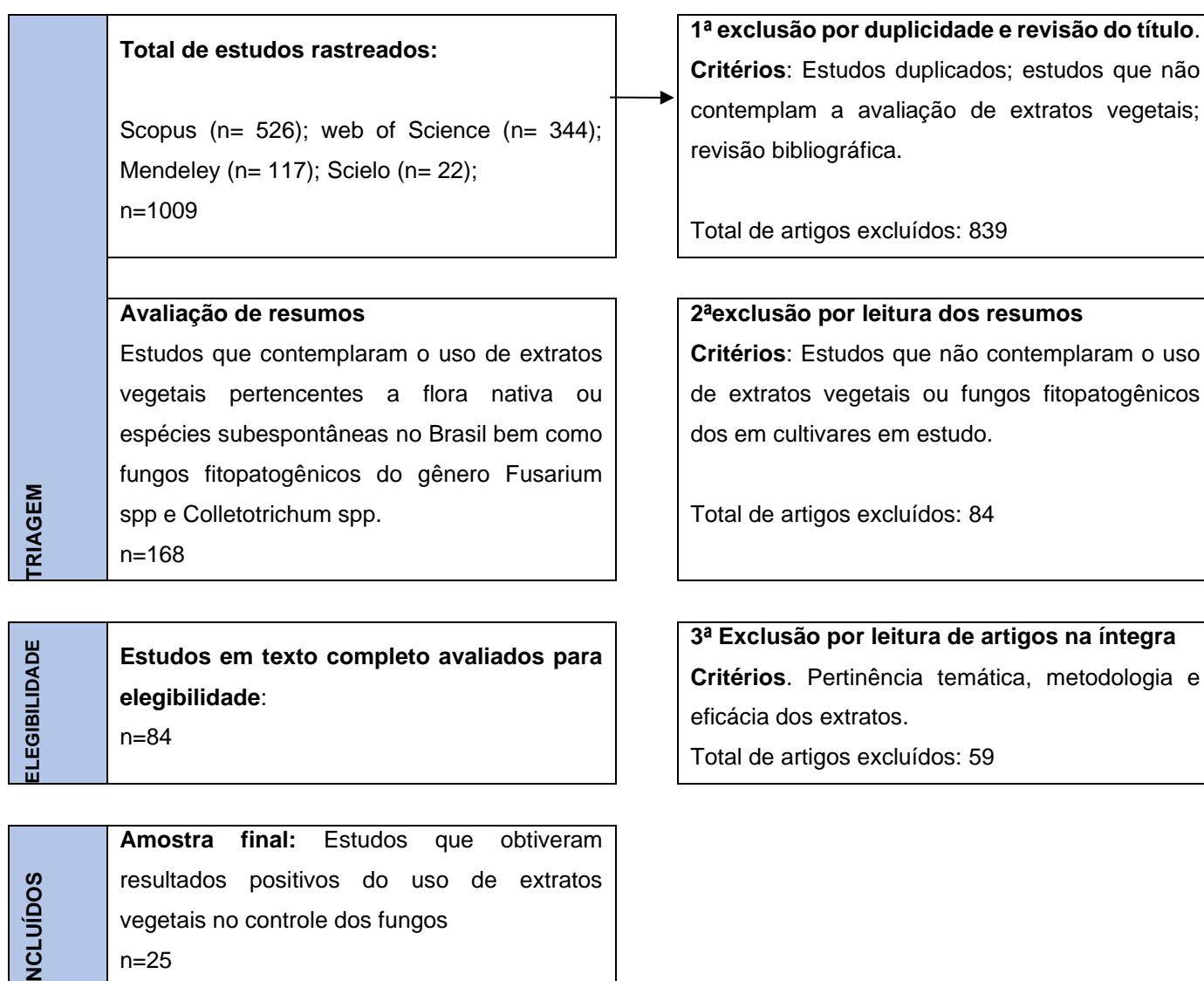
A primeira parte desse estudo baseou-se em metodologia descritiva de caráter exploratório para apresentação do uso de agrotóxicos no Brasil. Primariamente foi delineada a seguinte questão: “Qual o panorama de uso de agrotóxicos no Brasil?”. Foram definidas as seguintes variáveis: indicadores de uso de agrotóxicos, registro de agrotóxicos no país, dados de intoxicação e limite de resíduos de agrotóxicos. O levantamento de dados foi realizado através dos respectivos sítios oficiais: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Comissão de Regulação Europeia e Sistema Nacional de Informações Tóxico- Farmacológicas (SINITOX-Fiocruz) e em seguida foi realizada a plotagem de gráficos e tabelas na ferramenta Infogram para análise e revisão.

A segunda parte do estudo dedicou-se a revisão bibliográfica sobre o tema “*extratos vegetais como alternativa sustentável ao uso de agrotóxicos*”. Essa revisão baseou-se em metodologia descritiva exploratória através do método de revisão integrativa de literatura (RIL). Nesse método, as pesquisas científicas são agrupadas e sintetizadas a fim de realizar uma análise ampla e obter conclusões gerais sobre determinado tema de pesquisa e assim subsidiar decisões, reprodução ou continuidade de pesquisas científicas. A síntese dos estudos realizados através do método de revisão integrativa de literatura permite reduzir incertezas científicas apresentando ao leitor informações precisas para futuras intervenções (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008). Delineou-se a referida questão: “Quais as alternativas

promissoras de extratos vegetais para o controle de fungos fitopatógenos do gênero *Colletotrichum spp* e *Fusarium spp*? Os critérios de inclusão utilizados nesta pesquisa foram: artigos completos disponíveis online que contemplem alternativa de controle aos fungos fitopatógenos; artigos em português, inglês ou espanhol; artigos publicados nos últimos vinte anos; Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados nas bases de dados; revisões de literatura; metodologias que envolveram utilização de produtos químicos; espécies de plantas não nativas no Brasil; artigos que não contemplem fungos do gênero *Fusarium spp* e *Colletotrichum spp* e artigos que não apresentaram pertinência temática.

Para esta revisão foram utilizadas as bases de dados SciVerse Scopus; Web of Science; Mendeley; Scientific Electronic Library Online (SciELO); e as seguintes palavras chaves: “extratos vegetais”, “plants extracts”, “aqueous plants extracts”, “controle alternativo de fungos”, “fungus alternative control”, “fitopatógenos”, “phytopatogens”, “antifúngico” e “antifungal”. A busca realizou-se através de combinação das palavras-chaves utilizando-se aspas e operador booleano “AND”, a saber, “extratos vegetais” AND “controle alternativo de fungos”, “plants extract” AND “fungus alternative control”, “aqueous plants extracts” AND “fungus alternative control”. Em seguida, na etapa de avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa os artigos foram organizados em fluxograma de acordo com as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) conferindo maior transparência a pesquisa de revisão (fluxograma 1) (MOHER et al., 2015).

IDENTIFICAÇÃO	<p>Levantamentos de artigos científicos nas bases acadêmicas através das palavras chaves descritas:</p> <p>Scopus (n=409): ((plants AND extracts AND fungus AND alternative AND control))</p> <p>Scopus (n=117): ((plants AND extracts AND antifungal AND phytopathogens AND fungus))</p> <p>Web of science (n=260): ((plants AND extracts AND fungus AND alternative AND control))</p> <p>Web of science (n=84): ((plants AND extracts AND antifungal AND phytopathogens AND fungus))</p> <p>Mendeley (n=8): (extratos vegetais AND controle alternativo de fungos)</p> <p>Mendeley (n=59): (plants extracts AND fungus alternative control)</p> <p>Mendeley (n=50): (plants AND extracts AND antifungal AND phytopathogens AND fungus)</p> <p>Scielo (n=4): (extratos vegetais AND controle alternativo de fungos)</p> <p>Scielo (n=18): (plants extracts AND fungus alternative control)</p>
----------------------	--



n: número amostral

Fluxograma 1- Adaptado de PRISMA

4. RESULTADOS

4.1 O uso de agrotóxicos

Nos indicadores de comercialização de agrotóxicos no Brasil (figura 3) é apresentada a evolução do consumo de pesticidas no país. Observa-se uma tendência ascendente dos índices de consumo ao longo dos 9 anos da série histórica com aumento expressivo a partir do ano de 2006 e consumo recorde em 2019 totalizando 620 mil toneladas no ano. Também é observado leves quedas de consumo nos períodos de 2001 à 2002, 2005 à 2006 e 2017.

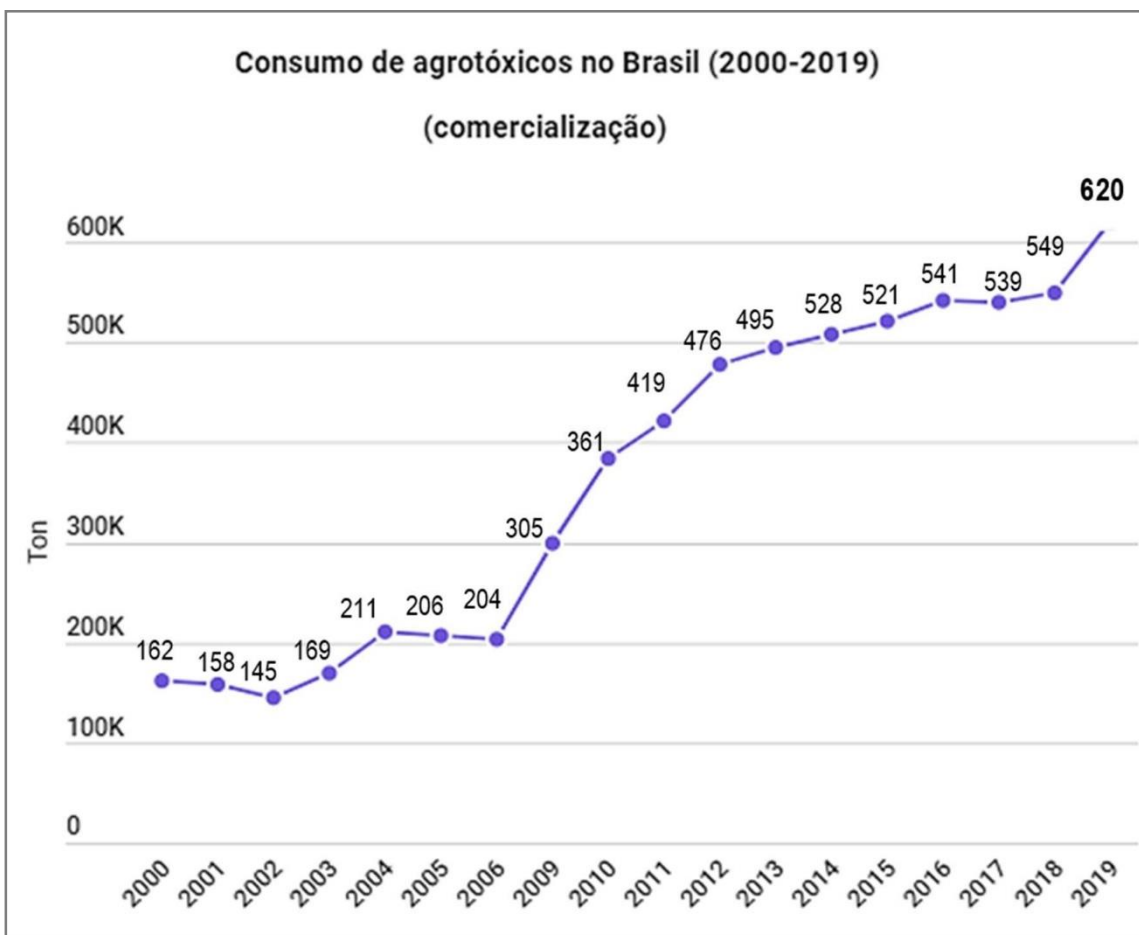


Figura 3- Relatório de comercialização de agrotóxicos em milhares de toneladas
 FONTE: Adaptado de IBAMA (2019)

Em relação ao consumo mundial de agrotóxicos são apresentados os 10 países líderes de consumo de pesticidas em toneladas brutas no ano de 2018. Observa-se que o Brasil ocupou a posição de 3º maior consumidor do mundo ficando atrás apenas da China com mais de 1 milhão de toneladas e Estados Unidos com mais de 400 mil toneladas, conforme observado em figura 4.

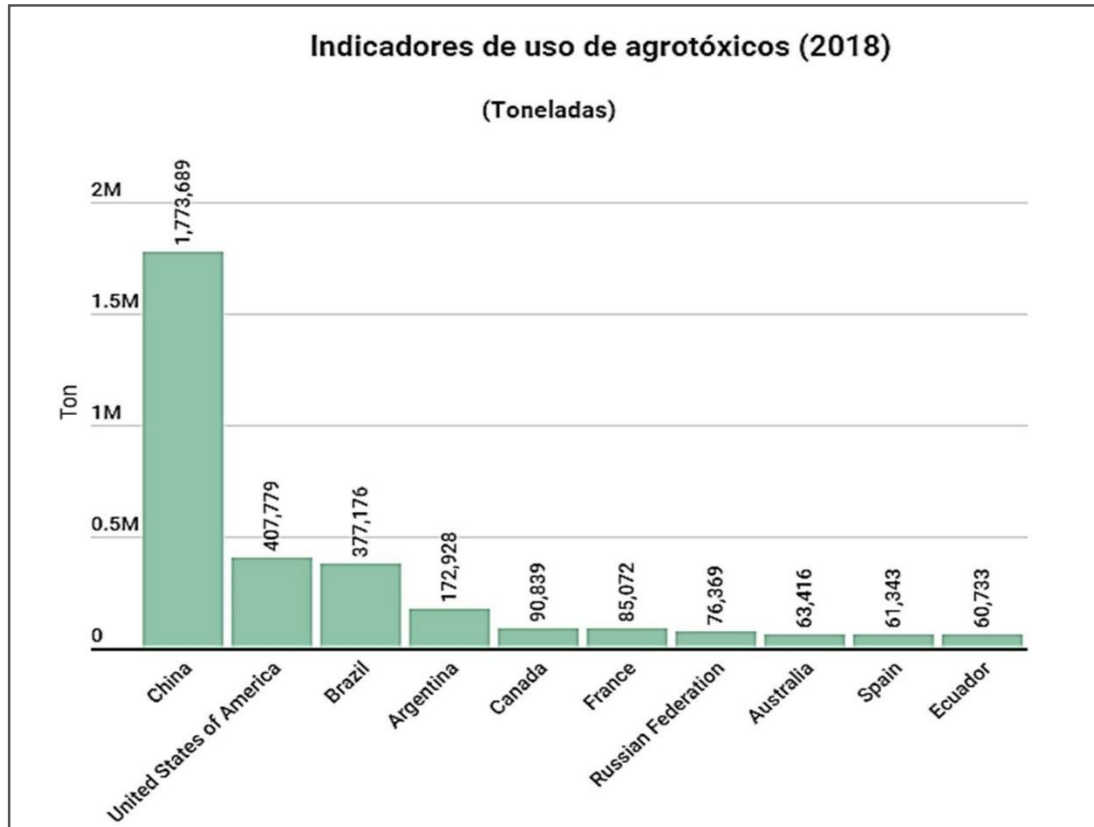


Figura 4- Uso de agrotóxicos em milhões de toneladas
FONTE: Adaptado de FAOSTAT (2020)

Ao demonstrar o ranking de consumo de agrotóxicos em toneladas dos países da América do Sul (figura 5), observa-se que o Brasil desponta como o líder de consumo de agrotóxicos no ano de 2018 seguido da Argentina com 172 mil toneladas e do Equador com 60 mil toneladas. Também é observada a expressividade do volume de agrotóxicos consumidos no país, uma vez que o volume utilizado no ano de 2018 supera a soma dos outros 12 países da América do Sul.

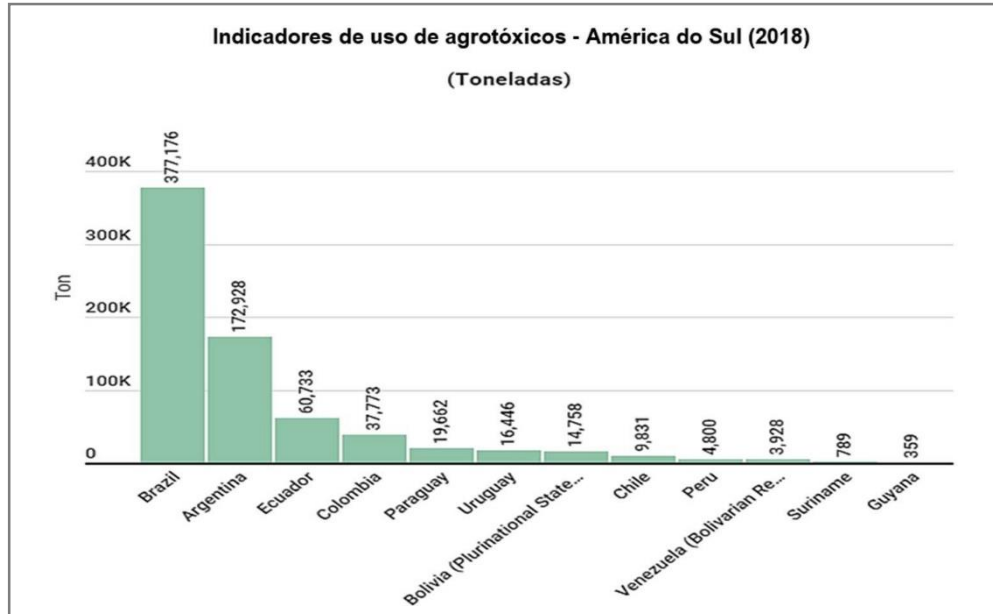


Figura 5 - Uso de agrotóxicos América do Sul em milhares de toneladas
FONTE: Adaptado de Faostat (2020)

Em indicadores de uso de agrotóxicos por área cultivada, em que é contabilizado o consumo de pesticidas em quilos por hectares (figura 6), observa-se que o Brasil passa da 3ª posição de consumo para a 27ª posição no ranking mundial ficando atrás de países como Equador que consumiu apenas 60mil toneladas em 2018, um quantitativo 6 vezes menor que o utilizado pelo Brasil.

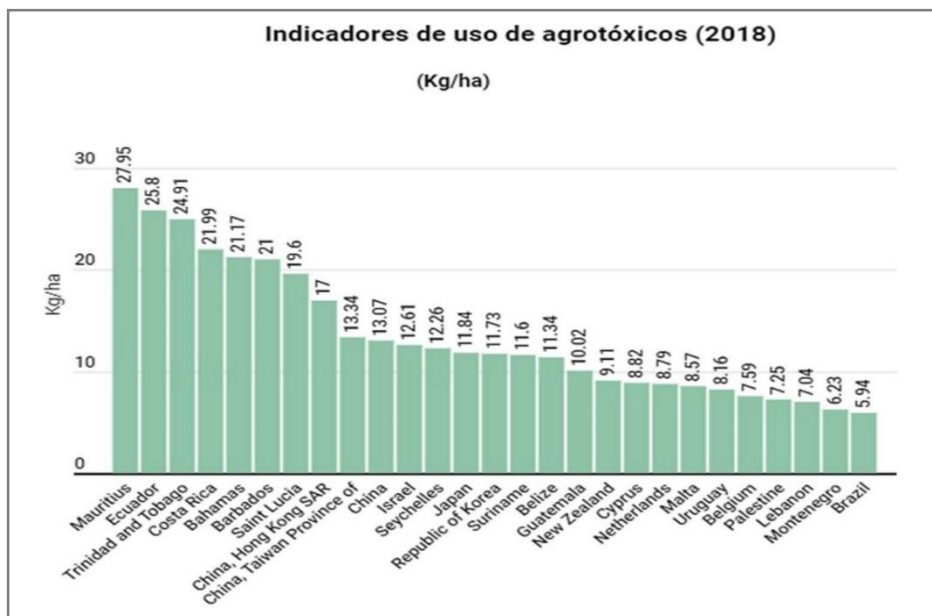


Figura 6 - Uso de agrotóxicos em quilos por hectares agropecuários (kg/ha)
FONTE: Adaptado de FAOSTAT (2020)

O histórico de registros de agrotóxicos no Brasil demonstra a evolução das liberações de produtos químicos no país. Observa-se um pico de liberações nos anos de 2007 e 2008 e um aumento expressivo a partir do ano de 2017 (fig 7) com um incremento de 90% em relação ao ano de 2016 e em 2020 ocorre o recorde de liberações com 321 produtos.



Figura 7 - Registro de agrotóxicos no Brasil (un)
 FONTE: Adaptado de MAPA (2020)

Os casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola da base SINITOX apresentados em tabela 1, demonstram as notificações entre os anos de 2007 a 2017. No período foram contabilizados mais de 50 mil casos de intoxicação e 1580 óbitos no mesmo período. Esses números de intoxicação representam uma média de 4500 casos anuais, ou seja, uma estimativa de 12 casos registrados por dia. Observa-se ainda a redução do número de casos a partir de 2013 contabilizando 2.548 casos no ano de 2017.

Tabela 1 - Número de casos de intoxicação por agrotóxicos no Brasil (2007-2017)

Intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola no Brasil (2007-2017)

Ano	Casos	Óbitos
2007	6.260	209
2008	4.906	176
2009	5.776	190
2010	6.000	214
2011	5.519	151
2012	5.071	147
2013	3.744	118
2014	3.369	84
2015	3.337	97
2016	3.657	133
2017	2.548	61
Total	50.187	1.580

Os limites máximos de resíduos de agrotóxicos em água potável no Brasil e União Europeia (UE) apresentados em tabela 2 demonstram limites de 3 pesticidas mais comercializados no Brasil. Observa-se que o Brasil apresenta limites mais flexíveis e relação à UE. O limite de resíduo de glifosato no Brasil é de 500 µg/L, ou seja, 5.000 vezes superior no Brasil. O limite máximo do herbicida 2,4 - D é de 30 µg/mL, 300 vezes superior à UE. Já o fungicida mancozebe, amplamente utilizado em culturas alimentícias é de 180 µg/mL, 1.800 vezes superior ao limite máximo estabelecido pela UE.

Tabela 2 - Limites máximos de resíduos de agrotóxicos em água potável no Brasil X UE

Limite máximo de resíduos (LMR)

Agrotóxico	Brasil	UE
Glifosato	500µg/L	0,1µg/L
2,4 D	30µg/L	0,1µg/L
Mancozebe	180µg/L	0,1µg/L

LMR- Limites máximos de resíduos de agrotóxicos

FONTE: Adaptado de ANVISA (2020)/ UE- Regulation Europe Commission (2020)

4.2 Revisão extratos vegetais

A consolidação dos dados bibliográficos dos extratos vegetais com potencial antifúngico para os fungos do gênero *Fusarium spp* e *Colletotrichum spp* totalizou em 1009 artigos relacionados a temática aplicados os critérios de exclusão conforme check list PRISMA foram selecionado 25 artigos para composição do estudo. Nos estudos selecionados foi listada a eficácia de 36 espécies de plantas, 7 nativas e 29 subespontâneas no Brasil.

Das 36 espécies vegetais relacionadas em estudos científicos 9 apresentaram atividade fungicida com inibição total do desenvolvimento do fungo em testes *in vitro*. Para as demais espécies foi demonstrada atividade fungistática dos extratos testados, ou seja, apresentaram inibição parcial do crescimento dos fungos não impedindo o desenvolvimento dos fungos porém retardando o seu crescimento (quadro 1). Em relação aos tipo de ensaio, os estudos contemplaram análises experimentais *in vitro* reproduzidos em meio de cultura PDA (potato-dextrose-ágar) para avaliação de crescimento microbiano, e *in vivo*, com a aplicação direta do extrato sobre o fruto ou sobre a planta para avaliação de redução de lesões causadas pelos fungos. As análises *in vivo* foram realizadas em 10 das 36 espécies testadas dentre as quais apenas a pinha (*Annona squamosa*) não apresentou resultados satisfatórios de redução dos sintomas no fruto. Os fungos contemplados nos artigos foram : *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum musae*, *Fusarium Oxysporum* e *Fusarium Solani*.

Quadro 1 - Plantas nativas e subespontâneas com potencial fungicida e fungistático.

Doenças pós colheita	Fungos	Extratos analisados	Nome científico	Família	Origem	Resultados dos tratamentos <i>in vitro</i>	Resultados dos tratamentos <i>in vivo</i>	Referências
Antracnose	<i>Colletotrichum musae</i>	Gengibre	<i>Zingiber officinales</i>	Zingiberaceae	Mediterrâneo	PDA- 100% de inibição a 3% de concentração através do uso de extrato metanólico e hexânico.	Imersão do fruto- Redução dos sintomas da antracnose na banana.	(BHUTIA et al., 2016)
		Jurubeba	<i>Solanum torvum</i>	Solanaceae	América do sul	PDA- 78% de inibição com zona de inibição de 1,5cm através do uso de extrato aquoso.	Infusão do fruto- Redução dos sintomas da antracnose na banana similar a ação do fungicida sintético Benomyl.	(THANGAVELU; SUNDARARAJU; SATHIAMOORTHY, 2004)
		Melão de São Caetano	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Ásia	PDA- Extrato aquoso inibiu 71% do crescimento micelial e extrato metanólico cerca de 80%.	***	(CELOTO et al., 2011)
		Pinha	<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	África	PDA- 53% de inibição do crescimento micelial com o uso de extrato metanólico e hexânico.	Imersão do fruto- Extrato não apresentou resultados satisfatórios de redução de sintomas.	(BHUTIA et al., 2016)
		Pinhão manso	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	América central	PDA- 26% de inibição com zona de inibição de 0,5cm através do uso de extrato aquoso.	Infusão do fruto- Análise apresentou redução da antracnose na banana.	(THANGAVELU; SUNDARARAJU; SATHIAMOORTHY, 2004)

		Saboeiro	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	Brasil	PDA- O extrato etanólico apresentou resultados de inibição (80%) similar ao fungicida sintético Tiabendazol a concentração de 500 µg / mL.	***	(GASCA et al., 2020)
Antracnose	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Abacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	América central	PDA- 58% de inibição de crescimento micelial até o 14º dia a concentração de 3% do extrato etanólico.	***	(FAGUNDES et al., 2018)
		Alho	<i>Allium sativum</i>	Amaryllidaceae	Ásia	PDA- 100% de inibição micelial por extrato aquoso e redução da germinação de conídios.	***	(MARCONDES et al., 2014; SILVA et al., 2014; VENTUROSO et al., 2011)
		Assa Peixe	<i>Vernonia polyanthes</i>	Asteraceae	Brasil	PDA- 100% de inibição micelial por extrato aquoso e redução da germinação de conídios.	***	(SILVA et al., 2014)
		Bambu de jardim	<i>Phyllostachys aurea</i>	Poaceae	Ásia	PDA- 76% de inibição micelial por extrato etanólico.	Imersão do fruto- Análise apresentou redução dos sintomas com percentual de controle por volta de 65%.	(MARTINS; SIQUEIRA-JUNIOR, 2017)
		Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Lauraceae	Índia	PDA- 100% de inibição micelial na concentração de 30% por extrato aquoso.	Imersão do fruto- Análise apresentou redução da severidade da antracnose no mamão quando o extrato foi associado a 4% do composto quitosana.	(CASEMIRO et al., 2019; VENTUROSO et al., 2011)
		Capim limão	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poaceae	Índia	PDA- 46% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>	Poaceae	Ásia	PDA- 59% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)

		Cravo da Índia	<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae	Indonésia	PDA- 100% de inibição micelial na concentração de 15% por extrato aquoso.	Imersão do fruto- Análise apresentou redução da severidade da antracnose no mamão na concentração de 10% do extrato de cravo.	(CASEMIRO et al., 2019; MARCONDES et al., 2014; SILVA et al., 2014; VENTUROSO et al., 2011)
		Eucalipto limão	<i>eucalipto citriodora</i>	Eucalypteae	Austrália	PDA - 65% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Falso boldo	<i>Plectranthus barbatus</i>	Lamiaceae	Brasil	PDA- 41% de inibição micelial por extrato etanólico.	Imersão do fruto- Percentual de controle da doença por volta de 75%, no entanto o autor demonstrou em análise fitotóxica que houve interação negativa no desenvolvimento do fruto.	(MARTINS; SIQUEIRA-JUNIOR, 2017)
		Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	Índia	PDA- 83% de inibição de crescimento micelial por extrato etanólico na concentração de 2 mg / mL.	***	(VÁZQUEZ-GONZÁLEZ; RAGAZZO- SÁNCHEZ; CALDERÓN-SANTOYO, 2020)
		Mamona	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	África	PDA- 45% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Maria milagrosa	<i>Cordia verbenacea</i>	Asteraceae	Brasil	PDA- 50% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Melão de São Caetano	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Ásia	PDA- 36% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(VENTUROSO et al., 2011)

		Nim	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Ásia	PDA- 46% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Pimenta longa	<i>Piper hispidinervum</i>	Piperaceae	América do sul	PDA- 46% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Pinhão manso	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	América central	PDA- 100% de inibição micelial por extrato metanólico na concentração máxima de 10.000mg/L.	***	(SAETAET; SUNTORNUSUK, 2010)
		Saboeiro	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	Brasil	PDA- Eficácia do extrato nas doses de 50 mg mL ⁻¹ e 100 mg mL ⁻¹ reduzindo o crescimento micelial em 70 e 80% respectivamente.	Imersão do fruto- Análise demonstrou que o extrato na concentração de 100 mg mL ⁻¹ evitou os sintomas no mamão.	(MARINHO; KLEIN; SIQUEIRA JUNIOR, 2018)
Archa de fusarium Tombamento	<i>Fusarium Oxysporum</i>	Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae	Mediterrâneo	PDA- 45% de inibição micelial por extrato etanólico a partir da concentração de 60 microlitros.	***	(BONAPAZ et al., 2019)
		Alecrim do campo	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Asteraceae	América do sul	PDA- 50% de inibição micelial por extrato aquoso a partir da concentração de 7,5%.	***	(FONSECA et al., 2015)
		Alfavaca	<i>Ocimum gratissimum</i>	Lamiaceae	Índia	PDA- 67% de inibição micelial por extrato etanólico.	***	(OKIGBO; OKORIE; PUTHETI, 2009)
		Alho	<i>Allium sativum</i>	Amaryllidaceae	Ásia	PDA- 100% de inibição micelial por extrato aquoso na concentração de 5% e redução da germinação de conídios.	***	(SILVA et al., 2014; OKIGBO; OKORIE; PUTHETI, 2009))
		Assa Peixe	<i>Vernonia polyanthes</i>	Asteraceae	Brasil	PDA- 100% de inibição micelial por extrato aquoso e redução significativa na germinação de conídios.	***	(SILVA et al., 2014)
		Calêndula	<i>Calendula officinalis</i>	Asteraceae	Mediterrâneo	PDA- 50% de inibição micelial por extrato etanólico.	***	(FONSECA et al., 2015)

		Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>	Poaceae	Ásia	PDA- 49% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Cravo da índia	<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae	Indonésia	PDA- 100% de inibição micelial por extrato aquoso e redução significativa na germinação de conídios.	***	(SILVA et al., 2014)
		Erva doce	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	Mediterrâneo	PDA- 55% de inibição micelial por extrato etanólico.	***	(BONAPAZ et al., 2019)
		Eucalipto limão	<i>eucalipto citriodora</i>	Eucalyptae	Austrália	PDA- 59% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Gengibre	<i>Zingiber officinales</i>	Zingiberaceae	Mediterrâneo	PDA- 100% de inibição micelial por extrato metanólico na concentração máxima de 16mg.	***	(MOSTAFA; YAKOUT; HUSSEIN, 2013)
		Hortelã pimenta	<i>Mentha piperita</i>	Lamiaceae	Europa	PDA- 55% de inibição micelial por extrato etanólico a partir da concentração de 60 microlitros.	***	(BONAPAZ et al., 2019)
		Mamona	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	África	PDA- 30% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Maria milagrosa	<i>Cordia verbenacea</i>	Asteraceae	Brasil	PDA- 31% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Nim	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Ásia	PDA- 36% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Pau rosa do pacífico	<i>Thespesia populnea</i>	Malvaceae	Ásia	PDA- 98% de inibição micelial por extrato metanólico.	***	(TUBA et al., 2016)
		Pimenta longa	<i>Piper hispidinervum</i>	Piperaceae	América do sul	PDA- 56% de inibição micelial por extrato aquoso.	***	(SILVA et al., 2014)
		Pinhão manso	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	América central	PDA- 100% de inibição micelial por extrato metanólico na concentração de 6000mg/L.	***	(SAETAE; SUNTORNSUK, 2010)

		Romã	<i>Punica granatum</i>	Lythraceae	Mediterrâneo	PDA- 35% de inibição micelial por extrato etanólico.	***	(RONGAI et al., 2019)
		Stévia	<i>Stevia rebaudiana</i>	Asteraceae	Brasil	PDA- 55% de inibição micelial por extrato hexânico.	Efeito sinérgico sobre o desenvolvimento da planta.	(RAMÍREZ et al., 2020)
		Tomilho	<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiaceae	Europa	PDA- 100% de inibição micelial por extrato metanólico na concentração de 8mg/ml.	***	(MOSTAFA; YAKOUT; HUSSEIN, 2013; (TAKAM et al., 2019))
		Urtiga	<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	Europa/América do Norte/África	PDA- 80% de inibição micelial por extrato metanólico na concentração de 0,9%.	***	(HADIZADEH; PEIVASTEGAN; KOLAH, 2009) (HADIZADEH; PEIVASTEGAN; KOLAH, 2009)
Podridão peduncular	<i>Fusarium solani</i>	Alecrim do campo	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Asteraceae	América do sul	PDA- 25% de inibição micelial por extrato etanólico.	***	(FONSECA et al., 2015)
		Alfavaca	<i>Ocimum gratissimum</i>	Lamiaceae	Índia	PDA- 44% de inibição micelial por extrato aquoso a partir da concentração 7,5%.		(OKIGBO; OKORIE; PUTHETI, 2009)
		Alho	<i>Allium sativum</i>	Amaryllidaceae	Ásia	PDA- 100% de inibição micelial por extrato aquoso a partir do 3º dia de incubação.	***	(VENTUROSO et al., 2011)
		Açafrão da terra	<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	Ásia	PDA- 60% de inibição micelial por extrato aquoso em todas as concentrações.	***	(KAPADIYA I B et al., 2014)
		Calêndula	<i>Calendula officinalis</i>	Asteraceae	Mediterrâneo	PDA- 20% de inibição micelial por extrato etanólico.	***	(FONSECA et al., 2015)
		Cravo da Índia	<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae	Indonésia	PDA- 100% de inibição micelial por extrato aquoso a partir do 3º dia de incubação.	***	(VENTUROSO et al., 2011)

		Murici	<i>Byrsonima crassifoli</i>	Malpighiaceae	Brasil	PDA- 38% de inibição micelial por extrato etanólico a partir da concentração de 800µg/100 mL-1.	***	(ANDRADE et al., 2017)
		Pinhão manso	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	América central	PDA- Apresentou resultados satisfatórios de inibição micelial a partir da concentração 5%.	***	(KAPADIYA I B et al., 2014)
		Urtiga	<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	Europa/América do Norte/África	PDA- 80% de inibição micelial por extrato metanólico na concentração de 0,9%.	***	(HADIZADEH; PEIVASTEGAN; KOLAH, 2009)
Antracnose	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Alamanda	<i>Allamanda cathartica</i>	Apocynaceae	Brasil	PDA- 58% de inibição na concentração de 1.000 µg/mL e 100% a 10.000 µg/mL através do extrato hexânico.	***	(DOMINGUES et al., 2009)
		Alho	<i>Allium sativum</i>	Amaryllidaceae	Ásia	PDA- 78% de inibição na concentração de 1.000 µg µg/mL e 100% a 10.000 µg/mL através do extrato hexânico.	***	(DOMINGUES et al., 2009)
		Arruda	<i>Ruta graveolens</i>	Rutaceae	Mediterrâneo	PDA- 58% de inibição na concentração de 1.000 µg µg/mL e 100% a 10.000 µg/mL através do extrato hexânico.	***	(DOMINGUES et al., 2009)

5. DISCUSSÃO

5.1 Agrotóxicos no cenário brasileiro

Os dados de comercialização de agrotóxicos no Brasil demonstram o aumento expressivo de consumo nos últimos anos com recordes a cada ano a partir de 2006. No ano de 2019 totalizaram 620 mil toneladas comercializadas representando um aumento de cerca de 400% em relação ao ano de 2001. Esse aumento significativo do uso de agrotóxicos relaciona-se ao incremento de áreas de monocultura no país e a utilização de espécies transgênicas que exigem uma carga maior dessas substâncias devido ao desenvolvimento de pragas e patógenos resistentes (BELCHIOR et al., 2017).

No entanto, é necessária a compreensão de que o crescimento dessa forma de cultivo da agricultura patronal está alinhado as políticas econômicas instituídas no país desde a década de 70 que impulsionaram o crescimento do agronegócio. Tais políticas obedecem as demandas de mercado internacionais e, por isso, são observadas algumas flutuações nos índices de consumo de agrotóxicos ao longo da série histórica (SILVA; RUEDIGER; RICCIO, 2007).

O crescimento elevado de comercialização de pesticidas é justificado por políticas de incentivos fiscais ao agronegócio como o crédito agrícola concedido a partir da década de 60 bem como as variações de preços de commodities agrícolas (Pelaez et al., 2015). A Lei Federal nº 10.925/2014 e o Decreto Lei nº 7.660/2011 são exemplos de instrumentos legais que preveem a isenção do pagamento de tributos na importação e isenção total de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) que facilitam a entrada de agrotóxicos no país.

De mesmo modo, políticas públicas como a política de contenção ao desmatamento foram atenuantes no consumo dos pesticida ocorridos no período de 2001 à 2002 e 2005 à 2006 (BARRETO; SILVA, 2011; FERREIRA; COELHO, 2015, IBGE, 2020). A medida provisória MP nº 2166-67 de 2001, por exemplo, alterou Código Florestal de 1965, com a instituição do aumento da área da Reserva Legal para 80%, proibição de novos desmatamentos de áreas abandonadas e a redefinição de área de preservação permanente (APP) o que pode ter levado a redução do incremento de monocultura e conseqüentemente o aporte de agrotóxicos no período seguinte. As monoculturas de milho e algodão são exemplos de cultivo que tiveram redução de área plantada no período de aproximadamente 5% e 15% respectivamente, conforme dados de produção agrícola do IBGE (2020).

As variações de preços de commodities agrícolas também influenciam na redução do uso de pesticidas como observado no período de 2005 à 2006. A queda registrada no período relaciona-se a redução de preços e produção de soja ocorrida em 2004 influenciando a safra do ano seguinte. Em consequência disso, no período de 2005 e 2006 houve uma redução de

área plantada de grãos, principalmente de milho e soja (FÜRSTENAU, 2004, 2005; IBGE, 2005, 2020). Apesar da redução de área plantada dos monocultura de algodão e cana-de-açúcar no ano de 2017, não constituem uma relação significativa com a redução de uso de agrotóxicos no mesmo ano. No entanto, conforme relatório CONAB (2018), o ano de 2017 foi marcado pela queda de safra de grãos como feijão e milho por condições de precipitação e variação de preços, o que pode ter influenciado nessa baixa de comercialização em 2017.

Os dados disponibilizados pela FAO de consumo de agrotóxicos no Brasil em 2018 apresentaram divergências entre os dados registrados em base oficial do IBAMA. A FAO apresentou o quantitativo de 377 mil toneladas comercializadas no ano de 2018 ao invés de 549 mil toneladas registradas pelo IBAMA (2019). Apesar dessa divergência é notável a posição do país como um dos campeões de consumo de agrotóxicos e com a correção dessa divergência, já solicitada a FAO (PT, 2020), a expressividade de consumo fica ainda mais evidente.

O país desponta como líder de uso de pesticidas por toneladas em comparação com os países da América do Sul e como 3º maior consumidor no ranking mundial conforme números do IBAMA, demonstrando os impactos da agricultura patronal sobre o território nacional. Já as análises de uso de pesticidas em quilos por hectare disponibilizadas pela FAO subdimensionam os impactos do consumo de agrotóxicos no Brasil em função da extensa área agropecuária no país. Esses dados não refletem a realidade, visto que nos cálculos são contabilizadas áreas² não agricultáveis, ou seja, as áreas de pastagem. Conforme Bombardi (2020) as áreas de pastagens são extensas áreas improdutivas e o maior volume de agrotóxicos são destinados a áreas de monocultura que representam apenas 23% dos estabelecimentos agropecuários. Portanto, a análise de consumo em kg/ha pode mascarar os resultados que demonstram a relevância do consumo de agrotóxicos no país e por muitas vezes é utilizado como narrativa pelo lobby do agronegócio para minimizar a expressividade de consumo desses produtos no país.

Conforme observado em resumo de registros de agrotóxicos, o país apresenta um pico nas liberações no ano de 2007 e 2008 e esse resultado pode relacionar-se ao aumento da demanda de consumo por esses produtos químicos no país bem como as legislações flexíveis que motivam empresas do ramo de agrotóxicos a registros de agrotóxicos demonstrando a influência da permissividade do Estado. Em 2020, foram 321 produtos liberados mesmo em meio a pandemia COVID-19³, tal fato revela as prioridades econômicas do governo em detrimento das questões de saúde pública. Ademais, as pressões dos líderes do agronegócio

² De acordo com Censo de 2017 as áreas de estabelecimento agropecuários no Brasil ocupavam cerca de 41% do território, 18% de áreas agrícolas e 23% de área de pastagens (IBGE, 2017, 2018, 2019).

³ Em meio a pandemia COVID-19, o Governo, por meio do Decreto Lei Nº 10.282, define o controle e erradicação de pragas dos vegetais e de doença dos animais como atividade essencial.

para atender as demandas de liberações impulsionam as autoridades políticas a criação de instrumentos legais que flexibilizem a regulação sobre esses produtos e assim agilizem os registros. Cabe ressaltar que a maioria dos pesticidas registrados tratam-se de produtos obsoletos, ou seja, produtos equivalentes aos agrotóxicos já liberados no mercado nacional. Essa narrativa utilizada por líderes do agronegócio de que esses produtos já são regulados e utilizados no país é verdadeira, no entanto não é uma narrativa contundente para minimizar os impactos decorrentes do uso desses produtos, uma vez que apresentam toxicidade comprovada e isso representa a urgência do incentivo para a produção de produtos mais sustentáveis. Embora nos últimos anos tenha aumentado os registros de biopesticidas, esses ainda representam uma parcela muito pequena em relação aos produtos químicos liberados e por muitas vezes esses produtos biológicos não são acessíveis a pequenos produtores. Em função disso, os mesmos se rendem a utilização desses produtos mais conhecidos e amplamente divulgados no mercado (MAPA, 2020).

5.2 Intoxicações por agrotóxicos

O uso intensivo de agrotóxicos no Brasil tem um alto impacto sobre a saúde pública, conforme observado em números de intoxicações no país no recorte temporal de 2007 a 2017 da base Sinitox. Dentre os 50 mil casos notificados de intoxicação cerca de 50% são intoxicações por tentativa de suicídio e podem relacionar-se a exposição crônica aos agrotóxicos que levam a doenças como a depressão. Diversos estudos demonstram o perfil de intoxicações por pesticidas químicos e correlacionam os altos índices de tentativa de suicídio a alta exposição por esses produtos acometendo principalmente trabalhadores rurais e a elevação do número de casos é influenciado diretamente pelo aumento de consumo de agrotóxicos nessas regiões (ARAÚJO et al., 2007; BOMBARDI, 2011; PIRES, CALDAS e RECENAS, 2005). Esses dados refletem a urgência de políticas públicas e assistência técnica aos trabalhadores rurais. A redução de casos notificados observada a partir do ano de 2013 pode estar relacionada a regulação da compra de agrotóxicos por meio de receituário agrônomo, conforme Decreto *Lei nº 4.074/2002*. Através desse instrumento a venda de agrotóxicos só é autorizada mediante apresentação de receituário próprio emitido por profissional legalmente habilitado e, por isso, pode ter restringido a compra deliberada por parte de pequenos produtores (BRESSAN, 2015). No entanto, é importante ressaltar que os números apresentados em base Sinitox são apenas os dados oficiais, portanto as subnotificações podem ser a verdadeira causa dessa redução. O próprio Ministério da Saúde alerta para o número subnotificados de intoxicação por agrotóxicos no país que podem chegar a ordem de 1 para 50, ou seja, a cada 1 caso notificado há 50 casos subnotificados revelando

a urgência de fiscalização e controle (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

O alto número de casos de intoxicação no país é um reflexo da negligência do país em relação ao uso indiscriminado desses produtos químicos. A contaminação da água e alimentos também é um fator relevante que podem contribuir para o aumento de números de casos de intoxicação indireta. As disparidades relacionadas aos limites aceitáveis de resíduos de agrotóxicos em água potável entre Brasil e União Europeia, refletem a permissividade da legislação brasileira. Ademais, no país não há limite estabelecido para a soma de resíduos de agrotóxicos em água potável e esses produtos não são encontrados isoladamente no meio ambiente o que representa um risco ainda maior de intoxicação. Na UE os limites máximos de resíduos em água não podem ultrapassar a 0,5 µg/L (BOMBARDI, 2021). Só o limite permitido para resíduo de glifosato já ultrapassa 1.000 vezes esse limite total estabelecido pela UE. A cada 10 agrotóxicos mais vendidos no Brasil, 3 são proibidos na União Europeia, dentre eles, substâncias neurotóxicas, neurodegenerativas desruptores endócrinos ou potencialmente cancerígenos (GONÇALVES, 2016). Tal desalinhamento do país com os regulamentos internacionais além de trazer barreiras comerciais acabam por potencializar os riscos ao meio ambiente e saúde pública (LIMA, 2018).

Em pesquisa divulgada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2019, foi demonstrado que 23% das amostras de alimentos de consumo diário no país tem problemas relacionados a vestígios de agrotóxicos, seja por concentração acima do limite permitido, utilização de agrotóxico de tipo diferente do estabelecido para o tipo de vegetal ou utilização de agrotóxico não permitido no país (ANVISA, 2019). Conforme resultados do Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA) coordenado pela ANVISA (ciclo 2017-2018), foram detectados resíduos de 122 agrotóxicos dentre os 270 pesquisados. Ademais, 5 amostras evidenciaram risco agudo de intoxicação⁴, ou seja, ingestão de uma grande porção do alimento num período curto, a saber: abacaxi, batata-doce, goiaba e uva. Dentre as substâncias com resíduos acima do permitido, o carbendazim, fungicida utilizado em diversas culturas, apresentou detecção irregular em amostra de abacaxi e goiaba. Conforme mencionando anteriormente o fungicida Carbendazim, proibido na UE, apresenta potencial de toxicidade hepática, problemas reprodutivos, além de ser tóxico para outros organismos vivos e, por isso, essa análise da ANVISA é tão relevante para o monitoramento desses produtos (BAO et al., 2020; IUPAC, 2020; ZHOU et al., 2015).

Os dados de resíduos de pesticidas em alimentos são um alerta sobre a utilização de agrotóxicos na agricultura de base alimentar. Apesar do maior volume de pesticidas ser direcionado pra produtos de exportação como a soja (> 50%), milho (15%), cana-de-açúcar

⁴ Nesta análise foram testados 14 tipos de alimentos, dentre as quais as amostras com potencial de risco agudo foram abacaxi, batata-doce, Goiaba, laranja e uva.

(5%) e algodão (3%) utilizados para fabricação de biocombustíveis e ração animal, muitas culturas alimentícias utilizam quantidades consideráveis desses produtos como o arroz, feijão, tomate, banana, mamão e frutas cítricas. Por isso, apresentam alto risco de contaminação por agrotóxicos (PIGNATI et al., 2017).

As análises sobre a problemática de agrotóxicos no Brasil apresentada nesse estudo demonstram o alto impacto das políticas governamentais desenvolvimentistas que consolidaram o modelo de agricultura moderna no território nacional e, como consequência, impulsionaram o uso de pesticidas. A negligência do governo em relação a crescente liberação de registro de agrotóxicos obsoletos e potencialmente tóxicos além da definição de limites de resíduos mais flexíveis frente aos órgãos internacionais potencializam os riscos de intoxicação e os impactos a biodiversidade. Portanto, pesquisas relacionadas ao tema têm grande relevância acadêmica e social, visto que impulsionam o desenvolvimento de novos estudos sobre os impactos e alternativas que visem a redução do uso de agrotóxicos, principalmente na agricultura de base alimentar. Além disso, é de grande contribuição para a conscientização da sociedade que em posse da informação pode contribuir politicamente seja na reivindicação por políticas públicas, participação de campanhas, ou na mudança de hábitos.

5.3 Alternativas ao uso de agrotóxicos

Como mencionado anteriormente, além do uso alimentar e terapêutico, as plantas têm sido vastamente pesquisadas por seu potencial de controle de fitopatógenos em virtude de sua resistência natural a ação de microrganismos e constituem uma alternativa favorável à utilização na agricultura familiar (MEDEIROS, 1990). No presente estudo foram apresentadas diversas alternativas, presentes na literatura, com potenciais de substituição aos agrotóxicos em doenças pós colheita como a antracnose, murcha, tombamento e podridão peduncular que acometem diversas culturas alimentícias. Dentre as alternativas apresentadas 26 são plantas medicinais amplamente utilizadas em nosso cotidiano. Algumas possuem destaque no controle de doenças fúngicas, visto que, apresentam atividade fungicida, ou seja, são capazes de inibir completamente o desenvolvimento dos fungos como: alho (*Allium Sativum*), assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), arruda (*Ruta graveolens*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e gengibre (*Zingiber officinales*).

Estudos utilizando o extrato de alho constataram o seu potencial no controle de fungos *C. gloeoporióides*, *F. oxysporum*, *F. Solani* e *C. acutatum* despontando como uma das espécies mais promissoras no controle de doenças pós colheita. Marcondes et al., (2014) ao analisarem o potencial antifúngico de plantas medicinais em testes *in vitro*, constataram a ação fungicida do extrato aquoso de alho contra o fungo *C. gloeosporioides* causador da antracnose em diversas culturas frutíferas. Foi demonstrada a inibição completa do desenvolvimento do fungo na concentração de 20%, tanto para crescimento micelial quanto germinação de conídios. Tal resultado foi corroborado por Silva et al. (2014) que demonstraram a inibição total dos fungos e eficácia na redução de germinação de conídios dos fungos *C. gloeosporioides* e *F. Oxysporum*, na mesma concentração, apresentando ainda resultados semelhantes ao controle com os fungicidas estrobilurina (azoxystrobina) e triazol. Resultados similares também foram apresentados para o controle do fungo *F. acutatum* nas análises *in vitro* de Domingues et al. (2009) que demonstraram atividade fungicida do extrato hexânico de alho na concentração máxima de 10.000 µg/mL e ação fungistática, ou seja, controle parcial do fungo, com inibição de 78% do crescimento na concentração de 10 µg/mL.

A atividade fungistática do extrato de alho também foi demonstrada por Venturoso et al. (2011) contra o fungo *C. gloeosporioides* (77%) e *F. solani* (69%) utilizando o extrato na concentração de 20%. Resultados similares foram constatados por Okigbo et al. (2009) em concentrações ainda menores contra *F. oxysporum* e *F. Solani* com resultados satisfatórios a partir da concentração de 5% chegando a inibição de 76% do crescimento de *F. oxysporum* e 68% de *F. solani* na concentração máxima de 10%. Ademais, os autores constataram

atividade inibitória do extrato superior ao fungicida Mancozebe utilizado como controle positivo, demonstrando o potencial de controle alternativo mesmo em menores concentrações.

O extrato de cravo também teve grande destaque quanto sua atividade fungicida na literatura, com eficácia constatada no controle dos fungos *C. Gloeosporioides*, *F. oxysporum* e *F. solani*. Silva et al. (2014) ao avaliar o potencial antifúngico de plantas medicinais demonstraram a eficácia do extrato aquoso de cravo, na concentração de 20%, inibindo o desenvolvimento dos fungos *C. gloeosporioides* e *F. Oxysporum*. Apresentaram ainda, resultados similares aos fungicidas estrobilurina (azoxystrobina) e triazol. Tais resultados corroboram com as análises de Venturoso et al. (2011) e Marcondes et al. (2014), que observaram a atividade fungicida e fungistática do extrato de cravo sobre o desenvolvimento de *C. gloeosporioides* na concentração de 10% e 20% respectivamente e *F. Solani* na concentração de 10%.

Resultados ainda mais significativos foram apresentados por Casemiro et al. (2019) no controle de *C. gloeosporioides* pelo extrato aquoso de cravo na concentração de 15% apresentando inibição similar ao fungicida Procloraz⁵ em análises *in vitro*. Em análises *in vivo*, os autores demonstraram a eficácia do extrato concentrado a 10% na redução da severidade dos sintomas da antracnose no mamão após o sexto dia de inoculação.

A eficácia do extrato de arruda foi demonstrada por Domingues et al., (2009) no controle do fungo *C. acutatum* por extrato hexânico apresentando inibição total do crescimento micelial a 1.000 µg/mL e retardo de crescimento em menores concentrações. Resultados divergentes foram demonstrados por Venturoso et al.(2011) na inibição dos fungos *colletotrichum spp* e *Fusarium solani* que apresentaram um percentual de inibição abaixo de 25% através do extrato aquoso. Tal resultado pode ser explicado pelos diferentes métodos de extração utilizados. Os extratos alcóolicos, em geral, apresentam maior eficiência na extração de metabólitos e por isso conferem maior resultados de inibição do patógeno.

A atividade antifúngica do extrato de tomilho foi demonstrada por Mostafa et al. (2013) em análises contra fungos do tomateiro. Os autores constataram atividade fungicida do extrato metanólico a partir da concentração máxima de 8 mg/ml do extrato inibindo totalmente o crescimento micelial de *F. oxysporum*. A atividade fungistática foi observada na concentração de 4 mg/ml com percentual de inibição de 69% tendo resultado superior ao fungicida Carbendazim (57%), demonstrando o alto potencial do extrato para substituição ao agrotóxico. Resultados significativos também foram demonstrados por Takam et al. (2019) em análises *in vivo* no tomateiro onde foi constatada a redução dos sintomas de podridão por *F. oxysporum* no período de 5 dias através do extrato metanólico de tomilho a 200mg/ml. Já em tratamento

⁵ A Anvisa determinou a proibição do uso do fungicida Procloraz em 2016 por não atender as diretrizes e exigências de segurança adotadas pela Agência.

por infecção natural os autores demonstraram que uma média de 24% dos frutos não foram infectados após 30 dias.

A atividade fungistática do extrato de gengibre foi demonstrada por Mostafa et al. (2013) no controle de *Fusarium oxysporum* no tomateiro com inibição parcial (66%) na concentração de 8 mg/ml e inibição total do crescimento a partir de 16 mg/ml. Bhutia et al. (2016) apresentaram resultados similares no controle *in vivo* do fungo *C. musae*. Foi constatada a atividade fungistática em testes *in vitro* inibindo em 80% o crescimento micelial, resultado esse, superior ao controle por Carbendazim (64%). Nos testes *in vivo*, os autores, demonstraram a redução dos sintomas na banana com uma incidência de apenas 18% da doença.

A eficácia do extrato aquoso de canela foi demonstrada por Venturoso et al. (2011) no controle do fungo *C. gloeosporioides*. Os autores demonstraram uma atividade fungistática de 56% nas análises *in vitro* e supressão total do crescimento após o terceiro dia de incubação. Casemiro et al, (2019) demonstraram resultados similares em análises *in vivo* com resultados significativos para o extrato quando associado ao composto natural quitosana a 4% resultando na redução de severidade da antracnose no mamão.

A atividade fungicida do extrato de assa peixe foi constatada por Silva et al. (2014) ao avaliar a atividade fungicida de extratos aquosos contra os fungos *C. gloeosporioides* e *F. oxysporum*. Os autores observaram que o extrato concentrado a 20% foi capaz de inibir totalmente o desenvolvimento dos fungos nas análises *in vitro*. Resultados divergentes foram apontados por Moura et al (2016) no controle de *Botrytis cinerea* causador do mofo cinzento no morango. Os autores observaram que o extrato aquoso de assa peixe a 10% além de não inibir o fungo atuou como um estimulante de crescimento do patógeno.

Além das plantas medicinais, algumas plantas ornamentais subespontâneas no Brasil se apresentam como alternativas promissoras no controle fúngico. O extrato de alamanda teve atividade fungicida constatada contra o fungo *colletotrichum acutatum*, conforme Domingues et al.(2009), que demonstraram em análises *in vitro* o potencial do extrato hexânico na concentração máxima de 10.000 µg/mL. Tais resultados foram corroborados por Almeida (2016) no controle dos fungos *C. gloeosporioides* e *F. oxysporum* que inibiu o crescimento micelial em 71% na concentração de 20%. Apesar do alto potencial antifúngico, a alamanda deve ser utilizada com cautela em função de sua alta toxidez que pode ocasionar reações alérgicas. O principal composto responsável pela atividade antifúngica (iridóides) também relaciona-se a sua toxicidade humana e por isso, exige cuidados reforçados no manejo da planta (CAMPOS et al., 2016; GRAEBNER, 2003).

Saetae e Suntornsuk (2010) constataram o potencial fungicida do extrato etanólico de sementes de pinhão manso no controle de *F. oxysporum* e *C. gloeosporioides* na concentração máxima de 7000 mg/l e atividade fungistática a partir de 3000mg/l. Resultados

similares foram apresentados por Kapadiya et al. (2014) que demonstraram a atividade fungistática do extrato aquoso de pinhão manso no controle do fungo *F. solani* inibindo o crescimento do fungo em 66% na concentração de 10%. Thangalevu et al. (2004) também apresentaram resultados significativos em análises *in vivo* na banana. Os autores constataram a redução da severidade das lesões da antracnose causadas pelo fungo *C. musae*.

Outros extratos vegetais, apesar de apresentarem apenas atividade fungistática se mostraram promissores em função dos resultados relevantes na redução de lesões no fruto em análises *in vivo* ou por apresentarem ação semelhante aos fungicidas utilizados nas culturas. Martins e Siqueira Jr (2017) demonstraram a efetividade do extrato de bambu de jardim e falso boldo na redução de crescimento micelial do *C. gloeosporioides* em análises *in vitro*. Os autores atestaram os resultados nas análises *in vivo* demonstrando a redução dos sintomas no mamão superior a 60%. No entanto, Martins e Siqueira Jr (2017), observaram interações negativas do extrato de falso boldo no desenvolvimento da planta, portanto, sugerem que o extrato seja utilizado apenas no fruto a fim de evitar os sintomas. Já o extrato de bambu de jardim não apresentou interações prejudiciais ao desenvolvimento do fruto podendo assim ser aplicado diretamente nas plantas de mamão, evitando quiescência de infecções pelo fungo.

Marinho et al (2018), além de constatarem o potencial fungistático do extrato etanólico do saboeiro no controle de *C. gloeosporioides* inibindo 80% do crescimento micelial. observaram a efetividade do extrato em análises *in vivo* com a redução dos sintomas da antracnose no mamão. Além disso, Gasca et al.(2020) demonstrou a eficácia do extrato do saboeiro na inibição micelial de *C. musae* com resultados apresentados similares ao fungicida Tiabendazol nas análises *in vitro*.

A atividade fungistática do extrato de jurubeba foi demonstrada por Thangavelu et al (2004) contra o fungo de *C. musae* apresentando resultados similares aos fungicidas Benomyl. A efetividade do extrato foi constatada com a redução dos sintomas da antracnose na banana em análise *in vivo*.

Ramírez et al. (2020) ao analisar o efeito do extrato de stévia no controle de *F.oxysporum* constataram uma eficácia de 55% através do extrato hexânico e observaram o efeito sinérgico do extrato sobre o desenvolvimento da planta do tomateiro. Os autores demonstraram que os tratamentos apresentaram maior tamanho e peso seco em relação as plantas controle que apresentavam apenas o inóculo do fungo constatando que o extrato inibiu os sintomas do nanismo associados a murcha de *Fusarium*.

Os demais extratos apresentados nessa revisão (quadro 1) apresentaram atividade fungistática, ou seja, controlaram parcialmente o crescimento do fungo, com percentuais de inibição do a partir de 20%. Na literatura não há um consenso sobre o percentual de atividade ideal dos extratos havendo apenas abordagens sobre concentração inibitória mínima em que determina a mínima concentração de extrato capaz de inibir o desenvolvimento do microrganismo (SUDIRGA; KETUT GINANTRA; DARMAYASA, 2019).

Os extratos de alho, cravo, gengibre, jurubeba, saboeiro e tomilho tiveram destaque no controle de fungos com resultados superiores ou similares aos fungicidas testados nas análises e, por isso, são espécies promissoras ao desenvolvimento de produtos alternativos aos agrotóxicos. Como mencionado anteriormente, os fungicidas Azoxystrobina, Benomyl, Carbendazim, Mancozebe, Procloraz, Tiabendazol e triazol utilizados como controle positivo pelos autores não apresentam casos registrados de intoxicação em literatura no entanto podem causar diversos problemas crônicos a saúde humana além da intoxicação de outros seres vivos por sua persistência no meio ambiente e, por isso, a eficácia dos extratos comparada a esses pesticidas é uma importante contribuição científica que pode subsidiar a produção de produtos mais sustentáveis.

Apesar da variação de resultados de inibição dos fungos, os extratos vegetais demonstrados nesse estudo apresentam-se como fontes viáveis para o desenvolvimento de alternativas ao controle fúngico pós colheita inclusive os extratos com atividade fungistática moderada, pois mesmo não controlando o fungo totalmente podem ser utilizados para redução dos sintomas nos frutos e conseqüentemente aumentar sua vida útil. Outro fator a ser observado é que o espectro de ação antifúngica dos extratos aumenta conforme a elevação das concentrações. Portanto, os diferentes resultados alcançados para um mesmo extrato em diferentes análises ou a inibição parcial podem estar relacionados a concentração utilizada nos estudos.

A aplicação de metodologias diversas de extração vegetal também pode contribuir para a variação dos resultados. Conforme apontado por Mazaro et al. (2013), as diferenças de atividade dos extratos podem associar-se aos métodos de extração de metabólitos. Alguns vegetais podem ser mais sensíveis a temperatura, a exemplo do extrato de alho que, conforme Venturoso et al. (2010), possui um princípio ativo termossensível. Desse modo, o aquecimento desses tipos de vegetais em processos como esterilização em autoclave poderia levar a perda de atividade antimicrobiana. Tais considerações realizadas pelos autores podem inclusive ser extrapoladas para outros extratos vegetais que apresentaram baixa atividade antifúngica sendo necessárias avaliações por diferentes métodos para comparação dos resultados.

Sebastián et al. (1998) aponta que o uso de solventes alcóolico também pode influenciar nos resultados, visto que podem acarretar a transformação oxidativa do extrato

durante a remoção do solvente. No entanto, os extratos etanólico e hexânico demonstrados na revisão apresentaram, em sua maioria, maior eficiência em relação aos extratos aquosos. Em função de seu alto rendimento na extração de metabólitos esses extratos alcóolicos podem servir de base para a confecção e comercialização de farinha vegetal, facilitando o preparo por parte dos agricultores

Apesar da diversidade de extratos vegetais apresentados na literatura, algumas pesquisas são incipientes para atestar a eficácia dos extratos *in situ*. As análises *in vitro*, são primordiais para apresentar o potencial das plantas sendo utilizadas como seleção inicial, porém é necessária a continuidade das pesquisas com análise direta dos extratos nos frutos e nas culturas em função da variabilidade das condições ambientais e fatores bióticos que interferem diretamente nos resultados. Fatores como ausência de assepsia, transformação dos compostos fitoquímicos dos vegetais, microflora, variações de temperatura e umidade que diferem do ambiente experimental.

Ademais, poucos estudos realizaram testes de fitotoxicidade das plantas apresentadas sendo importantes para identificação de relações antagônicas dos extratos sobre o desenvolvimento dos cultivares, assim como demonstrado por Martins e Siqueira Jr (2017) em análise do extrato de falso boldo. Todavia, a consolidação de dados sobre a eficácia dos extratos vegetais apresentados nesse estudo é uma importante ferramenta para subsidiar a continuidade dessas pesquisas e o desenvolvimento de alternativas sustentáveis aos agrotóxicos.

6. CONCLUSÃO

O Brasil é um dos líderes mundiais de uso de pesticidas com um aumento expressivo de consumo a partir de 2006. Esse aumento observado no período relaciona-se diretamente ao incremento de monoculturas no país e indiretamente às políticas de incentivo ao agronegócio e variações de preços de commodities agrícolas. A permissividade do Estado quanto aos limites máximos de resíduos e as crescentes liberações de produtos obsoletos e de toxicidade já comprovada potencializam os riscos de intoxicação por agrotóxico e compromete a soberania alimentar em função do aumento de uso desses pesticidas sintéticos na agricultura familiar.

A revisão de extratos vegetais apresentada nesse estudo demonstrou a viabilidade do uso de extratos vegetais como alternativa sustentável aos agrotóxicos, principalmente dos extratos de alho, cravo, gengibre, jurubeba, saboeiro e tomilho que apresentaram atividade antifúngica similar aos fungicidas testados, tanto na inibição do desenvolvimento do fungo quanto na redução das lesões no fruto. Nesse sentido, a consolidação de dados bibliográficos acerca das alternativas vegetais são relevantes para o desenvolvimento de produtos sustentáveis sendo necessária a continuidade das pesquisas para atestar os resultados em in situ.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resíduos de agrotóxicos em alimentos. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 361-363, abr. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102006000200028&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 03 de fevereiro de 2021.
- ALMEIDA, S. A. DE. **UTILIZAÇÃO DOS EXTRATOS DE *Stryphnodendron adstringens* e *Allamanda cathartica* L. NO CONTROLE FITOPATOGÊNICO**. 2016.
- ANDRADE, B. S. et al. **Phytochemistry, antioxidant potential and antifungal of *Byrsonima crassifolia* on soil phytopathogen control**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 78, n. 1, p. 140–146, 2017.
- ANVISA. **PROGRAMA DE ANÁLISE DE REGISTRO DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS-PARA**, 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relatório+PA+RA+2017-2018_Final.pdf/e1d0c988-1e69-4054-9a31-70355109acc9> Acesso em 05 de agosto de 2020.
- ANVISA. **Painel de monografias de agrotóxicos**. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrJoiNTU0Y2FhYmItYjM1MC00ODgyLThlYmItMzFkMj1YWU4MGNkIiwidCI6ImI2N2FmMjNmLWMzZjMtNGQzNS04MGM3LWI3MDg1ZjVIZGQ4MSJ9>>. Acesso em: 19 de agosto de 2020.
- Araújo AJ, Lima JS, Moreira JC, Jacob SC, Soares MO, Monteiro MCM, et al. **Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ**. *Cienc Saude Coletiva*. 2007 jan-mar;12(1):115-30.
- ASHER, G. et al. Dossiê ABRASCO: **Um alerta sobre o uso dos agrotóxicos na saúde**. [s.l: s.n.]. v. 161
- ASSIS, T. C. **Variabilidade de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose da mangueira, quanto utilização de carboidratos, patogenicidade, produção de enzimas e análise RAPD**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.
- Balog A, Hartel T, Loxdale HD, Wilson K. **Differences in the progress of the biopesticide revolution between the EU and other major crop-growing regions**. *Pest Manag Sci*. 2017 Nov;73(11):2203-2208. doi: 10.1002/ps.4596. Epub 2017 Jul 5. PMID: 28470963.
- BALSAN, R. **Impactos decorrentes da modernização da agricultura Brasileira**. Campo - Território : Revista De Geografia Agrária, v. 1, n. 2, p. 123–151, 2006.
- BAO, Z. et al. **Sub-chronic carbendazim exposure induces hepatic glycolipid metabolism disorder accompanied by gut microbiota dysbiosis in adult zebrafish (*Danio rerio*)**. *Science of the Total Environment*, v. 739, p. 140081, 2020.
- BARRETO, P.; SILVA, D. **Will cattle ranching continue to drive deforestation in the Brazilian Amazon ?** *Imazon - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia*, n. November 2010, p. 1–23, 2011.
- BELCHIOR, D. C. V. et al. **IMPACTOS DE AGROTÓXICOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE HUMANA**. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 34, p. 135–151, 2017.

BENEVIDES, J. A. J.; MARINHO, G. **Degradação De Pesticidas Por Fungos - Uma Revisão.**

Holos, v. 2, p. 110, 2015.

BHUTIA, D. D. et al. **Antifungal activity of plant extracts against Colletotrichum musae, the post harvest anthracnose pathogen of banana cv. Martaman.** Nutrition and Food Science, v. 46, n. 1, p. 2–15, 2016.

Bombardi L. **Herbicida mata safra de vinho no RS e, em SC, 41 de 85 municípios apresentam agrotóxicos na água.** Direção Bob Fernandes. Janeiro de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vртоRID01XU&feature=youtu.be>> Acesso em 03 de fevereiro de 2021.

BOMBARDI, L. debate geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a Europa. Direção Ensp Fiocruz, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ds3ZuKc7pB4&feature=youtu.be>> Acesso em 04 de fevereiro de 2021.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia,** 2019.

BOMBARDI, Larissa Mies. **Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado.** Boletim Dataluta, v. 45, p. 1-21, 2011

BONAPAZ, L. DA S. et al. **POTENCIAL FUNGITÓXICO DE ÓLEOS VOLÁTEIS E EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE ALTERNATIVO IN VITRO DE FUNGOS DOS GÊNEROS Aspergillus E Fusarium.** Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2019.

BRASIL, LEI nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília-DF: Presidência da República, [1989]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm> Acesso em: 20 de junho de 2020.

BRASIL. Lei nº 10.925, de 23 de julho de 2004. Reduz as alíquotas do PIS/PASEP e da COFINS incidentes na importação e na comercialização do mercado interno de fertilizantes e defensivos agropecuários e dá outras providências. Brasília- DF: Presidência da República, [2004]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.925.htm> Acesso em 12 de novembro de 2020.

BRASIL. Decreto Lei nº 7.660, de 23 de dezembro de 2011. Aprova a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados - TIPI. Diário oficial da União: Seção 1, Brasília-DF, p. 7, 26 de dezembro de 2011.

BRASIL. Decreto Lei nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília- DF: Presidência da República, [2002]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm> Acesso em 12 de

novembro de 2020.

BRASIL, MP nº 2166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1o , 4o , 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei no 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Brasília-DF:Presidência da República, [2001].Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MP/2166-67.htm> Acesso em 10 de novembro de 2020.

BRESSAN, M. Agrotóxicos (Legislação Federal). 2015.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Inteiro Teor da PL 6.299/00. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249>> Acesso em: 20 de junho de 2020.

CAMPOS, S. C. et al. **Toxicidade de espécies vegetais**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 18, n. 1, p. 373–382, 2016.

CARNEIRO, F. F. et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. [s.l.: s.n.]. v. 161.

CARNELOSSI, P. R. et al. **Óleos essenciais no controle pós-colheita de Colletotrichum gloeosporioides em mamão**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 11, n. 4, p. 399– 406, 2009.

CASEMIRO, J. C. L. et al. **Quitosana associada com extratos vegetais no controle pós-colheita de antracnose em mamão ‘formosa’**. Summa Phytopathologica, v. 45, n. 1, p. 64– 69, 2019.

CAVALCANTE, M. et al. **Diagnóstico do uso de agrotóxicos por agricultores familiares de Maragogi/AL**. Cadernos de Agroecologia, v. 10, 2015.

CELOTO, M. I. B. et al. **Antifungal activity of Momordica charantia L. extracts against Colletotrichum musae**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 13, n. 3, p. 337–341, 2011.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. G.; OBERG, C. J. **Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses**. Journal of Essential Oil Research, v. 12, n. 5, p. 639–649, 2000.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira- grãos**. Temer, Michel Marcelo, Francisco Bezerra, Rodrigues Hartmann, Marcus Luis, v. 5, n. ISSN 2318-6852, p. 1–178, 2018.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. **Atividade inseticida das plantas e aplicações: Revisão**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 13, n. 4, p. 500–506, 2011.

DEWAN, P. et al. **Organochlorine pesticide residues in maternal blood, cord blood, placenta, and breastmilk and their relation to birth size**. Chemosphere, v. 90, n. 5, p. 1704–1710, 2013.

DOMINGUES, R. J. et al. **Ação “in vitro” de extratos vegetais sobre Colletotrichum acutatum, Alternaria solani e Sclerotium rolfsii**. Arquivos do Instituto Biológico (São Paulo), v. 76, n. 4, p. 643–649, 2009.

ECKERT, J. W. **Recent developments in the chemical control of postharvest diseases.** 1990.

FAGUNDES, M. C. P. et al. **Alternative Control of Plant Pathogen Fungi Through Ethanolic Extracts of Avocado Seeds (Persea Americana Mill.).** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 61, n. 0, 2018.

FAOSTAT. **Use Pesticides.** Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>>. Acesso em: 30 nov. 2020a.

FAOSTAT. **Pesticides indicators.** Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/EP>>. Acesso em: 6 fev. 2020b.

FERRARI, J.T.; DOMINGUES, R.J.; TÖFOLI, J.G.; NOGUEIRA, E.M.C. **Antracnose associada às fruteiras.** 2011. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2011_4/antracnose/index.htm>. Acesso em: 14 de janeiro de 2021.

FERREIRA, M. D. P.; COELHO, A. B. **Desmatamento recente nos estados da amazônia legal: Uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 53, n. 1, p. 91–108, 2015.

FIOCRUZ- SINITOX. **Dados de intoxicação.** Disponível em: <<https://sinitox.icict.fiocruz.br/dados-de-agentes-toxicos>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

FISCHER, I. H.; CHOUDHURY, M. M. **Doença pós colheita.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_42_24112005115222.html>. Acesso em: 5 fev. 2020.

FONSECA, M. C. M. et al. **Antifungal activity of plant extracts on common bean pathogens.** Acta Horticulturae, v. 1098, p. 159–164, 2015.

FÜRSTENAU, V. **Soja: a quebra de safra e a queda dos preços em 2004.** Disponível em: <<http://carta.fee.tche.br/article/soja-a-quebra-de-safra-e-a-queda-dos-precos-em-2004/>>.

FÜRSTENAU, V. **Safra de grãos 2005/06: as primeiras estimativas.** Disponível em: <<http://carta.fee.tche.br/article/safra-de-graos-200506-as-primeiras-estimativas/>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

GASCA, C. A. et al. **Chemical composition and antifungal effect of ethanol extract from Sapindus saponaria L. fruit against banana anthracnose.** Scientia Horticulturae, v. 259, n. June 2019, p. 108842, 2020.

GONÇALVES, M. DOS S. **Uso sustentável de pesticidas. Análise comparativa entre a União Europeia e o Brasil.** 2016.

GRAEBNER, I. B. **Estudos de constituintes químicos isolados de plantas medicinais da região do Vale do Purus no Acre (Amazônia).** 2003.

HADIZADEH, I.; PEIVASTEGAN, B.; KOLAH, M. **Antifungal activity of Nettle (Urtica dioica L.), Colocynth (Citrullus colocynthis L. Schrad), Oleander (Nerium oleander L.) and Konar (Ziziphus spina-christi L.) extracts on plants pathogenic fungi.** Pakistan Journal of Biological Sciences, 2009.

HALFELD-VIEIRA, B. DE A.; NECHET, K. DE L.; ARAÚJO, S. L. F. **Principais Doenças em Cultivos de Pequenas Propriedades do Entorno de Boa Vista**. 2010.

HESS, S. C. **UFSC Explica- Agrotóxicos**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KFU2gwPB75E>>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2020.

IBAMA. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/relatorios/quimicos-e-biologicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

IBGE. **Área dos estabelecimentos agropecuários**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6710#resultado>>. Acesso em: 5 de maio de 2020.

IBGE. **Área plantada**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2020.

IBGE. **Área plantada**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2020.

IUPAC. **Lista de Ingredientes Ativos de Pesticidas de A a Z**. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2020.

IBGE. **Produção de soja cai 4,56% em 2004, mas Brasil ainda é segundo maior produtor mundial**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/13037-asi-producao-de-soja-cai-456-em-2004-mas-brasil-ainda-e-segundo-maior-produtor-mundial>>.

IBGE. **SIDRA IBGE tabela 1612**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612#resultado>>. Acesso em: 17 de dezembro de 2020.

JARDIM, I. C. S. F.; ANDRADE, J. D. A.; QUEIROZ, S. C. D. N. DE. **Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - um enfoque às maçãs**. *Quimica Nova*, v. 32, n. 4, p. 996–1012, 2009.

KAGEYAMA, A. ET AL. **O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais**. n. 127, p. 113–123, 1990.

KAPADIYA I B et al. **Evaluation of phytoextracts against Fusarium solani causing root rot of okra**. v. 19, n. 4, p. 0–3, 2014.

KWEKA, EJ, MOSHA, F., LOWASSA, A. ET AL. **Ethnobotanical study of some of mosquito repellent plants in north-eastern Tanzania**. 2008.

LIMA, I. P. **Avaliação Da Contaminação Do Leite Materno Pelo Agrotóxico Glifosato Em Puérperas Atendidas Em Maternidades Públicas Do Piauí**. *Physical Review B*, v. 72, n. 10, p. 1–13, 2005.

LIMA, J. F. M. **Análise comparativa da legislação de agrotóxicos entre Brasil e União Europeia e os seus impactos comerciais**. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2018.

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

MAPA. **Resumo de Registro de Agrotóxicos e Afins 2005-2019**. Disponível em:

< <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas> >. Acesso em: 03 de fevereiro de 2021.

MAPA. Uso do agrotóxico Procloraz é proibido. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2016/uso-do-agrotoxico-procloraz-e-proibido>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

MAPA. Mercado de bio defensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-bio defensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>> Acesso em 04 de fevereiro de 2021.

MARCONDES, M. M. et al. **Influência de diferentes extratos aquosos de plantas medicinais no desenvolvimento de Colletotrichum gloeosporioides e de Fusarium moniliforme.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 16, n. 4, p. 896–904, 2014.

MARINHO, G. J. P.; KLEIN, D. E.; SIQUEIRA JUNIOR, C. L. **Evaluation of soapberry (Sapindus saponaria L.) leaf extract against papaya anthracnose.** Summa Phytopathologica, v. 44, n. 2, p. 127–131, 2018.

MARTINS, J. A. B. ; SIQUEIRA JUNIOR, C. L. **Efeito inibidor de compostos ativos em folhas de falso boldo e de sementes de lichia sobre o fungo causador da antracnose em mamão.** 2014.

MARTINS, J. A. B.; SIQUEIRA-JUNIOR, C. L. **Potential control of anthracnose in papaya (Carica papaya) by treatment with plant extracts Controle potencial da antracnose no mamão (Carica papaya) por tratamento com extratos de plantas.** Revista Biociência, v. 23, n. 1, p. 61–68, 2017.

MATOS, P. F.; PESSOA, V. L. S. **A Modernização Da Agricultura No Brasil E Os Novos Usos Do Território.** Geo UERJ, v. 2, n. 22, p. 290–322, 2011.

MAZARO, S. M. et al. **Potencial de extratos à base de Calendula officinalis L. na indução da síntese de fitoalexinas e no efeito fungistático sobre Botrytis cinerea, in vitro.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 15, n. 2, p. 208–216, 2013.

MEDEIROS, A. R. M. **Alelopatia: importância e suas aplicações.** Hortisul, v. 1, n. 3, p. 27– 32, 1990.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. DE C. P.; GALVÃO, C. M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem.** Texto & Contexto - Enfermagem, v. 17, n. 4, p. 758–764, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos,** 2016.

Ministério da Saúde, 2016. **Principais causas de morte.** Disponível em: <<http://svs.aids.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/paineis-de-monitoramento/mortalidade/gbd-brasil/principais-causas/>>. Acesso em: 10 202de agostor de 2020.

MOHER, D. et al. **Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 24, n. 2, p. 335–342, 2015.

MOSTAFA, A. A.; YAKOUT, S. M.; HUSSEIN, S. A. **Fungicidal activities of certain methanolic plant extracts against tomato phytopathogenic fungi.** African Journal of

Microbiology Research, v. 7, n. 6, p. 517–524, 2013.

MOURA, G. S.; JASKI, J. M.; FRANZENER, G. **Potencial de extratos etanólicos de propólis e extratos aquosos de plantas espontâneas no controle de doenças pós-colheita do morango.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, n. 1, p. 57, 2016.

NAVARRO, Z. **Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro.** Estudos Avançados, v. 15, n. 43, p. 83–100, 2001.

Nextews, 2017. **As doenças de morango mais famosos: fusariose.** Disponível em: <<http://pt.nextews.com/e5e512ee/>> Acesso em 19 de maio de 2020.

OKIGBO, R. N.; OKORIE, R. E.; PUTHETI, R. R. **IN VITRO effects of garlic (*Allium sativum* L.) and African basil (*Ocimum gratissimum* L.) on pathogens isolated from rotted cassava roots.** Interciencia, v. 34, n. 10, p. 742–747, 2009.

OLIVEIRA, M. L. F. DE. **VULNERABILIDADE E CUIDADO NA UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS POR AGRICULTORES FAMILIARES,** 2004.

OLIVEIRA, T. A. S. DE et al. **Biocontrole de doenças pós-colheita de frutas.** n. January, 2015a.

OLIVEIRA, J. S. et al. **Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 17, n. 3, p. 379–384, 2015b.

PELAEZ, V. M. et al. **A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil.** Revista Brasileira de Inovação, v. 14, p. 153, 2015.

PEREIRA, C. D. O. F. **ESTUDO DA PATOGENICIDADE E CONTROLE BIOLÓGICO DE FUSARIUM sp. COM TRICHODERMA sp.** p. 3–4, 2009.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema.** Agrotóxicos, saúde e ambiente, v. 5, n. Nrr 5, p. 21–41, 2003.

PIGNATI, W. A. et al. **Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: Uma ferramenta para a vigilância em saúde.** Ciencia e Saude Coletiva, v. 22, n. 10, p. 3281–3293, 2017.

PINTO, NFJ de A. Controle químico da antracnose (*Colletotrichum graminicola*) do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE),** 2003.

PIRES, Dario Xavier; CALDAS, Eloísa Dutra; RECENA, Maria Celina Piazza. **Uso de agrotóxicos e suicídios no Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, v. 21, p. 598-604, 2005.

POLETTI, I. et al. **ZONEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE Fusarium spp. CAUSADORES DE PODRIDÃO DE RAÍZES EM PLANTIOS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) NA REGIÃO DO VALE DO TAQUARÍ, RS.** p. 1–10, 2006.

POZZA, E. A. et al. **Frequency of Aerial Plant Diseases in Lavras-Mg.** p. 0–4, 1993.

PT. **PT na câmara.** Disponível em: <<https://pt.org.br/governo-manipula-dados-sobre-consumo-de-agrotoxico-no-pais-diz-nilton-tatto/>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2020.

- RAMÍREZ, P. G. et al. **Extracts of Stevia rebaudiana against Fusarium oxysporum associated with tomato cultivation.** Scientia Horticulturae, v. 259, n. September 2019, p. 108683, 2020.
- RAMOS, K.; ANDREANI JUNIOR, R.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. **Óleos essenciais e vegetais no controle in vitro de Colletotrichum gloeosporioides.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 18, n. 2, p. 605–612, 2016.
- RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. **A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente.** Revista Liberato, v. 10, n. 14, p. 149–158, 2009.
- RIBEIRO, D. S.; PEREIRA, T. DA S. **O Agrotóxico Nosso De Cada Dia.** VITTALLE - Revista de Ciências da Saúde, v. 28, n. 1, p. 14–26, 2016.
- RIGOTTO, R. M.; AGUIAR, A. C. P. **Invisibilidade ou invisibilização dos efeitos crônicos dos agrotóxicos à saúde? Desafios à ciência e às políticas públicas.** p. 47–90, 2016.
- RONGAI, D. et al. **Punicalagin content and antifungal activity of different pomegranate (Punica ganatum L.) genotypes.** Horticulturae, v. 5, n. 3, p. 1–9, 2019.
- ROZWALKA, L. C. et al. **Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de Glomerella cingulata e Colletotrichum gloeosporioides de frutos de goiaba.** Ciencia Rural, v. 38, n. 2, p. 301–307, 2008.
- SAETAE, D.; SUNTORNSUK, W. **Antifungal activities of ethanolic extract from Jatropha curcas seed cake.** Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 20, n. 2, p. 319–324, 2010.
- SEBASTIÁN, L. S. et al. **Dearomatization of Antioxidant Rosemary Extracts by Treatment with Supercritical Carbon Dioxide.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998.
- SERRA, I. M. R. DE S. et al. **Diversidade fenotípica e patogênica de Colletotrichum, agente causal da antracnose em mangueira, e identificação de espécie.** Summa ytopathologica, v. 37, n. 1, p. 42–51, 2011.
- SILVA, E. R.; RUEDIGER, M. A.; RICCIO, V. **A Internacionalização do Agronegócio Brasileiro: Gradualismo, Aprendizagem e Redução dos Custos de Transação.** 2007.
- SILVA, George Fagner da et al. **Eficiência de diferentes produtos fungicidas no controle da antracnose em manga.** 2008.
- SILVA, C. E. M. **Monocultura e conflito socioambiental.** p. 1–13, 2011.
- SILVA, J. L. DA et al. **ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE O CRESCIMENTO IN VITRO DE PATÓGENOS.** 2012.
- SILVA, G. B.; BOTELHO, M. I. V. **O processo histórico da modernização da agricultura no Brasil (1960-1979).** Revista De Extensão E Estudos Rurais, v. 3, n. 1, p. 93–125, 2014.
- SILVA, J. L. et al. **Antifungal activity using medicinal plant extracts against pathogens of coffee tree.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 16, n. 3, p. 539–544, 2014.
- SILVA, R.; ARAÚJO, E. **Embrapa estimula a elevação do padrão tecnológico da produção de banana em Rondônia.** 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca>

de-noticias/-%0A/noticia/45281142/embrapa-estimula-a-elevacao-do-padrao-tecnologico-da-producao-de-banana-em-rondonia%0A>. Acesso em 19 de maio de 2020.

SUDIRGA, S. K.; KETUT GINANTRA, I.; DARMAYASA, I. B. G. **Antifungal activity of leaf extract of *Mansoa alliacea* against *Colletotrichum acutatum* the cause of anthracnose disease on chili pepper**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 347, n. 1, p. 0–6, 2019.

TAKAM, G. H. F. et al. **Morphological and PCR characterisation of fungi isolated from tomato postharvest, and potential control of fruit spoilage by antifungal plant extracts**. International Food Research Journal, v. 26, n. 1, p. 123–131, 2019.

TALAMINI, V. et al. **Dez anos da clínica fitossanitária da UFLA - frequência da ocorrência de patógenos, sintomas e principais hospedeiros**. Ciência e Agrotecnologia, v. 27, n. 1, p. 70–75, 2003.

TEIXEIRA, J. C. **Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais**. Revista Eletrônica Associação dos Geógrafos Brasileiros, v. 2, n. 2, p. 21–42, 2005.

THANGAVELU, R.; SUNDARARAJU, P.; SATHIAMOORTHY, S. **Management of anthracnose disease of banana caused by *Colletotrichum musae* using plant extracts**. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, v. 79, n. 4, p. 664–668, 2004.

TUBA et al. **Antifungal activity of methanolic extracts of some indigenous plants against common soil-borne fungi**. Pakistan Journal of Botany, v. 48, n. 2, p. 749–752, 2016.

UE DATABASE. **LMR pesticides** UE. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=details&pest_res_ids=184&product_ids=&v=1&e=search.pr> Acesso em: 19 de agosto de 2020.

VALADARES, A.; ALVES, F.; GALIZA, M. **O crescimento do uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados do censo agropecuário 2017**. Ipea, p. 42, 2020.

VALE, A. P. A. P. DO. **A Modernização Tecnológica da Agricultura Brasileira e o Modelo Linear de Desenvolvimento analisados à luz dos estudos CTS**. p. 1–13, 2011.

VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Y.; RAGAZZO-SÁNCHEZ, J. A.; CALDERÓN-SANTOYO, M. **Characterization and antifungal activity of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) leaf extract obtained using conventional and emerging technologies**. Food Chemistry, v. 330, n. May, p. 127211, 2020.

VENTUROSO, L. R. et al. **Influência de diferentes metodologias de esterilização sobre a atividade antifúngica de extratos aquosos de plantas medicinais**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 12, n. 4, p. 499–505, 2010.

VENTUROSO, L. R. et al. **Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos**. Summa Phytopathologica, v. 37, n. 1, p. 18–23, 2011.

ZACARONI, L. M. et al. **Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Piper hispidinervum* (pimenta longa) sobre os fungos *oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides***. Acta Amazonica, v. 39, n. 1, p. 193–198, 2000.

ZHOU, J. et al. **Deleterious effects of benomyl and carbendazim on human placental trophoblast cells.** *Reproductive Toxicology*, v. 51, p. 64–71, 2015.