

**-UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E  
EDUCAÇÃO**

**ANDRESSA GUIZZI**

**ANÁLISE DA PESQUISA CIENTÍFICA SOBRE O  
CONTROLE MICROBIANO DE INSETOS COM  
FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS**

**ARARAS – SP  
Dezembro de 2019**

**ANDRESSA GUIZZI**

**ANÁLISE DA PESQUISA CIENTÍFICA SOBRE O  
CONTROLE MICROBIANO DE INSETOS COM  
FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS**

Monografia apresentada no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientação: Prof. Dr. Ricardo Toshio Fujihara.

**ARARAS – SP**

**Dezembro de 2019**

**ANDRESSA GUIZZI**

# **ANÁLISE DA PESQUISA CIENTÍFICA SOBRE O CONTROLE MICROBIANO DE INSETOS COM FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS**

Monografia apresentada no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

**Data da defesa:** 05 de dezembro de 2019.

**Resultado:** \_\_\_\_\_

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Ricardo Toshio Fujihara.  
Universidade Federal de São Carlos

\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy  
Universidade de São Paulo

\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Renato Nallin Montagnolli  
Universidade Federal de São Carlos

\_\_\_\_\_

## RESUMO

O aumento crescente na agricultura ao longo dos anos levou à proliferação de insetos-pragas nas culturas agrícolas. Com base nesta problemática, foram instalados diversos programas de controle biológico, dentre eles, o controle microbiano de insetos, um método alternativo, no qual utiliza microrganismos, como por exemplo, os fungos, para o combate das espécies pragas. Com o crescente aumento das pesquisas ao longo dos anos, foi realizado um levantamento bibliométrico, que visa analisar o rápido desenvolvimento científico da área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos no mundo e no Brasil, no período de 2000 a 2019; para tal foram utilizadas as bases de dados: Scopus<sup>®</sup>, Google Acadêmico<sup>®</sup> e SciELO<sup>®</sup>, obtendo 2.382 artigos no mundo e 300 estudos no Brasil, tendo aumento significativo nas publicações a partir do início do século XXI. Os países que mais se destacaram em número nas publicações científicas são EUA, Brasil e China, sendo a região Sudeste a mais produtora das regiões brasileiras, tendo a USP e a EMBRAPA, líderes no ranking das instituições de ensino e pesquisa no país. Nas pesquisas mundiais e no Brasil, foi observada uma relação direta entre a quantidade de artigos publicados nos países e nas regiões brasileiras, com as instituições de ensino e pesquisa, no qual os autores são filiados.

**Palavras-chave:** insetos-praga; entomopatógenos; bibliometria; produção científica.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
1.1. Agricultura e as pragas agrícolas .....	6
1.2. Histórico do controle biológico.....	7
1.3. Controle microbiano de insetos .....	10
1.4. A bibliometria.....	12
2. OBJETIVOS .....	13
2.1. Objetivo geral .....	13
2.2. Objetivos específicos .....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1. Evolução das pesquisas científicas com fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos no período de 2000 a 2019.....	17
4.2. Distribuição geográfica dos artigos científicos com fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos no período de 2000 a 2019 .....	20
4.3. Instituições e autores mais produtivos na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos no período de 2000 a 2019.....	24
4.4. Pesquisas científicas brasileiras mais relevantes em termos de citações na base de dados Scopus.....	29
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS.....	32
7. APÊNDICES.....	38
7.1. APÊNDICE A – Etapas do levantamento bibliométrico na base de dados Scopus. ....	38

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Agricultura e as pragas agrícolas

A agricultura tem se expandido de forma acelerada desde o início da domesticação das plantas, há cerca de 10 mil anos atrás (PATERNIANI, 2001). Desde forma genética, por meio de mutações e hibridação, como também pela seleção artificial, no qual os agricultores elegiam os vegetais com características de interesse agrônomo, para que sua produção agrícola aumentasse e/ou favorecesse na alimentação e comercialização, melhorando as adaptações dessas culturas às condições de cultivo do produtor (SERENO; WIETHOLTER; TERRA, 2008; BESPALHOK et al., 2019).

Embora essa seleção artificial tenha causado o aumento da produtividade e melhoria nutricional das plantas (KLUNG et al., 2010), uma das consequências do processo é a diminuição da variabilidade genética (PATERNIANI, 2001), provocando maior vulnerabilidade às pragas agrícolas, ou seja, espécies de animais ou agentes patogênicos, nocivos para os vegetais (GALLO et al., 2002), como por exemplo, as 20 principais pragas mundiais que atacam importantes culturas e que ameaçam a agropecuária brasileira:

Os vírus *African cassava mosaic virus* (ACMV), *Plum pox virus* (PPV), *Tomato ringspot virus* (TomRSV), os insetos *Anastrepha suspensa* (Loew), *Bactrocera dorsalis* (Hendel), *Cydia pomonella* (L.), *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller), *Toxotrypana curvicauda* (Gerstaecker), os fungos *Boeremia foveata* (Pleosporales: Didymellaceae), *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense Raça 4 Tropical (Hypocreales: Nectriaceae), *Moniliophthora roreri* (Agaricales: Marasmiaceae), ácaros como o *Brevipalpus chilensis*, bactérias como *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (EMBRAPA, 2017).

Vale ressaltar que os fatores de riscos para uma possível introdução destes organismos em um país ou região, variam de acordo com a distância da fronteira, número de países fronteiriços em que ocorrem os mesmos e volume de importação de material hospedeiro, que facilita a entrada destas pragas em novos territórios, podendo impactar nas culturas agrícolas do país/região (LARANJEIRA et al., 2018).

Com base no aumento de pragas na agricultura mundial, foram instalados programas de controle biológico, a fim de que as populações das espécies praga

pudessem ser controladas com base nos seus predadores naturais e parasitoides, em busca de um equilíbrio biológico (GRAVENA, 1992).

## 1.2. Histórico do controle biológico

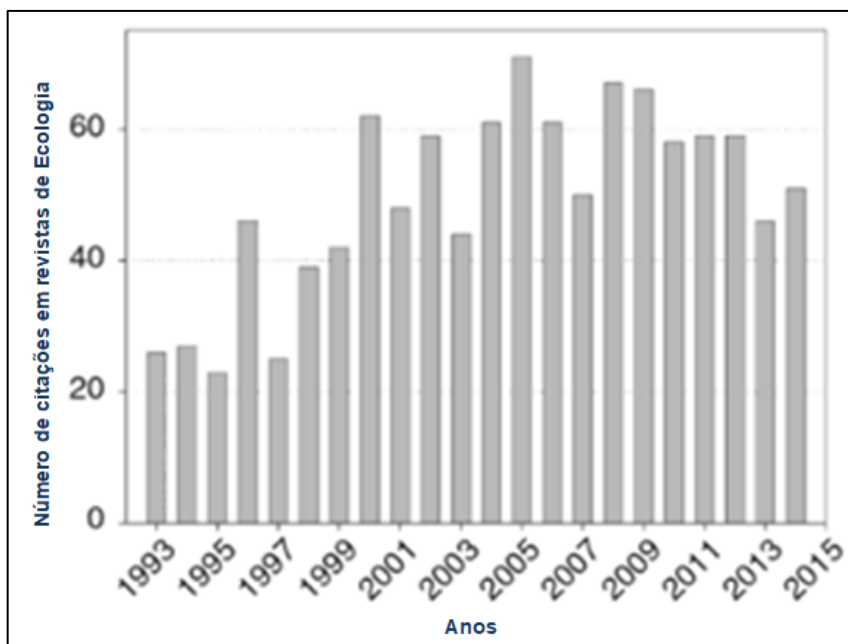
O termo controle biológico se refere ao controle e regulação de populações de pragas com densidades exacerbadas por meio de seus inimigos naturais (BERRYMAN, 1999; ARAÚJO et al, 2015), como predadores, parasitas e microrganismos entomopatogênicos (JUNIOR, 2011).

O controle de pragas com o uso de inimigos naturais teve início no século III a.C., no qual os chineses utilizavam formigas predadoras, *Oecophylla smaragdina* (Fabricius), para o controle de insetos em citros (VAN DEN BOSCH; MESSENGER; GUTIERREZ, 1982). Os agricultores colocavam bambus entre as plantas cítricas para facilitar o acesso das formigas que preveniam o ataque de lagartas desfolhadoras (JUNIOR, 2011).

Segundo Parra et al. (2002), em 1602 foi observada a relação de parasitismo com insetos na Europa, mas somente em 1706 Antonio Vallisnieri de Pádua relatou esse fenômeno corretamente.

No século XIX, foi realizado o primeiro programa de controle de pragas com sucesso, por meio da joaninha-australiana *Rodolia cardinalis* (Mulsant), que foi utilizada para controlar o pulgão-branco dos citros, *Icerya purchasi* (Maskell), espécie praga na Califórnia (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2014).

Ao longo do século XIX, com as descobertas dos fungos, bactérias e protozoários como agentes causadores de doenças em insetos (GALLO et al., 2002), foram iniciados diversos programas de controle biológico, com um grande avanço ao longo dos anos, fato este que pode ser observado pelo número de citações com o termo “*biological control*” em revistas na área de Ecologia, segundo a base de dados *Web of Science*, entre os anos de 1993 a 2014 (HEIMPEL; MILLS, 2017) (Figura 1).



**Figura 1.** Número de citações em revistas na área de Ecologia com o termo “*biological control*”, entre os anos de 1993 a 2014. Fonte: Adaptado de HEIMPEL e MILLS (2017, p.12).

Atualmente, devido a grande preocupação com os aspectos econômicos e ambientais, vem sendo empregado o Manejo Integrado de Pragas (MIP), conceituado como uma abordagem sustentável para o gerenciamento de pragas, combinando ferramentas biológicas, culturais, físicas e químicas de maneira a minimizar a economia, a saúde e os riscos ambientais (BAJWA; KOGAN, 2002).

Segundo Simonato (2018), Herrmann (2013), um dos pilares do MIP é o controle biológico. Este emprega os procedimentos básicos desta tática de controle: introdução, conservação e multiplicação, que representam respectivamente os três tipos de controle biológico: clássico, natural e aplicado (GALLO et al., 2002), sendo o aplicado o mais utilizado devido a rápida redução da população praga para o nível de estabilidade (CHAGAS et al., 2016).

O controle biológico clássico refere-se à introdução de espécies de inimigos naturais exóticos, no qual os insetos-praga foram inseridos numa determinada região de forma acidental (GRAVENA, 1992), devido a grande circulação de produtos entre diferentes territórios. Este tipo de controle é visto como uma medida a longo prazo, pois a população dos inimigos naturais tende a aumentar com o passar do tempo (PARRA et al., 2002).

O controle biológico natural se refere à população de inimigos naturais que ocorrem naturalmente numa determinada região (GALLO et al., 2002), importantes



agentes na regulação de populações de pragas nos agroecossistemas e, manutenção do nível de equilíbrio das pragas (PARRA et al., 2002; PEREIRA et al., 2018). Ao longo dos anos, diversos estudos têm sido realizados a fim de que inimigos naturais sejam preservados no ecossistema, e assim implementar programas de controle biológico em áreas atingidas por pragas agrícolas (GRAVENA, 1992).

Para que esta preservação ocorra de forma eficiente, é necessário aumentar a densidade dos inimigos naturais, podendo ser utilizada, por exemplo, a manipulação ambiental, ocorrendo o manejo do mato em algumas culturas para que as espécies vegetais que recobrem o solo, como gramíneas e leguminosas, criem um ambiente com condições ideais para o equilíbrio destes inimigos presentes no ecossistema (GRAVENA, 1992). Além disso, podem ser utilizados inseticidas seletivos em épocas corretas, redução de dosagens de produtos químicos, evitar práticas culturais inadequadas e manutenção de habitats ou fontes de alimentação para inimigos naturais (GALLO et al., 2002).

No controle biológico aplicado, ocorre a liberação de parasitoides, predadores e microrganismos, após a sua produção massal em laboratório, visando à redução rápida da população da praga para seu nível de equilíbrio (CHAGAS et al., 2016). Segundo Simonato, Grigolli e Oliveira (2014), o controle biológico aplicado consiste na liberação de grande número de inimigos naturais numa cultura, onde proporcionará maior declínio da espécie praga, recompondo a convivência normal das populações e o aumento do número de indivíduos benéficos (HERRMANN, 2013).

Segundo a EMBRAPA (2019), o mercado de controle biológico vem crescendo especialmente na Europa devido suas políticas agrícolas, visando à aplicação sustentável de agrotóxicos e agentes naturais no controle de pragas agrícolas. No Brasil, o crescimento do mercado de controle biológico foi estimulado principalmente pela fundação da Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio) em 2007, com o objetivo de integrar as empresas que produzem e comercializam produtos biológicos para o controle de pragas. A criação da Política Nacional de Apoio ao Agrotóxico Natural, que tem por objetivo estimular as pesquisas, a produção e o uso de agrotóxicos não sintéticos de origem natural, por meio da aprovação do Projeto de lei do Senado nº 679 de 2011 (BRASIL, 2011),

também estimulou esse mercado no país, incentivando a adoção de métodos alternativos de controle de pragas.

### **1.3. Controle microbiano de insetos**

Atualmente, as possibilidades de controle de pragas aumentaram, permitindo assim, a aplicação de diferentes agentes controladores nas culturas agrícolas, como por exemplo, os agentes entomopatogênicos, como as bactérias, fungos, vírus, e nematoides, que mantêm a população das pragas em equilíbrio (ALVES, 1998; TIAGO; OLIVEIRA; LIMA, 2014).

O controle microbiano de insetos (CMI) vem sendo utilizado com maior frequência, após grandes repercussões dos efeitos do controle químico nos ecossistemas e agroecossistemas (DALZOTO; UHRY, 2009). A utilização de microrganismos, como bactérias, fungos, vírus e nematoides pode substituir a aplicação de inseticidas menos específicos e nocivos, permitindo assim, a ocorrência natural de insetos benéficos (parasitoides e predadores) para desempenhar maior controle e regulação de populações de insetos-praga (AHMED; LEATHER, 1994).

Dentre as vantagens do CMI, destacam-se: a especificidade e seletividade dos patógenos, que aumentam a eficiência de controle; os efeitos da aplicação podem permanecer ao longo de algumas gerações; o emprego de outras estratégias de manejo juntamente aos microrganismos; a resistência do inseto ao patógeno é baixíssima; o surgimento da praga na cultura torna-se dificultoso devido à somatória de efeitos sobre a mesma; e principalmente, a nula toxicidade do processo ao ambiente, com o emprego de táticas adequadas de controle, contribuindo para a preservação de recursos naturais e aumentando a sustentabilidade dos ecossistemas (ALVES, 1998; FINKLER, 2011).

O CMI também oferece algumas desvantagens, como a especificidade de alguns patógenos, diferentemente dos defensivos químicos de largo espectro que atuam sobre diversas pragas (ALVES, 1998); o tempo de ação, que segundo Dalzoto e Uhry (2009), é muito mais lento que o controle químico; do ponto de vista econômico, possibilita maior custo de aplicação em relação ao controle químico convencional (BUENO et al., 2015).

Um dos agentes utilizados no CMI são as bactérias entomopatogênicas, que possuem alta virulência, alta capacidade invasora e produção de toxinas, causando toxemias nos insetos-alvo (COSTA et al., 2010). A infecção normalmente acontece pela cavidade e trato digestivo, causando perda do apetite, diarreia e vômito (TANADA; KAYA, 1993). Dentre estas, os gêneros com alto potencial no controle microbiológico de pragas são *Bacillus* e *Clostridium* (JUNIOR, 2011), sendo *Bacillus thuringiensis* (Berliner) a espécie mais estudada e comercializada (RUIU, 2018).

Os vírus entomopatogênicos contaminam seus hospedeiros através do alimento, e iniciam o processo infeccioso no intestino médio da larva, onde serão disseminadas partículas virais ocasionando perda de apetite, mobilidade e coloração da epiderme, liquefazendo as vísceras contidas no corpo do inseto (SILVA, 2000). O grupo mais importante de vírus entomopatogênicos é o dos baculovírus (Baculoviridae), que infectam principalmente lagartas de Lepidoptera (FINKLER, 2011).

Os primeiros relatos do uso de nematoides entomopatogênicos foram sobre o escaravelho-japonês, *Popillia japonica* (Newman), uma importante praga de gramados e plantas ornamentais (ALMENARA et al., 2012). Um exemplo de aplicação no Brasil é o emprego de *Deladenus siricidicola* (Bedding) no controle biológico da vespa-da-madeira *Sirex noctilio* (Fabricius), que se desenvolve no interior do tronco de algumas coníferas, em especial, espécies de *Pinus* (FINKLER, 2011).

Os fungos entomopatogênicos, causadores de doenças em insetos (SAMSON; EVANS; LATGE, 1988), começaram a ser utilizado no controle microbiano a partir de 1888, por meio do controle de *Cleonus punctiventris* (Germar), um besouro praga da beterraba, com o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) (LORD, 2005).

Com o crescente aumento do controle microbiano, começaram a serem desenvolvidos ao longo do século XX, produtos a base de microrganismos entomopatogênicos no combate aos insetos-praga, como por exemplo, os micoinseticidas, cuja comercialização aumentou ao longo dos anos (FARIA; WRAIGHT, 2007; PARRA, 2014).

A utilização dos fungos entomopatogênicos no combate aos insetos-praga tem como vantagens o mecanismo de ataque e a rápida dispersão no ambiente, que facilita o controle dos insetos-praga (ALVES, 1998; CASTRILHO; ROBERTS;

VANDENBERG, 2005). O principal mecanismo de ataque se inicia com a adesão do fungo no inseto-praga que, em condições ideais para seu desenvolvimento, germina, dando origem ao tubo germinativo, que se diferenciara em sua extremidade dilatando as hifas primárias do processo, cuja estrutura é denominada apressório, e serve para a penetração do fungo (ALVES, 1998; OLIVEIRA; ALVES; SOSA-GÓMEZ, 2014). A penetração ocorre através de processo físico ou químico; o físico ocorre nas áreas membranosas do inseto (ALVES, 1998), como por exemplo, na superfície interna do tegumento (MADELIN; ROBINSON; WILLIAMS, 1967). Paralelamente ao processo físico, enzimas são liberadas (proteases, lipases e quitinases), facilitando a penetração mecânica do fungo e o metabolismo do tubo germinativo (ALVES, 1998). Com a penetração no inseto, o fungo coloniza seu hospedeiro, causando a morte do mesmo.

#### **1.4. A bibliometria**

O termo bibliometria vem sendo utilizado desde o século XX onde ganhou densidade e legitimidade (SANTOS; KOBASHI, 2009). O termo foi proposto por Pritchard, para o estudo estatístico e matemático na análise de obras literárias (PRITCHARD, 1969; CHUEKE; AMATUCCI, 2015).

A bibliometria vem sendo utilizada para analisar o rápido desenvolvimento das várias áreas da Ciência (HAYASHI et al., 2007; SOUSA, 2013) e segundo Tague-Sutcliffe (1992), é definida como o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso das informações registradas.

Analisar os estudos científicos torna-se extremamente importante para o entendimento do desenvolvimento científico de uma determinada área de conhecimento, podendo situar a produção de um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a seu país e, até mesmo, cientistas em relação as suas próprias comunidades (CHAPULA, 1998; SOUSA, 2013), com base nos indicadores, que medem a qualidade científica baseada na avaliação das publicações e de seus conteúdos (PIMENTA et al., 2017).

A mensuração da produção científica está diretamente ligada com as leis bibliométricas: Lei de Bradford, Lei de Lotka e a Lei de Zipf (SCHWEITZER, 2010). A lei de Bradford relaciona a dispersão de artigos por periódicos (SILVA et al., 2016), no qual os que produzem o maior número de artigos sobre dado assunto, formam

um núcleo de periódicos, supostamente de maior qualidade ou relevância para aquela área (GUEDES; BORSCHIVER, 2005; JUNIOR et al., 2016).

A lei de Lotka, formulada em 1926, está relacionada com a produtividade dos autores na pesquisa científica (GUEDES; BORSCHIVER, 2005). Lotka em uma de suas pesquisas observou um comportamento padronizado em relação a produção dos autores (CÂNDIDO, 2018), onde uma larga proporção da literatura científica é produzida por um pequeno número de autores, e um grande número de pequenos produtores se iguala, em produção, ao reduzido número de grandes produtores (ARAUJO, 2006).

Outra lei que compõe a bibliometria é a Lei de Zipf, que permite estimar as frequências de ocorrência das palavras de um determinado texto científico e tecnológico (GUEDES; BORSCHIVER, 2005), gerando uma lista ordenada de termos de uma determinada disciplina ou assunto (VANTI, 2002).

As produções científicas têm crescido de forma acelerada ao longo do tempo no mundo; o avanço da tecnologia tem influenciado essas produções e principalmente as publicações das mesmas para o meio científico. A divulgação da ciência se faz necessária para que a comunidade científica se aproxime da população, que passa então a entender o verdadeiro valor se investir em pesquisa (IVANISSEVICH, 2009). Assim, buscamos analisar, por meio da bibliometria, a evolução das pesquisas com fungos entomopatogênicos para o controle de insetos-praga.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento da pesquisa científica na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos, a partir de indicadores bibliométricos.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Analisar a evolução científica (2000 a 2019) na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos, por meio do número de artigos produzidos;

- Descrever as principais instituições, centros de pesquisa, autores, regiões e estados brasileiros mais relevantes sobre o assunto em questão;
- Analisar o impacto e a visibilidade das principais publicações científicas, em termos de citações e periódicos mais representativos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é de natureza teórico-prática; teórico, tendo como estrutura as fontes bibliográficas de informação oferecidas por bases de dados internacionais, que permitiram a coleta das informações necessárias para a construção de indicadores bibliométricos da produção científica.

Inicialmente foi realizada uma busca exploratória a fim de conhecer o universo das publicações científicas sobre o tema do trabalho na base de dados Google Acadêmico e, à partir das palavras-chave, foi possível determinar as mais relevantes para compor as expressões na busca definitiva.

Nesta primeira busca, foram utilizadas as expressões: “*entomopathogenic*”; “*entomopathogenic fungi*”; “*biological control*”; “*microbiological control*”; “*control of insects*”; “*microbiological control of insects*” e “*biological control of insects*”, sem filtrar os tipos de publicações e, por meio do resultado obtido (Tabela 1) foi estabelecida a pesquisa das palavras-chaves: “*entomopathogenic fungi*”, “*microbiological control of insects*” e “*biological control of insects*”, na qual filtravam com mais exatidão os estudos relacionados ao controle microbiológico de insetos com fungos entomopatogênicos.

**Tabela 1.** Número de publicações contendo as palavras-chaves delimitadas pela busca exploratória, segundo a base de dados Google Acadêmico.

Palavras-chave	Google Acadêmico
"Entomopathogenic"	102.000
"Entomopathogenic fungi"	31.900
"Biological control"	1.840.000

"Microbiological control"	13.100
"Control of insects"	37.100
"Microbiological control of insects"	63
"Biological control of insects"	8.460

Fonte: elaborado pela autora, dados extraídos do Google Acadêmico.

As buscas avançadas foram realizadas em três bases de dados: Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)), sendo o maior banco de dados de citações do mundo da literatura, reunindo o maior número de títulos e fornecendo ferramentas analíticas das pesquisas ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)); SciELO, uma biblioteca virtual que reúne uma coleção de periódicos brasileiros ([www.scielo.com](http://www.scielo.com)) e o Google Acadêmico.

O levantamento bibliométrico dos dados mundiais foi realizado por meio da base de dados Scopus, acessado via Portal de Periódicos Capes, e executado por meio das seguintes etapas: 1) na página de busca avançada, digitadas as palavras-chaves "*entomopathogenic fungi*", "*microbiological control of insects*" e "*biological control of insects*", selecionadas na primeira busca exploratória; 2) configuradas de modo que algumas ou todas as expressões estivessem no título, no resumo ou nas palavras-chaves da pesquisa (Figura 2 - Apêndice A); 3) após clicar em "Search", foi utilizado um filtro mais refinado para a pesquisa, localizado à esquerda da página (Figura 3 - Apêndice A); 4) no filtro foi delimitado o período de 2000-2019, a fim de se obter um espectro maior e analisar a evolução das pesquisas científicas, algo que não pode ser observado nos últimos 10 anos, devido a pequena variação de crescimento nas produções científicas deste período; 5) delimitado os estudos nas áreas de Ciências Biológicas e Agronomia; 6) selecionado apenas artigos como resultados da pesquisa.

Os resultados obtidos foram selecionados de acordo com sua relevância, em termos do número de acessos aos artigos (Figura 4), e com base no tema do presente estudo. A triagem dos dados apurou os seguintes critérios: os artigos que apresentavam no título do trabalho, no resumo ou nas palavras-chave as expressões utilizadas na pesquisa, foram abertos, sendo realizada a leitura dos resumos, e selecionados apenas os que abordavam o assunto de fungos entomopatogênicos no controle microbiológico de insetos, visto que alguns artigos

abordavam apenas aspectos genéticos desses organismos ou englobavam também estudos com outros organismos, como bactérias e nematoides, o que não condiz com o objetivo da presente análise.

The screenshot shows the Scopus search results page. At the top, the Scopus logo is on the left, and navigation links for Search, Sources, Alerts, Lists, Help, and SciVal are in the center. On the right, there are buttons for 'Create account' and 'Sign in'. Below the navigation bar, a blue banner displays '2,805 document results'. A red box highlights the search query: `(TITLE-ABS-KEY("entomopathogenic fungi") OR TITLE-ABS-KEY("microbiological control of insects") OR TITLE-ABS-KEY("biological control of insects")) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2006) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2003) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2002) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2001) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2000)) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "AGRI"))`. Below the query, there are icons for Edit, Save, Set alert, and Set feed. The main content area shows 'Search within results...' with a search icon, and tabs for Documents, Secondary documents, and Patents. A 'View Mendeley Data (49)' link is on the right. Below the tabs, there is an 'Analyze search results' button, a 'Show all abstracts' link, and a dropdown menu set to 'Sort on: Relevance', which is highlighted with a red box. At the bottom, there are options for 'All', 'Export', 'Download', 'View citation overview', 'View cited by', and 'Add to list'. A footer note says 'Access Configurations para obter o Windows'.

**Figura 4.** Filtros selecionados e os respectivos resultados organizados de acordo com sua relevância. Fonte: Base de dados Scopus.

Posteriormente, foi realizada a análise por meio da ferramenta “*Analyse search results*”, onde os dados foram organizados em tabelas e gráficos para melhor visualização e interpretação.

O levantamento dos dados do Brasil, foi realizado por meio das bases de dados Scopus, SciELO e Google Acadêmico, pois apresentam produções científicas brasileiras em seus bancos de dados. No Scopus, foram empregadas as mesmas etapas utilizadas para os dados mundiais, diferenciando apenas no acréscimo de dois filtros para o refinamento dos resultados: artigos publicados por autores brasileiros (Figura 5) e excluindo artigos que continham as palavras-chave: “*bacteria*”, “*fungus DNA*” e “*DNA sequence*”, pois são estudos relacionados apenas com aspectos genéticos, sem relação direta com o controle microbiano dos mesmos ao longo dos artigos. Vale ressaltar que a triagem foi executada de acordo com os mesmos critérios de seleção e analisadas por meio da ferramenta disponível na base de dados.



The screenshot shows the Scopus search results page for 332 document results. A search query is highlighted in a red box:

```
(TITLE-ABS-KEY("entomopathogenic fungi") OR TITLE-ABS-KEY("microbiological control of insects") OR TITLE-ABS-KEY("biological control of insects")) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2006) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2003) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2002) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2001) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2000)) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "AGRI")) AND (LIMIT-TO(AFFILCOUNTRY, "Brazil"))
```

Below the query, there are options to 'Edit', 'Save', 'Set alert', and 'Set feed'. The search results are displayed in a table with columns for 'Documents', 'Secondary documents', and 'Patents'. There are also options to 'View Mendeley Data (49)', 'Analyze search results', 'Show all abstracts', and 'Sort on: Relevance'. At the bottom, there are options to 'All', 'Export', 'Download', 'View citation overview', 'View cited by', and 'Add to list'.

**Figura 5.** Filtros selecionados para pesquisa de artigos brasileiros na base de dados Scopus. Fonte: Base de dados Scopus.

No SciELO e Google Acadêmico, foram utilizadas as mesmas palavras-chave, delimitando o período de 2000-2019, e selecionando as pesquisas publicadas em português (BR). A triagem dos artigos foi realizada por meio dos mesmos critérios adotados na base de dados Scopus, selecionando apenas os artigos condizentes ao objetivo da presente análise.

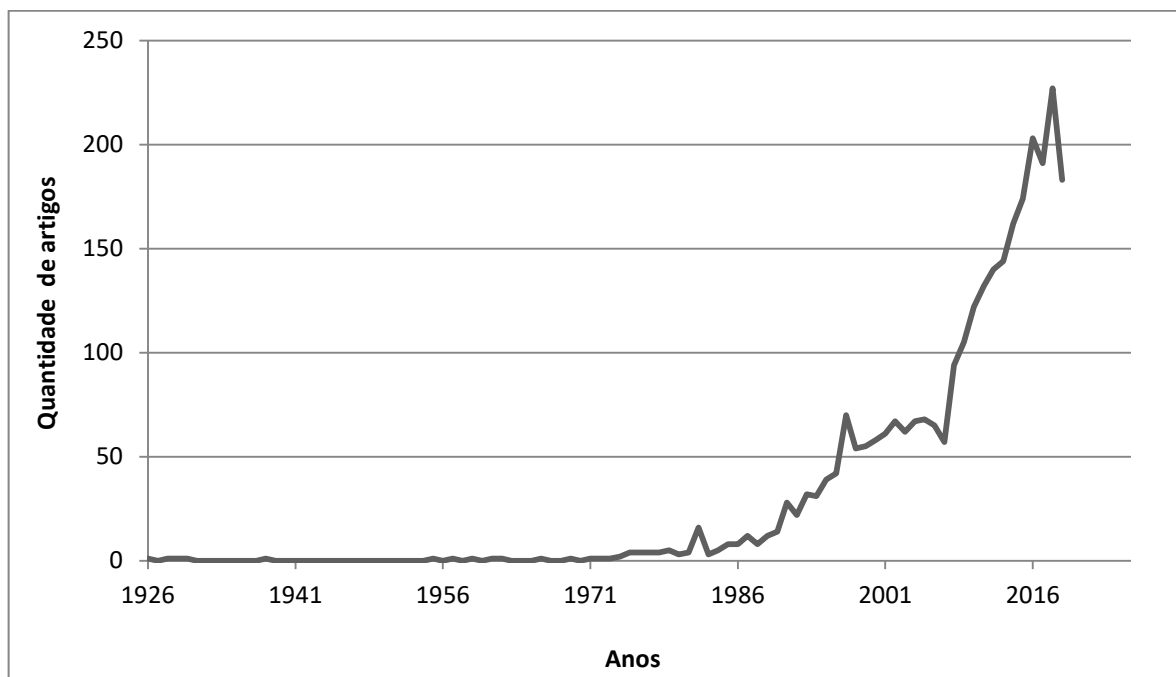
Vale ressaltar que, ao comparar os resultados nas três bases de dados utilizadas, foi constatado repetições das publicações brasileiras e, portanto, foram utilizados apenas os artigos e as análises obtidas na base Scopus.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Evolução das pesquisas científicas com fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos no período de 2000 a 2019

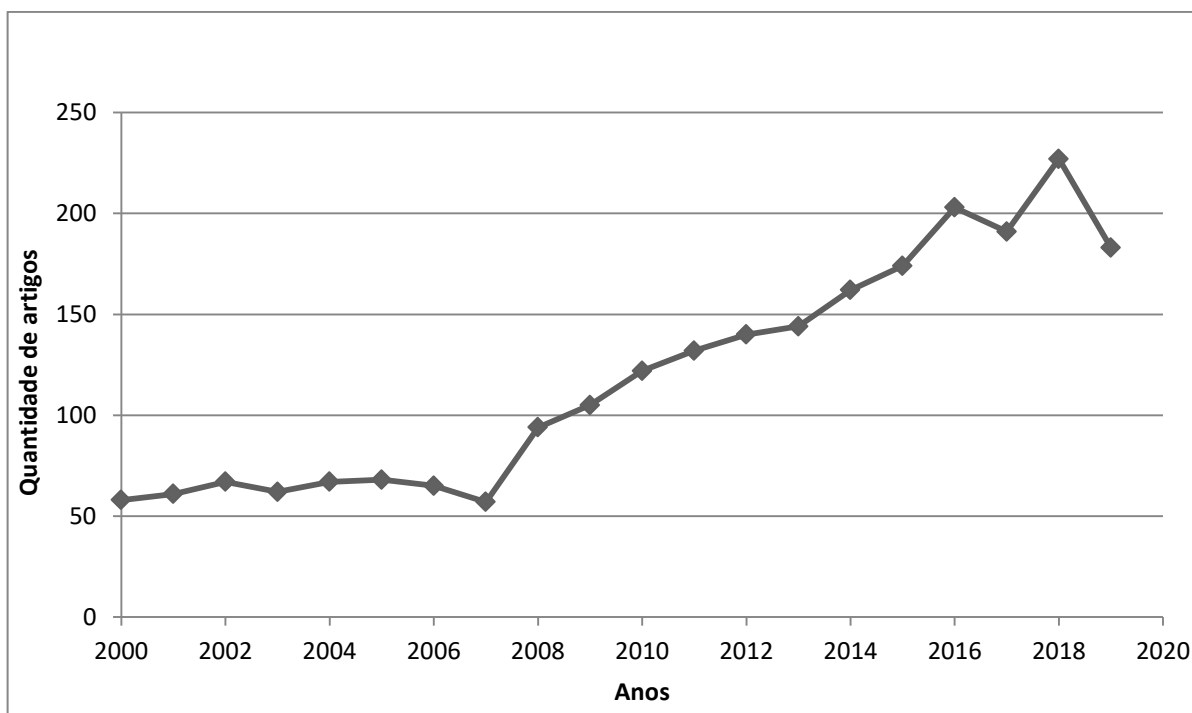
O levantamento bibliométrico das pesquisas científicas em nível mundial, exibido na base de dados Scopus, entre os anos 2000 a 2019, apontaram 2.382 artigos sobre fungos entomopatogênicos no CMI. Vale ressaltar que as pesquisas começaram a serem registradas na base Scopus à partir de 1926, totalizando, até o ano 2000, 504 artigos, evidenciando um aumento significativo nas publicações a partir do início do século XXI (Figura 6). Esse aumento ocorreu principalmente pelas mudanças nas legislações de registro, produção e aplicação de produtos químicos

para o controle, o que estimulou o mercado dos produtos biológicos para o controle de insetos-praga, que tem por objetivo reduzir o uso de agroquímicos e auxiliar no combate de doenças e pragas nas culturas agrícolas (FIGUEIREDO et al., 2016).



**Figura 6.** Quantidade de artigos mundiais entre o período de 1926 a 2019, na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos na base de dados Scopus.

As publicações sobre CMI começaram a aumentar a partir de 2007 (Figura 7), devido à preocupação nos impactos ambientais que o uso dos agrotóxicos acarretou ao longo dos anos nos ecossistemas (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018), no qual políticas ambientais mundiais começaram a ser criadas com a finalidade de garantir maior segurança no uso de produtos químicos e menores riscos ambientais, sendo um grande marco a primeira Conferência Internacional sobre Gestão de Substâncias Químicas, realizada em Dubai em 6 de fevereiro de 2006 (Ministério do Meio Ambiente, 2019).



**Figura 7.** Ampliação da Figura 6 detalhando a quantidade de artigos publicados no período de 2000 a 2019. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos na base de dados Scopus.

No Brasil, as estratégias ambientais, como por exemplo, o incentivo à utilização de agentes naturais no combate a pragas agrícolas e a criação da Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio), contribuíram com as pesquisa na área.

Com relação aos registros brasileiros, obtivemos um total de 300 artigos na base de dados Scopus, sendo possível observar aumento no número de publicações, comportamento semelhante quando comparado aos dados mundiais, sendo este mais evidente a partir de 2007, de 57 para 94 registros mundiais, e no Brasil, de 9 para 15 publicações em 2008, tendo um aumento de 2% dos artigos brasileiros (Tabela 2).

**Tabela 2.** Evolução das publicações sobre fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos indexados no Scopus entre 2000 a 2019.

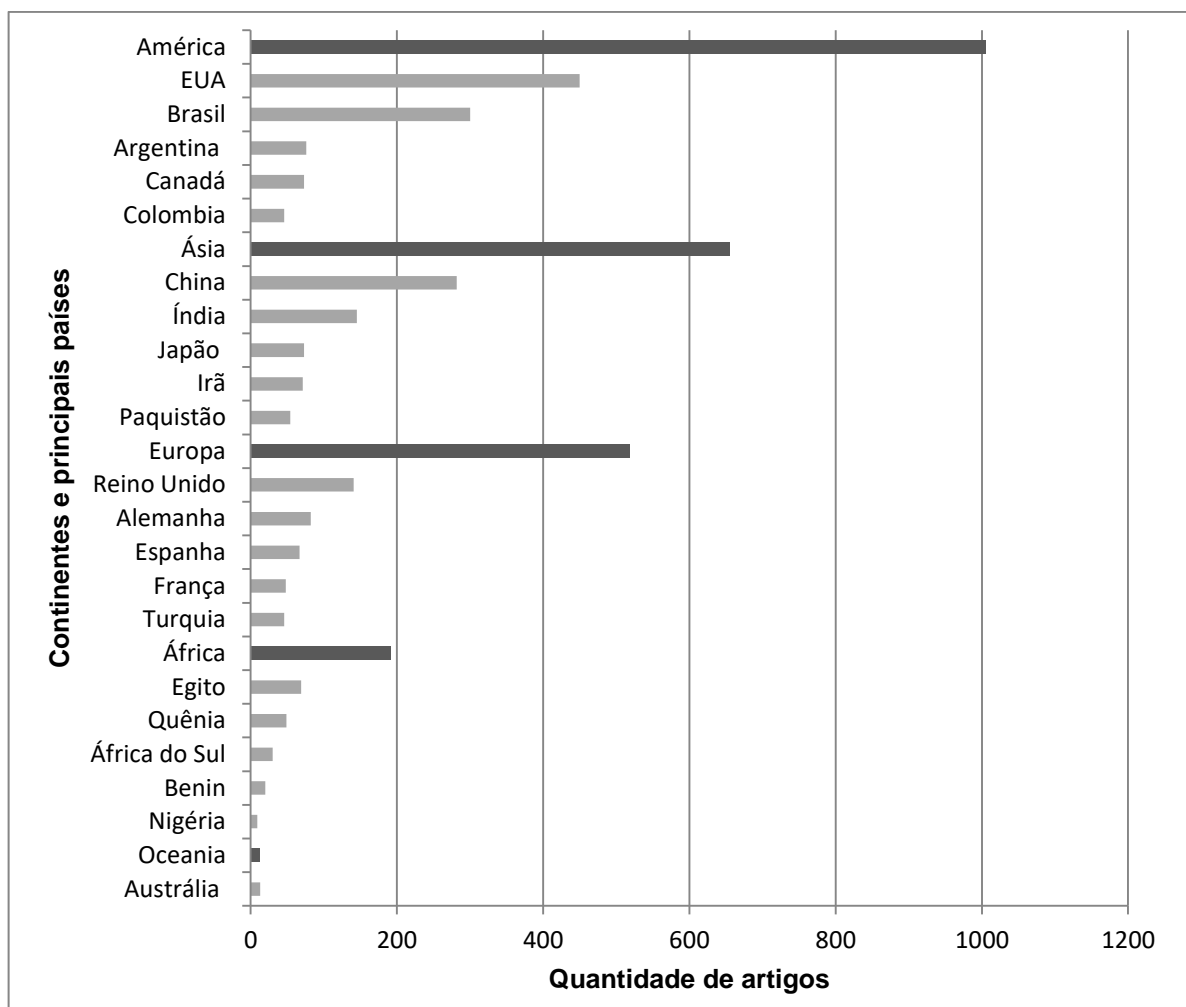
Ano	Número de publicações no mundo	Representatividade no mundo (%)	Número de publicações no Brasil	Representatividade no Brasil (%)
2000	58	2,43	7	2,31
2001	61	2,56	8	2,64
2002	67	2,81	10	3,30

2003	62	2,60	6	1,98
2004	67	2,81	11	3,63
2005	68	2,85	9	2,97
2006	65	2,72	12	3,96
2007	57	2,39	10	3,30
2008	94	3,94	9	2,97
2009	105	4,40	15	4,95
2010	122	5,12	19	6,27
2011	132	5,54	19	6,27
2012	140	5,87	17	5,61
2013	144	6,04	13	4,29
2014	162	6,80	20	6,60
2015	174	7,30	16	5,28
2016	203	8,52	23	7,59
2017	191	8,01	26	8,58
2018	227	9,52	34	11,20
2019	183	7,68	19	6,27
Total	2.382	100,00%	303	100,00%

Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos na base de dados Scopus.

#### **4.2. Distribuição geográfica dos artigos científicos com fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos no período de 2000 a 2019**

Os artigos indexados no Scopus englobaram 112 países distribuídos nos cinco continentes do mundo, sendo a América, Ásia e Europa respectivamente, com maior número de artigos científicos na área de controle microbiano com fungos entomopatogênicos (Figura 8).



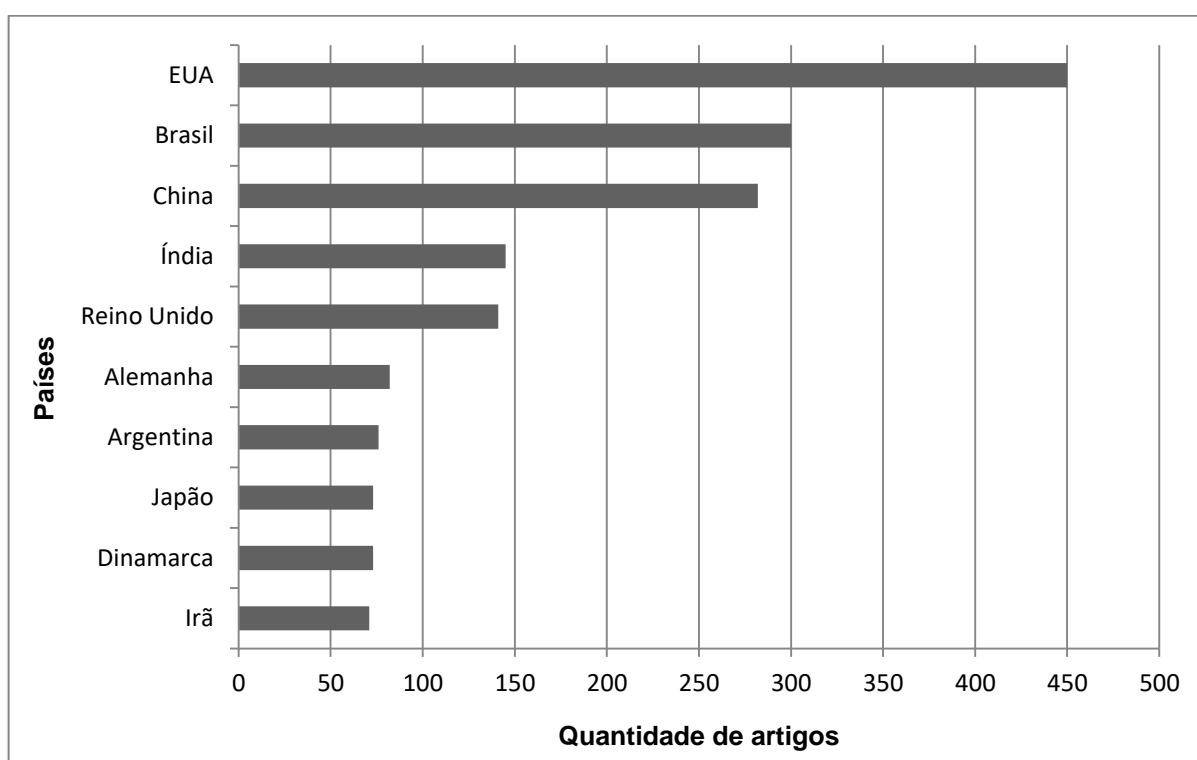
**Figura 8.** Quantidade de artigos publicados na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos nos continentes e seus principais países entre 2000 a 2019. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.

Segundo os trabalhos analisados neste período, é possível observar estudos relacionados a micopesticidas, ou seja, produtos baseados em propágulos fúngicos vivos destinados a controlar pragas por meio de aplicações inundativas e inoculativas (FARIA; WRAIGHT, 2007), e trabalhos focados na relação ecológica entre as espécies fúngicas entomopatogênicas com insetos-praga. A Figura 9 indica o ranking dos 10 países que mais publicaram no período de 2000 a 2019.

Observa-se que, dentre os 10 países listados, os líderes de publicações são países da América, onde os Estados Unidos se classifica em 1º lugar e o Brasil em 2º lugar, com 450 e 300 artigos científicos na área, respectivamente. Tal fato deve-se pela redução no uso, armazenamento e aplicação de agroquímicos nas culturas agrícolas e mudanças nas regulamentações do uso destes produtos químicos, o que favoreceu o mercado de produtos biológicos, como a base de fungos

entomopatogênicos, desenvolvidos ou disponibilizados comercialmente por instituições ou empresas (FARIA; WRAIGHT, 2007; FIGUEIREDO et al., 2016).

A Ásia, segunda colocada no ranking, é representada principalmente pela China, Índia, Japão e Irã, com 282, 145, 73 e 71, respectivamente, artigos científicos (Figura 9). Segundo Zengzhi Li et al. (2010), o Brasil e a China possuem o histórico de desenvolvimento de produtos a base de fungos entomopatogênicos no controle dos insetos-praga muito semelhantes, pois ambos obtiveram no início da implementação dos programas de controle, o apoio governamental, favorecendo os estudos na área e a produção de micoinseticidas pelas empresas desses países, o que corrobora com a posição de ambos no ranking apresentado pela presente pesquisa. O continente europeu, com 518 artigos científicos, encontra-se em terceiro lugar (Figura 8).



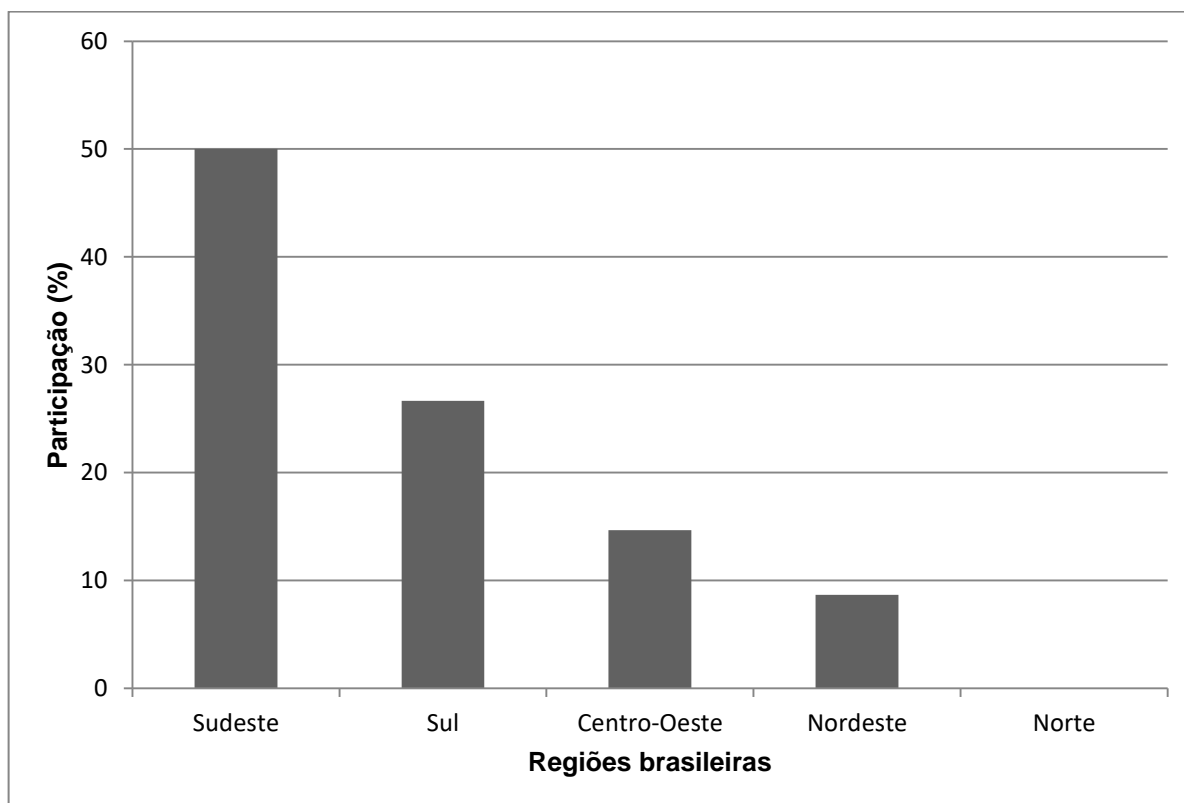
**Figura 9.** Ranking dos 10 países com maior número de artigos publicados no período de 2000 a 2019, com fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.

Com relação ao Brasil, os artigos científicos estão distribuídos em praticamente todas as regiões, com exceção da região Norte, que não possui nenhum registro na base de dados Scopus (Figura 10). Segundo Miranda (2018), o estudo da Agência Espacial Norte-Americana realizado em 2017, indicou que o

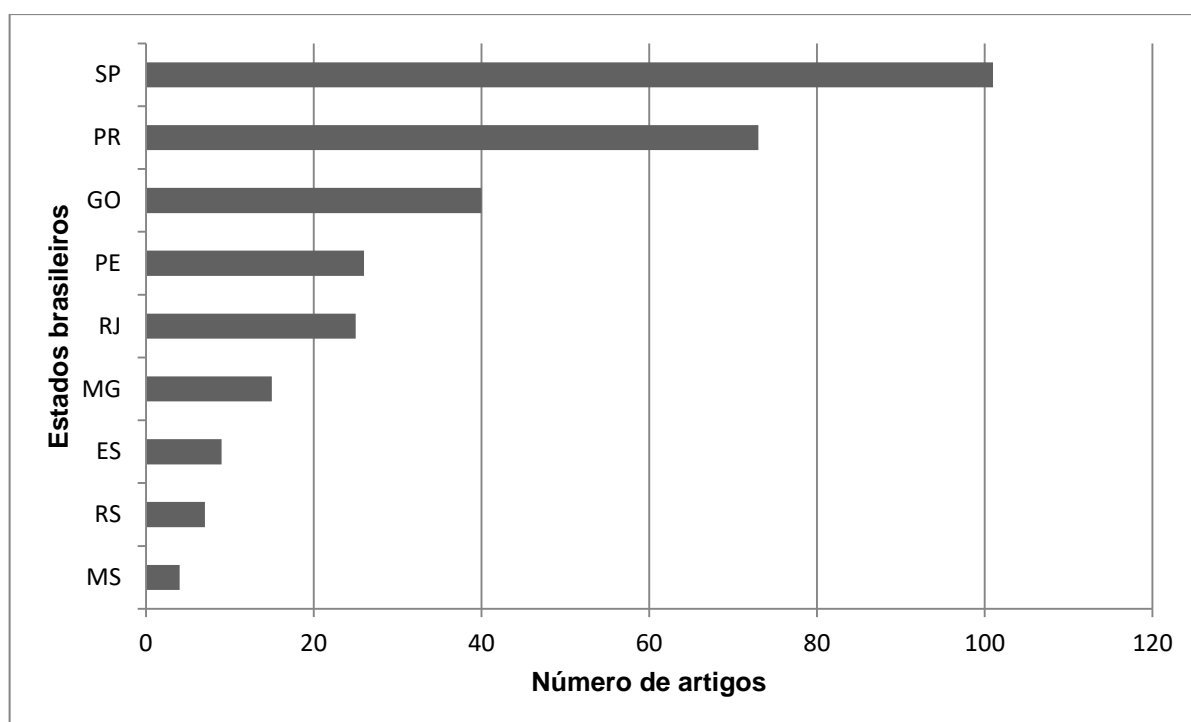
Brasil utiliza 7,6% de seu território com áreas cultivadas, sendo o Sudeste, a região com maior participação na produção agropecuária brasileira (34%), segundo o Censo agropecuário de 2006 (CASTRO, 2014).

A região Sudeste, com 50% dos registros, é representada principalmente pelos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com 101 e 25 publicações, respectivamente (Figura 11). O estado do Paraná apresenta o maior registro de artigos da região Sul, com 73 publicações, concentradas principalmente nas culturas de cana-de-açúcar, milho, soja e café (IBGE, 2019).

A região Centro-Oeste apresenta 14,66% de registros, sendo 40 publicações oriundas do estado de Goiás e quatro do estado do Mato Grosso do Sul. A região Nordeste apresenta algumas limitações no desenvolvimento agropecuário, dentre elas a adversidade climática e hídrica, solos pobres em nutrientes, além da dificuldade que muitos agricultores enfrentam devido a falta de crédito pelas instituições financiadoras para o desenvolvimento de suas atividades (CASTRO, 2013), o que pode justificar a baixa representatividade da região, com 26 de artigos publicados (8,66%).



**Figura 10.** Participação (%) das cinco regiões brasileiras de artigos científicos publicados com fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos entre 2000 a 2019. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.



**Figura 11.** Estados brasileiros com seus respectivos números de artigos publicados sobre fungos entomopatogênicos no controle microbiano de insetos entre 2000 a 2019. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.

#### **4.3. Instituições e autores mais produtivos na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos no período de 2000 a 2019**

Ao analisar as instituições de ensino e pesquisa com maiores publicações mundiais, observa-se que os dados corroboram com a quantidade de artigos científicos no ranking dos 10 principais países com estudos na área.

Os Estados Unidos da América (EUA), líder no ranking de artigos na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos, apresenta 309 artigos científicos produzidos em instituições de ensino e pesquisa (Tabela 3), tendo destaque o Serviço de Pesquisa Agrícola dos EUA, instituto responsável por projetos de pesquisas nacionais sob diversos temas, dentre eles, a Proteção e Quarentena de culturas e o Programa na área de Entomologia, visando diminuição de danos causados por artrópodes nas culturas, saúde e pecuária (USDA, 2019); Departamento de Agricultura dos Estados Unidos; Universidade Cornell e a Universidade da Flórida (2019), onde apresenta um Instituto de Patógenos Emergentes criado em 2006, com estudos sobre emergências e controle de patógenos humanos, animais e vegetais.



Na América Latina, os países com mais artigos publicados são Brasil e Argentina, com 111 e 47, respectivamente, sendo a Argentina representada principalmente pela Universidade Nacional de La Plata, uma universidade pública fundada em 1905, e atualmente com 17 faculdades e mais de 100 mil alunos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Ranking das 10 instituições de pesquisa do mundo com mais artigos na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos no período de 2000 a 2019.

Ranking	Instituição de pesquisa	Quantidade de artigos	País
1º	Serviço de Pesquisa Agrícola dos EUA	114	EUA
2º	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos	71	EUA
3º	Universidade Cornell	63	EUA
4º	Universidade da Flórida	61	EUA
5º	Universidade de São Paulo – USP	58	Brasil
6º	Universidade Agrícola do Sul da China	55	China
7º	EMBRAPA	53	Brasil
8º	Universidade Nacional de La Plata	47	Argentina
9º	Universidade de Córdoba	45	Espanha
10º	Centro Internacional de Fisiologia e Ecologia de Insetos	44	Quênia

Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.

Os autores com mais publicações de artigos na área de CMI com fungos entomopatogênicos podem ser visualizados na tabela 4. Enrique Quesada Moraga, professor de Entomologia Agrícola, afiliado a Universidade de Córdoba na Espanha, com 44 artigos publicados, possuindo linhas de pesquisas nas áreas de Entomologia Agrícola, Controle de pragas, Controle microbiano de pragas, fungos

entomopatogênicos e seus compostos no controle de pragas (Universidade de Córdoba, 2019). Ann Hajek, professora do departamento de Entomologia na Universidade Cornell, com 35 registros na base de dados Scopus, atua principalmente em pesquisas sobre patógenos e simbioses de invertebrados, concentrando-se principalmente nas interações de microrganismos e seu uso no controle de insetos-praga (Universidade de Cornell, 2019).

Dentre os países e autores com mais artigos publicados na área de CMI com fungos entomopatogênicos, podemos observar a presença do Quênia, tendo como principais representantes Nguya Kalemba Maniania e Sunday Ekesi, pesquisadores do Centro Internacional de Fisiologia e Ecologia de Insetos (ICIPE, 2019), com sede em Nairobi, e que se destaca por ser um centro de excelência científica e treinamentos da África, com diversos estudos relacionados ao controle de pragas agrícolas e vetores de doenças do continente, devido aos problemas que este enfrenta em relação à escassez de água, precariedade dos solos, e insetos que prejudicam as atividades agrícolas.

A China é representada por Ming Guang Feng, professor filiado a Universidade de Zhejiang e pesquisador, com conhecimentos na área de microbiologia aplicada a fungos entomopatogênicos para controle de insetos, no Instituto de Ciência de Insetos (2007) (Tabela 4).

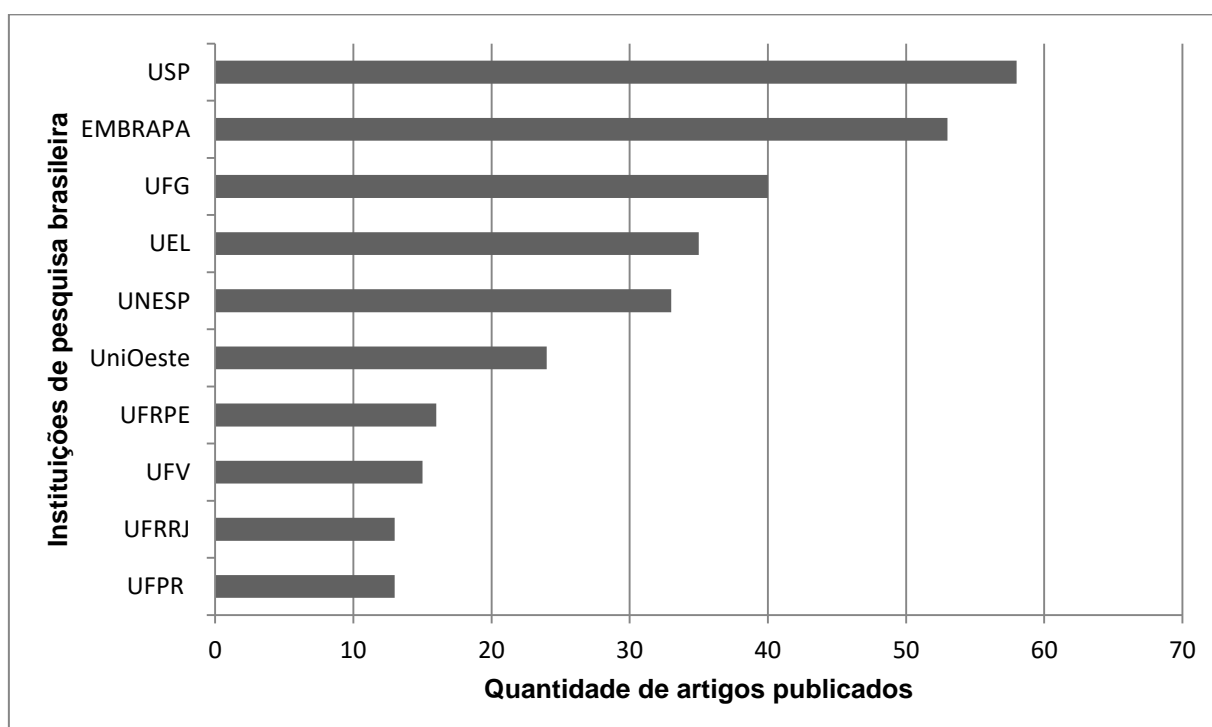
**Tabela 4.** Ranking dos autores com maior quantidade de artigos na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos no período de 2000 a 2019.

<b>Autor</b>	<b>Quantidade de artigos</b>	<b>País</b>
Enrique Quesada Moraga	44	Espanha
Ann Hajek	35	EUA
Ming Guang Feng	33	China
Nguya Kalemba Maniania	32	Quênia
Sunday Ekesi	30	Quênia
Judith K. Pell	30	Reino Unido
Pedro M.O.J. Neves	29	Brasil

Richard A. Humber	28	EUA
Wolf Christian Luz	25	Brasil
Luis F. A. Alves	23	Brasil

Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.

Ao analisar os registros brasileiros indexados no Scopus (Figura 12), observa-se que as instituições de ensino com maior números de artigos publicados na área, são compostas por universidades, onde ocorre o desenvolvimento das pesquisas e tecnologias, além de formação e qualificação de pesquisadores para trabalho científico (ROZANSKI, 2016).

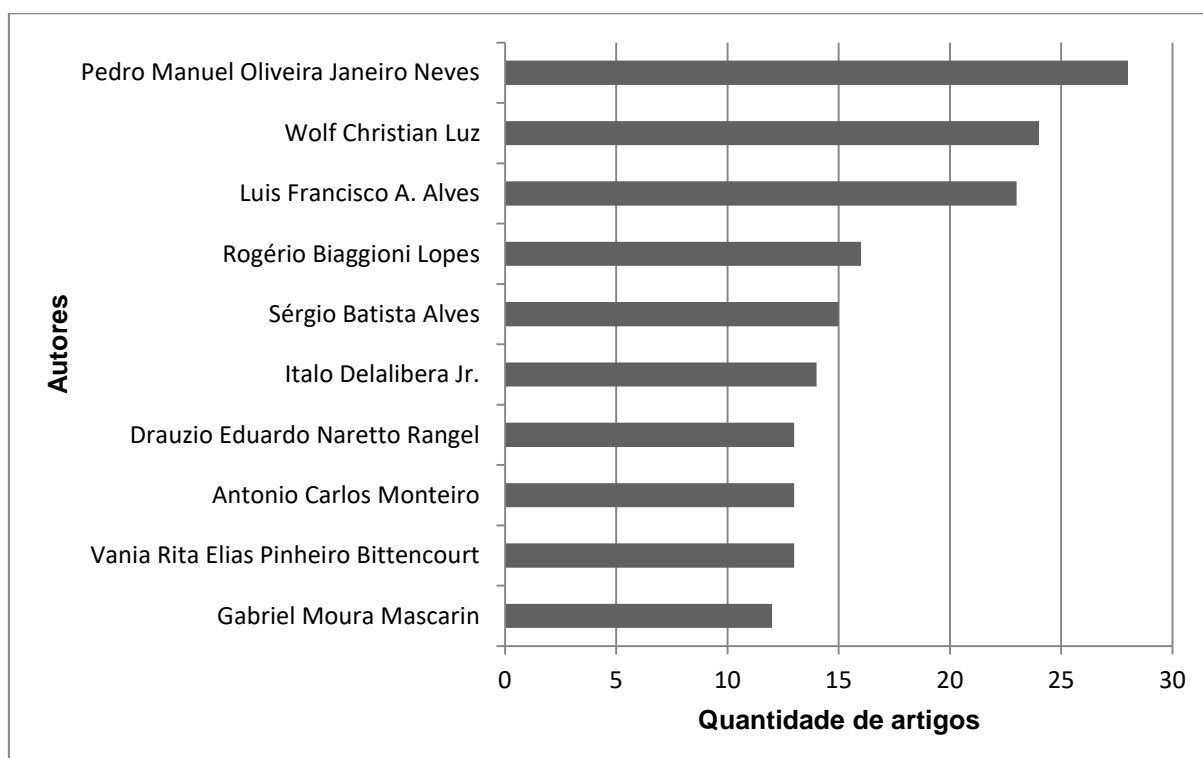


**Figura 12.** Ranking das instituições de ensino e pesquisa com mais artigos publicados no Brasil, na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos entre 2000 a 2019. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.

A Universidade de São Paulo (USP), líder no ranking das instituições de ensino e pesquisa brasileira, com 58 artigos na base de dados Scopus, sendo 15 e 14, respectivamente, dos autores Sérgio Batista Alves, professor na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) em Piracicaba, atuando no controle biológicos de insetos, ácaros e fitopatógenos, utilizando microrganismos entomopatogênicos

(<http://lattes.cnpq.br/3518711099044121>) e do professor Italo Delalibera Júnior, com experiência na área de Entomologia Agrícola, atuando nas pesquisa em Patologia e controle microbiano de insetos e ácaros e análise de risco de microrganismos geneticamente modificados (<http://lattes.cnpq.br/5410094021272469>).

Em segundo lugar encontra-se a EMBRAPA, com diversas unidades de pesquisa pelo país, e responsável por 53 artigos na área entre os anos 2000 a 2019, sendo 16 delas produzidas por Rogério Biaggioni Lopes, da unidade Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília-DF) e 12 executados pelo autor Gabriel Moura Mascarin, da unidade Embrapa Meio Ambiente (Jaguariúna-SP) (Figura 13).



**Figura 13.** Autores com maior número de artigos publicados na área de controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos no Brasil entre 2000 a 2019. Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus.

Analisando as afiliações dos autores com suas respectivas instituições de ensino e pesquisa, foi observado que os mesmos são associados às mesmas universidades e empresas apresentadas no ranking das instituições de ensino e pesquisa com o maior número de publicações no país.

O pesquisador Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves, professor associado a Universidade Estadual de Londrina, com experiência em Entomologia Agrícola, atua

no controle biológico microbiano utilizando entomopatogênicos e parasitoides no combate aos insetos-praga (<http://lattes.cnpq.br/1904382224792201>). Vale ressaltar que o autor Dráuzio Eduardo Naretto Rangel, afiliado atualmente na Universidade Brasil em São Paulo, foi anteriormente professor visitante na UFG, ministrando disciplinas como Microbiologia Ambiental e Microbiologia Agrícola e Industrial durante os anos de 2016 a 2018 (<http://lattes.cnpq.br/5438052072229463>).

#### 4.4. Pesquisas científicas brasileiras mais relevantes em termos de citações na base de dados Scopus

Um indicador de grande importância do dinamismo científico é o fator de impacto das publicações, avaliado pelo número de citação de uma pesquisa. Tal indicador atribui reconhecimento a quem é citado e da credibilidade à publicação de quem cita (SOUZA, 2013).

A base de dados Scopus indicou três artigos mais citados na área de CMI com fungos entomopatogênicos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Título do artigo, primeira autoria, número de citações do artigo, ano de publicação e periódico referentes aos artigos mais citados sobre controle microbiano de insetos com fungos entomopatogênicos no Scopus, de acordo com a triagem da presente pesquisa.

Título do artigo	1º autor	Número de citações	Ano	Periódico no qual foi publicado
Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types	Marcos Rodrigues de Farias	609	2007	Biological Control
Seleção de isolados de <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill. e <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch.) Sorok. contra o cascudinho <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)	Cristhiane Rohde	33	2006	Neotropical Entomology

The virulence of entomopathogenic fungi against <i>Bemisia tabaci</i> biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) and their conidial production using solid substrate fermentation	Gabriel Moura Mascarin	27	2013	Biological Control
<i>Beauveria bassiana</i> strains selection for biological control of the coffee berry borer, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)	Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves	27	2005	Neotropical Entomology
Desenvolvimento dos fungos entomopatogênicos <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i> no cupim subterrâneo <i>Heterotermes tenuis</i>	Alcides Moino	27	2002	Scientia Agricola

Fonte: Elaborado pela autora, dados extraídos da base Scopus em 2019.

O artigo mais citado no presente estudo se refere a uma revisão sobre o uso de micoinseticidas no controle de insetos-praga, cujos principais fungos entomopatogênicos utilizados foram: *Beauveria bassiana* (Bals.), *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea* (Wise) para o controle de insetos-alvo presente das ordens Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Thysanoptera e Orthoptera (FARIA; WRAIGHT, 2007).

Cristhiane Rohde estudou a relação de isolados do fungo *Beauveria bassiana*, no controle do besouro popularmente conhecido como cascudinho em seu artigo publicado em 2006 (Tabela 5).

O terceiro artigo mais citado refere-se ao controle da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B, praga de diversas culturas, por meio de três espécies de fungos entomopatogênicos: *Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* e *Lecanicillium muscarium* (Petch), promissores no combate a mosca-branca.

O artigo publicado em 2005, por Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves, apresentou resultados satisfatórios para a utilização do fungo *Beauveria bassiana*, no controle da broca-do-café, um coleóptero praga do cafeeiro.

O quinto artigo mais citado, foi desenvolvido por Alcides Moino et al. (2002), utilizou os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* para o controle do cupim subterrâneo

*Heterotermes tenuis* (Hagen), inseto-praga dos cultivos de cana-de-açúcar e eucalipto no Brasil.

Vale ressaltar que em dentre os artigos apresentados na Tabela 5, todos trabalharam com o fungo *B. bassiana* e alguns com o *M. anisopliae*, listados entre as espécies mais potenciais no controle de insetos-praga (FARIA; WRAIGHT, 2007; FINKLER, 2011).

Os periódicos, mais citados na base de dados Scopus foram, Biological Control, Neotropical Entomology e Scientia Agrícola (Tabela 5) e, de acordo com o Qualis da Capes, o periódico Biological Control é classificado como B1 na área de Ciências Agrárias e publica doze volumes por ano; a revista Neotropical Entomology publica seis edições por ano, e abrange pesquisas relacionadas a Ecologia, comportamento, bionômica, morfologia, fisiologia, controle biológico, manejo de pragas, entomologia médica, e A2 em Ciências Agrárias e B3 na área de Ciências Biológicas III.

Já a revista Scientia Agrícola (Esalq-USP), abrange as áreas de produção animal e de colheitas, engenharia agrícola, tecnologia agroindustrial, silvicultura e aplicações em ciências agrícolas, ambientais, do solo e biológicas, e apresenta classificação A1 em Ciências Agrárias e B4 em Ciências Biológicas I.

Com base nestas classificações, podemos observar que a área de Ciências Agrárias, onde apresenta estudos relacionados a Entomologia e Microbiologia agrícola, presentes nos artigos com maior número de citações na base de dados Scopus, foram publicados em periódicos de excelência.

## **5. CONCLUSÃO**

Com os resultados apresentados, pode-se concluir que as pesquisas relacionadas aos fungos entomopatogênicos no CMI, aumentaram substancialmente a partir do século XXI no mundo e no Brasil, gerando participações de países nos estudos científicos, envolvendo tanto instituições de ensino quanto a empresa agrícola no combate aos insetos praga, responsáveis por viabilizar soluções de pesquisa em benefício da sociedade (EMBRAPA, 2019). Nas pesquisas mundiais e no Brasil, observa-se uma relação direta entre a quantidade de artigos publicados nos países e nas regiões brasileiras, com as instituições de ensino e pesquisa, no qual os autores são filiados.

## 6. REFERÊNCIAS

AHMED, S. I.; LEATHER, S. R. Suitability and potential of entomopathogenic microorganisms for forest pest management—some points for consideration. **International Journal of Pest Management**, v.40, n.4,1994, p.287-192.

ALMENARA, D. P. et al. Nematóides Entomopatogênicos. In: Instituto de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular. **Tópicos avançados em Entomologia Molecular**. Brasil, 2012, p.01-40.

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. *In*: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998, p. 289-381.

ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em questão**, Porto Alegre, v.15, n.1, p.11-32, 2006.

ARAÚJO, M. S. et al. Controle biológico de formigas-cortadeiras: o caso da predação de fêmeas de *Atta* spp. por *Canthon virens*. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, 2015, p. 8-12.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CONTROLE BIOLÓGICO (ABCBio). Brasil. Disponível em: <<https://www.abcbio.org.br/>>. Acesso em: 15 Ago. 2019.

BAJWA, W. I.; M. KOGAN. Compendium of IPM Definitions (CID): What is IPM and how is it defined in the Worldwide Literature? USA: Oregon State University, 2002. Disponível em: <<http://ipmnet.org/IPMdefinitions/index.pdf>>. Acesso em: 05 Nov. 2019.

BERRYMAN, A. A. The theoretical foundations of biological control. In: HAWKINS, B.A.; CORNELL, H.V. **Theoretical Approaches to Biological Control**. Cambridge: Cambridge University, 1999, p.03-21.

BESPALHOK, J. C.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. **Domesticação das plantas cultivadas**. Brasil, 2019, p.11-17. Disponível em: <<http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%202.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 01 Nov. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão das substâncias químicas**. 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substancias-quimicas>>. Acesso em: 06 Nov. 2019.



BRASIL. Projeto de Lei n. 679, de 2011. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, para instituir a Política Nacional de Apoio ao Agrotóxico Natural. **Lex:** Secretaria Especial de Editoração e Publicações do Senado Federal, Distrito Federal, p.1-10, Nov.2011. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=3856072&ts=1567532427915&disposition=inline>>. Acesso em: 5 Nov. 2019.

BUENO, V. H. P. et al. Controle biológico e manejo de pragas na agricultura sustentável. Universidade Federal de Lavras, 2015.

CÂNDIDO, R. B. et al. Lei de Lotka: um olhar sobre a produtividade dos autores na literatura brasileira de finanças. **Encontros Bibli**, v.23, n.53, 2018, p.01-15.

CASTILHO, L. A.; ROBERTS, D. W.; VANDENBERG, J. D. The fungal past, presente and future: germination, manification and reproduction. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 89, 2005, p.46-56.

CASTRO, C. N. A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Instituto de Pesquisa Economia Aplicada, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5592/1/BRU\\_n08\\_agricultura.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5592/1/BRU_n08_agricultura.pdf)>. Acesso em: 22 Nov.2019.

CASTRO, C. N. A agropecuária na região sudeste: limitações e desafios futuros. Instituto de Pesquisa Economia Aplicada, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3020/1/TD\\_1952.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3020/1/TD_1952.pdf)>. Acesso em: 22 Nov. 2019.

CHAGAS, F. et al. Controle biológico em sistema orgânico de produção por agricultores da cidade de Maringá (Paraná, Brasil). **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n.2, 2016, p.637-647.

CHAPULA, C. A. M. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, v.27, n.2, Brasília, 1998, p.134-140.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é Bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Revista eletrônica de Negócios Internacionais**, São Paulo, v.10, n.2, 2015, p.1-5.

CORNELL UNIVERSITY. Department of Entomology. EUA, 2019. Disponível em: <<https://entomology.cals.cornell.edu/people/ann-hajek/>>. Acesso em: 22 Nov. 2019.

COSTA, E. L. N. et al. Artrópodes e bactérias entomopatogênicos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, n.38, 2010, p.04-16.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura de milho. **V Seminário sobre a cultura do milho “safrinha”**. Sete Lagoas, 1999. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Downloads/Manejoprugas.pdf>>. Acesso em: 15 Ago. 2019.

DALZOTO P. R; UHRY K. F. Controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Biológico**, São Paulo, v.71, n.1, 2009, p.37-41.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brasil lista 20 pragas agrícolas mais importantes que ainda não chegaram ao País. Brasil**, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28666392/brasil-lista-20-pragas-agricolas-mais-importantes-que-ainda-nao-chegaram-ao-pais>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Controle biológico. Brasil**, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>>. Acesso em: 15 Ago. 2019.
- FARIA, M. R.; WRAIGHT, S. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biological Control**, v.43, n.3, 2007, p. 237-256.
- FIGUEIREDO, Y. F. et al. Análise comparativa do registro de produtos biológicos na Colômbia, Estados Unidos e na União Europeia. *In*: FIGUEIREDO, Y. F. et al. **Controle biológico de doenças de plantas**. Lavras: Núcleo de estudos em Fitopatologia, 2016, p.31-45.
- FINKLER, C. L. L. Controle de insetos: uma breve revisão. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v.8, 2011, p.169-189.
- GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. V.10. Piracicaba: FEALQ, 2002.
- GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, 1992, p.281-299.
- GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. **Encontro Nacional de Ciência da Informação**, 2005, p.01-18.
- HAYASHI, M. C. P. I. et al. Um estudo bibliométrico da produção científica sobre a educação jesuítica no Brasil colonial. **Biblios**, Peru, v.8, n.27, 2007.
- HEIMPEL, G. E.; MILLS, N. J. **Biological Control: Ecology and applications**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2017. 386 p.
- HERRMANN, G. A bandeira da ABCBio. **Agroanalysis**, v.33, n.10, p.34, Out. 2013.
- INSITUTE OF INSECT SCIENCES. Professors. China, 2007. Disponível em: <<http://www.cab.zju.edu.cn/iaeenglish/2018/0408/c17575a796503/page.htm>>. Acesso em: 22 Nov. 2019.
- INTERNATIONAL CENTRE OF INSECT PHYSIOLOGY AND ECOLOGY. Quênia, 2019. Disponível em: <<http://www.icipe.org/>>. Acesso em: 22 Nov. 2019.
- IVANISSEVICH, A. A missão de divulgar ciência no Brasil. **Ciência e Cultura**. v.61, n.1, São Paulo, 2009.

JUNIOR, M. E. Controle biológico de insetos pragas. **I Seminário mosaico ambiental**, Rio de Janeiro, 2011.

JUNIOU, C. M. et al. As leis da bibliometria em diferentes bases de dados científicos. **Revista de Ciências da Administração**, v.18, n.44, p.111-123, 2016.

KLUNG, W. S. et al. **Conceitos de Genética**. 9ª Edição. São Paulo: Ed. ARTMED, 2010.

LARANJEIRA, F. F. et al. Processo de priorização de pragas quarentenárias ausentes: hierarquia, critérios e lista final. In: FIDELIS, E. G. et al. **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília: Ed. Embrapa, 2018, p.47-54.

LI, Z. et al. Biological control of insects in Brazil and China: history, current programs and reasons for their successes using entomopathogenic fungi. **Biocontrol Science and Technology**, v.20, n.2, 2010, p.117-136.

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

LORD, J. C. From Metchnikoff to Monsanto and beyond: The path of microbial control. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 89, n. 1, 2005, p.19-29.

MADELIN, M. F.; ROBINSON, R. K.; WILLIAMS, R. J. Appressorium-like Structures in Insect-Parasitizing Deuteromycetes. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.9, n.3, England, 1967, p.404-412.

MIRANDA, E. Áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **Agroanalysis**, v.38, n.2, 2018, p. 24-26.

OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, L. F. A.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Advances and Perspectives of the use of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for the control of arthropod pests in poultry production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 16, n. 1, 2014.

PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: An overview. Piracicaba: **Scientia agrícola**, v.71, n.5, 2014.

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos avançados**, Brasil, v.15, n.43, 2001, p.303-326.

PEREIRA, R. R. et al. Natural biological control of *Chrysodeixis includens*. **Bulletin of Entomological Research**, v. 108, n.6, 2018, p. 831- 842.

PIMENTA, A. A. et al. A bibliometria nas pesquisas acadêmicas. **Scientia**, v.4, n.7, 2017.

PRITCHARD, A. Statistical Bibliography or Bibliometrics? **Journal of Documentation**, London, v.25, n.4, p.348-349, 1969.

ROCZANSKI, C. R. M. O papel das universidades para o desenvolvimento da inovação no Brasil. Peru, 2016.

RUIU, L. Microbial Biopesticides in Agroecosystems. **Agronomy**, Switzerland, v. 8, n. 235, 2018.

SAMSON, R. A.; EVANS, H. C.; LATGE, J. P. Introduction. **Atlas of Entomopathogenic Fungi**. Netherlands: Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1988, p.01-04.

SANTOS, R. N. M.; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, Cientometria, Infometria: Conceitos e aplicações. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, Brasília, v.2, n.1, 2009, p.155-172.

SCHWEITZER, F. **Produção científica em área de construção interdisciplinar: educação à distância no Brasil**. 2010. 109 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SERENO, M. J. C. M.; Wiethölter, P.; TERRA, T. F. Domesticação das plantas. *In*: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: EMBRAPA, 2008, p.37-58.

SILVA, C. A. D. **Microrganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro**. Campina Grande: EMBRAPA, n.77, 2000.

SILVA, F. Q. et al. Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. **Revista Brasileira de Marketing**, v.15, n.2, 2016, p. 246-262.

SILVA, R. M. S. M. C. **Análise da pesquisa científica sobre *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil a partir de indicadores bibliométricos**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2015.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N. Controle biológico de Insetos-Praga na soja. *In*: LOURENÇÃO, A. L. F. et al. **Tecnologia & Produção: Soja 2013/2014**. Mato Grosso do Sul: Fundação MS, 2014, p.178-193.

SIMONATO, J. **Avaliação do potencial de inimigos naturais no controle biológico de *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (Lepdoptera: Noctuidae)**. 2018. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

SOUZA, C. D. **Análise da pesquisa científica no setor citrícola a partir de indicadores bibliométricos**. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

TAGUE-SUTCLIFFE, J. An introduction to informetrics. **Information Processing & Management**, v.28, 1992, p.01-03.

TANADA, Y.; KAYA, H. K. Bacterial infections: Bacillaceae. **Insect pathology**. California: Ed. Academic Press, Inc., 1993, p.83-146.

TIAGO, P. V.; OLIVEIRA, N. T.; LIMA, E. A. L. A. Controle biológico de insetos utilizando *Metarhizium anisopliae*: aspectos morfológicos, moleculares e ecológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n.4, 2014.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National Programs**. 2019. Disponível em: <<https://www.ars.usda.gov/research/programs>>. Acesso em: 04 Nov. 2019.

UNIVERSIDADE DE CÓRDOBA. Governo de equipe. Espanha, 2019. Disponível em: <[https://www.uco.es/organizacion/equipo\\_gobierno/vinnovacionycampus.htm](https://www.uco.es/organizacion/equipo_gobierno/vinnovacionycampus.htm)>. Acesso em: 23 Nov. 2019.

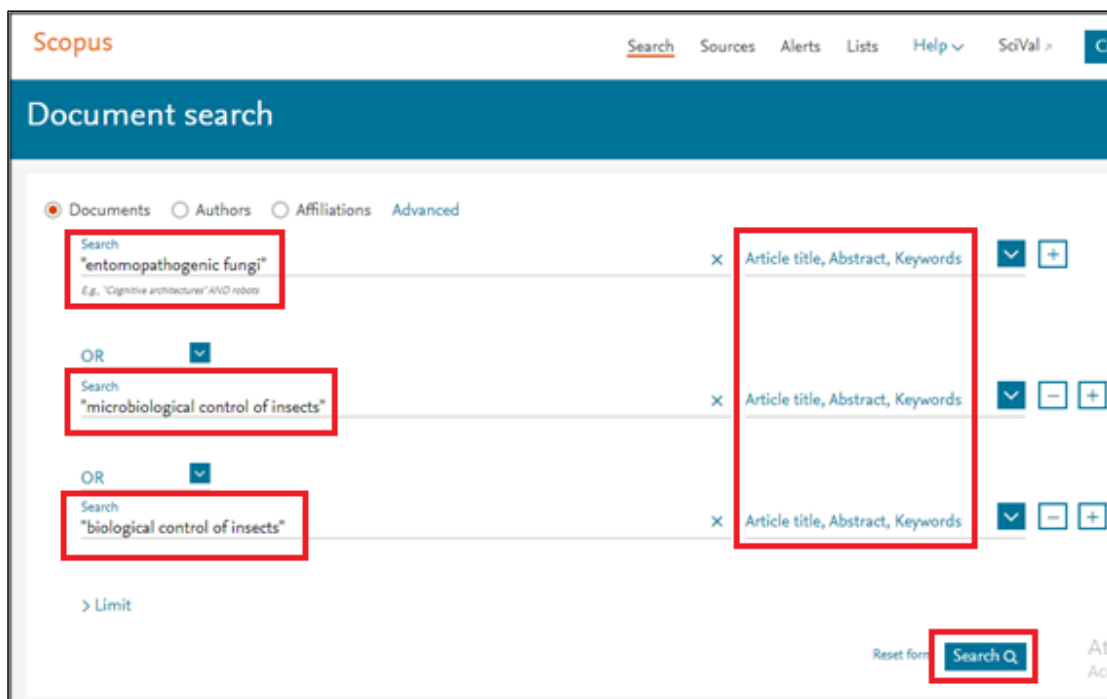
UNIVERSITY OF FLORIDA. **Emerging Pathogens Institute**. EUA. 2019. Disponível em: <<http://www.epi.ufl.edu/>>. Acesso em: 04 Nov. 2019.

VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. The History and Development of Biological Control. **An Introduction to Biological Control**. California: Ed. Springer Science Business Media, 1982, p.21-36.

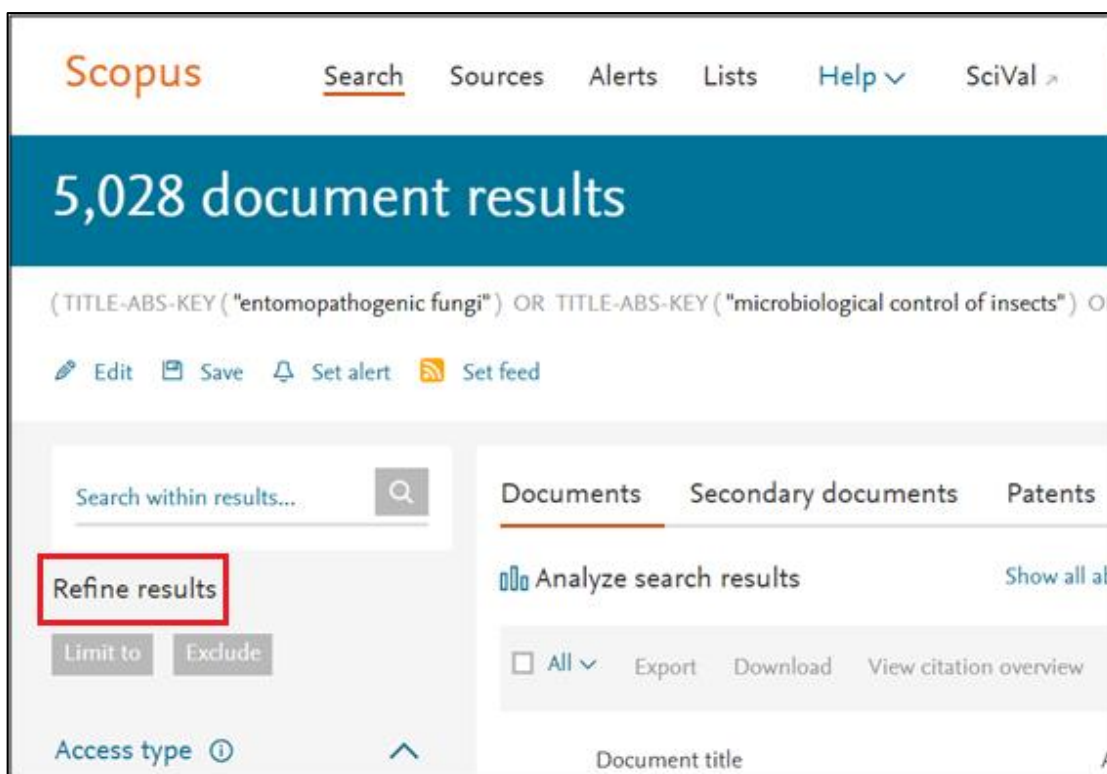
VANTI, N. A. P. Da Bibliometria à Webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, v. 31, n.2, 2002, p. 152-162.

## 7. APÊNDICES

### 7.1. APÊNDICE A – Etapas do levantamento bibliométrico na base de dados Scopus.



**Figura 2.** Tela de busca na base de dados Scopus. Fonte: Base de dados Scopus.



**Figura 3.** Ferramenta de refinamento da pesquisa na base de dados Scopus. Fonte: Base de dados Scopus.