

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**CONTROLE BIOLÓGICO: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA**

**Rafaela de Jesus Silva**

**ANÁPOLIS-GO  
2020**

**RAFAELA DE JESUS SILVA**

**CONTROLE BIOLÓGICO: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA**

Monografia apresentada ao Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Estatística.

**Orientador:** Prof. Dra. Lorena Alves de Oliveira.

**ANÁPOLIS - GO**  
**2020**

Silva, Rafaela de Jesus  
Controle biológico: uma revisão cienciométrica. / Rafaela de Jesus Silva. – Anápolis: Centro  
Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.  
38p.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Lorena Alves de Oliveira  
Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis  
– UniEVANGÉLICA, 2020.

1. Agroecossistema. 2. MIP 3. Inimigo natural I. Rafaela de Jesus Silva. II. Controle biológico:  
uma revisão cienciométrica.

CDU 504

**RAFAELA DE JESUS SILVA**

**CONTROLE BIOLÓGICO: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA**

Monografia apresentada ao Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.  
**Área de concentração:** Estatística.

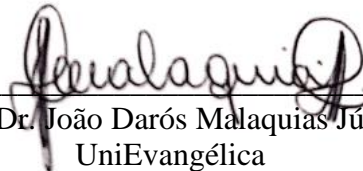
Aprovada em: \_\_\_\_19 de junho de 2020\_\_\_\_

Banca examinadora



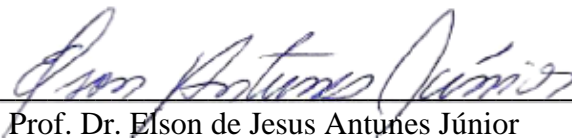
---

Prof. Dr. Lorena Alves de Oliveira  
UniEvangélica  
Orientadora



---

Prof. Dr. João Darós Malaquias Júnior  
UniEvangélica  
Professor



---

Prof. Dr. Elson de Jesus Antunes Júnior  
UniEvangélica  
Professor

Unicamente a minha avó, Anália Rosa de Jesus (in memoriam), que sempre me amou, incentivou e apoiou. Apesar da segunda metade dessa trajetória tenha sido mais difícil com a sua partida, de outro lugar ela comemora a realização do sonho que compartilhávamos. A ela dedico todas minhas conquistas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família materna que me deu toda base, educação e sobriedade a fim de que eu pudesse ter uma formação superior, sobretudo a minha avó Anália Rosa de Jesus (in memoriam) juntamente ao meu avô Geraldo Miguel Garcia e minha mãe Marcia Rosa de Jesus Garcia. Agradeço a Deus pela benção da vida, e que com saúde, sanidade e temperança pude concluir esta etapa da minha educação.

Agradeço à UniEVANGÉLICA, instituição que me proveu os melhores: professores, assistentes na área experimental e congressos em horários oportunos. Aos meus colegas da turma X que sempre foram muito solícitos, a representante de sala Liliane Aparecida e vice representante Gabriela Godoi que sempre fizeram um ótimo trabalho organizando, alertando e conduzindo a turma com muito carinho.

Agradeço em especial aos colegas que se tornaram inesquecíveis e que hoje os nomeio amigos: Letícia Alves, Marcos Henrique, Luana Chaibub e Iorrana Cordeiro. A todos os amigos, principalmente Gabriela Fernanda e Dannyel Rodrigues, que compreenderam minhas obrigações e notaram minha ausência no convívio social, sempre me apoiando nos dias mais cansativos e desanimadores.

Agradeço a todos os professores do curso pelos grandes conhecimentos e dedicação aplicados à turma, e em especial, a orientadora Lorena Alves de Oliveira.

"Quem abandona o cultivo de si mesmo permite que o matagal de suas imperfeições tome conta da alma."

Chico Xavier

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b> .....	10
2.1. SISTEMA DE CONTROLE DE PRAGAS .....	10
2.1.1 Manejo Integrado de Pragas .....	10
2.1.2. Controle Biológico.....	13
2.1.3. Controle Biológico no Brasil .....	18
2.2. CIENCIOMETRIA .....	20
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
4.1. RESULTADOS.....	23
4.2. DISCUSSÃO.....	30
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	34
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	35



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Número de trabalhos publicados sobre Biological control entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.....	23
<b>Figura 2-</b> Número de trabalhos publicados de acordo com autores entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.....	25
<b>Figura 3-</b> Número de trabalhos de acordo com a área de publicação entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.....	25
<b>Figura 4-</b> Número de trabalhos publicados de acordo com o tipo de documento entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.....	26
<b>Figura 5-</b> Número de trabalhos publicados de acordo com o país entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.....	27
<b>Figura 6-</b> Número de trabalhos publicados na área de agricultura e biologia entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.....	28
<b>Figura 7-</b> Número de trabalhos publicados de acordo com o país entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.....	29

## RESUMO

Diversos fatores negativos do método de controle tradicional químico, como a seleção de insetos-praga resistentes aos produtos fitossanitários, desaparecimento da população de inimigos naturais, concentração de resíduos tóxicos na água, nos alimentos e no solo, e manifestações de pragas de importância secundária, contribuíram para a disseminação de manejos alternativos no controle de insetos-pragas, como o controle biológico. Outro fator que serviu como pressão social foi a conscientização da toxicidade dos defensivos agrícolas da humanidade em 1.962 com a publicação da obra ‘Primavera silenciosa’, agravando a necessidade de táticas, produtos ou até mesmo sistema agrícolas menos nocivos ao ecossistema e à saúde humana. Poucas espécies, em relação ao número total de insetos na área, podem ser consideradas pragas-chave e são frequentemente encontrados na área em elevadas quantidades, desse modo o monitoramento desses organismos torna-se indispensável para o diagnóstico do manejo mais adequado a ser aplicado. O controle biológico, através do MIP (manejo integrado de pragas) vem como alternativa de uniformização populações de insetos-pragas por meio dos inimigos naturais, este processo envolve o controle da densidade populacional de organismos selecionados e vai contra a ideia de erradicação total até mesmo da praga-chave. Nesse sistema ecológico, a população de indivíduos nocivos pode ser mantida naturalmente sob controle. Objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica cienciométrica acerca do tema: controle biológico. Os resultados mostraram que a maior parte das pesquisas desenvolvidas sobre este tema é situada nos Estados Unidos sendo a maioria foi desenvolvida em universidades. A revista que divulgou a maior parte dos artigos foi a “Plos One”, com um total de 7.378 trabalhos publicados entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.

**Palavras-chave:** agroecossistema, MIP, inimigo natural.

## 1. INTRODUÇÃO

Por aproximadamente 7.500 anos a humanidade se manteve apenas com o controle natural ou até mesmo com o controle manual das pragas em seus cultivos. Em 1.873, o diclorodifeniltricloroetano foi sintetizado pelo PhD Zeidler e ganhou abrangência com o termo DDT (diclorodifeniltricloroetano) (WAQUIL, 2002). Este produto é um defensivo agrícola organoclorado que exerce efeito através do sistema nervoso central dos insetos causando uma série de alterações fisiológicas como a contração muscular involuntária, desequilíbrio, dificuldade na respiração entre outros sintomas que os levem à fatalidade. Em seres humanos pode haver a contaminação através das vias respiratórias e digestivas. Outro fator agravante é a acumulação do DDT no organismo dos seres vivos ao longo da cadeia alimentar, devido a lipossolubilidade (solubilidade em lipídeos) e a metabolização lenta, fator característico dos organoclorados (D'AMATO et al., 2002).

A aplicação do pesticida nas lavouras concedeu um crescimento relevante na produtividade e qualidade, tanto que este método de controle (químico) se tornou o manejo exclusivo adotado pelos agricultores. Demonstrando o potencial de mercado do DDT, no ano de 1.977 houve consumo de 700 milhões de kg, sendo que nas duas décadas e meia anteriores o consumo era de apenas 250 mil kg (WAQUIL, 2002).

Nos anos 40, a entomologia agrícola era voltada para a erradicação dos insetos nocivos. Devido a ascensão de pesquisas e registros de novos inseticidas, este produto começou a se popularizar por efeito do baixo custo, amplo espectro e rápida atuação. Posteriormente, o assíduo uso de pesticidas trouxe a concentração de resíduos tóxicos no ambiente e nas áreas agricultáveis, a seleção natural de insetos-praga que ao longo das aplicações ficavam resistentes aos produtos fitossanitários, e especialmente a erradicação da população de inimigos naturais pelo uso de agrotóxicos não-seletivo a estes organismos (CARVALHO; BARCELLOS, 2012), além dos riscos que aos quais o aplicador é submetido (CRUZ, 1995).

Um dos grandes marcos históricos na conscientização da toxicidade dos defensivos agrícolas para a humanidade foi em 1.962, quando Rachel Carson publica o livro "Primavera Silenciosa", onde a autora descreve diversos problemas biológicos e sociais gerados, onde o DDT poderia ser o causador da redução da população de aves predadoras, como a águia calva ('*bald eagle*' - *Haliaeetus leucocephalus*) em decorrência da acumulação de substâncias nocivas através da cadeia alimentar (D'AMATO et al., 2002). As toxinas

destes compostos artificiais podem chegar às crianças através do leite materno por esta mesma via de contaminação (bioacumulação) (LOPES, 2011).

O avanço da tecnologia na agricultura impulsionado pela necessidade de aumentar a eficiência na produção transformou a agricultura em uma atividade eminentemente antiecológica, com grande uso de produtos industrializados. Com o uso indiscriminado a população começa a se expor ao excesso de produtos tóxicos nos alimentos, deste modo, aumentaram o número de pesquisas para estabelecer métodos alternativos no controle de pragas (CRUZ, 1995).

Como solução ao uso indiscriminado de inseticidas surge diversas empresas que vêm desenvolvendo inimigos naturais para o controle integrado de numerosas pragas agrícolas, pesquisas com fundamentos em controle biológico que englobam manejo para o controle populacional, limite de insetos toleráveis na área, priorizando o ecossistema e os critérios ambientais (CARVALHO; BARCELLOS, 2012; LANDERS; OLIVEIRA, 2018). O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica cienciométrica acerca do tema: controle biológico.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

O uso de pesticidas no Brasil cresceu substancialmente a partir do início dos anos 1990, em proporção relativamente próxima à dos demais países do Mercosul, mas superior à de outros grandes produtores agrícolas. Os dados indicam que o Brasil esteve entre os que mais intensificaram o uso de agrotóxicos: para cada hectare de área cultivada, a quantidade aplicada aumentou cerca de quatro vezes em 2015, embora outros países apresentaram taxas mais elevadas que a do Brasil no mesmo período (Itália e Japão, por exemplo), a tendência nestes países tem sido de diminuição do uso (MORAES, 2019).

Com o passar dos anos, a frequência do emprego de tratamentos químicos tem crescido. Durante o ciclo de algumas culturas de maior importância econômica, por exemplo, é habitual o uso de mais de 5 aplicações de inseticidas, este fenômeno tem ocorrido em diversas regiões do país. Com este processo, há uma diminuição severa da biodiversidade de agentes (inimigos naturais) de controle biológico (FIGUEIREDO et al., 2006).

O desenvolvimento de modelos de produção agrícola de base ecológica tornou-se necessário para suprir a necessidade crescente de alimentos livres de resíduos tóxicos e ao mesmo tempo, respeitar os preceitos da sustentabilidade, da conservação do meio ambiente e do bem-estar do ser humano (MICHEREFF FILHO et al., 2013).

### **2.1. SISTEMA DE CONTROLE DE PRAGAS**

São dois os sistemas de controle de pragas: o convencional, onde devem ser adotadas medidas de controle (geralmente se utiliza o método químico) quando o organismo está presente, independentemente de outros fatores; e o manejo integrado de pragas (MIP) que procura preservar e aumentar os fatores de mortalidade natural das pragas pelo uso integrado dos métodos de controle selecionados com base em parâmetros técnicos, econômicos, ecológicos e sociológicos (PICANÇO, 2010).

#### **2.1.1 Manejo Integrado de Pragas**

O programa de maior repercussão mundial foi o MIP soja elaborado na década de 70. Neste período diversas publicações auxiliaram na disseminação do novo método, incluindo a Embrapa Soja, mas somente na década de 90 o controle biológico foi incluído

oficialmente no programa (MENDES, 2017). Convenientemente, entre as décadas de 80 e 90 houve diversos progressos mundiais no consentimento do termo MIP (ZADOKS, 2001).

O MIP está relacionado com a redução do emprego do tratamento químico na área agricultável mediante redução dos danos causados pelos insetos-pragas (MENDES, 2017). Outra finalidade deste programa, é a associação e integração de vários métodos de controle de pragas configurando menores impactos na flora e fauna (RAMALHO; SANTOS, 1994). O manejo integrado de pragas inclui a prática de vários métodos de controle (WAQUIL, 2002), incluindo métodos biológicos aos químicos mediante uso de agrotóxicos seletivos aos inimigos naturais (EVANGELISTA JUNIOR et al., 2006).

O manejo integrado de praga abrange o âmbito que associa o ambiente e a dinâmica das populações, empregando as técnicas e métodos que preservam a população da praga e as mantém em níveis abaixo do dano econômico (WAQUIL, 2002). Leva-se em consideração o custo e benefício, o interesse dos agricultores, o agroecossistema, e a saúde da população, para que haja a tomada de decisão (específica ou integrada) adequada (MICHEREFF FILHO, 2013).

Os componentes do MIP são: diagnose (ou avaliação do agroecossistema), tomada de decisão e seleção dos métodos de controle (estratégias e táticas do MIP). A implementação do manejo integrado de pragas exige métodos adequados que contabilizam estes agentes biológicos na área (FIGUEIREDO et al., 2006).

A coleta das amostras de insetos na área agrícola comumente é feita com o pano de batida, contudo é necessário conhecimento do inseto-alvo, para melhor prever seus hábitos na cultura de acordo com seu estágio de desenvolvimento (WAQUIL, 2002). Após a identificação das pragas-chaves é necessário proceder com o monitoramento. Esta etapa segue preceitos que estabelecem quais níveis populacionais devem receber atenção para realização de um manejo racional (MICHEREFF FILHO, 2013).

Após determinação do nível populacional que a lavoura se encontra, é recomendado monitorar o parasitismo e predação existentes, isto para que haja a delimitação tendência de crescimento populacional da praga nociva. Somente então com toda gama de dados, o produtor poderá verificar se custos e viabilidade do controle são compensatórios e por fim averiguar os benefícios financeiros que serão promovidos (MICHEREFF FILHO, 2013).

O primeiro nível a ser observado após as análises serem concluídas é o NE (nível de equilíbrio) ocorre em densidades populacionais médias, mas estabilizada a longo prazo.

Quando a população desses insetos atinge o NC (nível de controle) as medidas de controle devem ser rapidamente tomadas a fim de evitar prejuízos econômicos, e por fim, quando os dados da amostragem resultam no ND (nível de dano) apresenta a densidade populacional baixa do inseto com poder de causar perdas econômicas. Após o monitoramento da situação, a tomada de decisão é feita em função dos aspectos econômicos da cultura e a relação custo/benefício do controle de pragas. Cruz (2015) complementa que o NC é o nível que exprime a necessidade de intervenção na lavoura, para que a densidade populacional da praga não cause injúrias. O cálculo do nível de controle é convenientemente feito segundo a produção estimada, valor da produção, densidade de plantas e o custo total em controlar a espécie-alvo.

As ferramentas de controle empregadas no programa do manejo integrado de pragas são apresentados em três etapas: prevenção, que acontece antes do estabelecimento da cultivar, a intervenção que é aplicada durante o desenvolvimento da lavoura e a etapa de processamento que ocorrem simultaneamente com a segunda etapa durante o desenvolvimento e também após a colheita (ZADOKS, 2001). Contudo, na implantação do MIP é necessária a avaliação (análises) constantes do agroecossistema, para que gere a tomada de decisão e posteriormente escolha do método a ser adotado (MICHEREFF FILHO, 2013).

Além dos métodos biológicos, métodos químicos (aplicação de inseticidas diretamente ou não nas pragas existentes na área com a finalidade de erradicá-las), existe também outras ferramentas, como os métodos culturais que consistem em uma série de intervenções que auxiliam na inospitalidade da praga na área agrícola, como adotar a prática de rotação de culturas eficiente, revolvimento do solo a fim de que se exponha ao sol e calor as pupas (formas jovens de insetos nocivos) levando-as a morte, destruição dos restos culturais e principalmente o planejamento da época de plantio e colheita, para amenizar ataques de pragas secundárias e pragas de pós-colheita, comprometendo o armazenamento, por exemplo (CRUZ, 2015).

A utilização de plantas armadilhas, a poda e desbaste da planta, fertilização correta, limpeza na área agrícola e proximidades e o manejo de água também são meios que contribuem para a proteção de plantas contra injúrias de pragas diversas. Com a oportunidade de associação trazida, outros métodos foram desenvolvidos, como método mecânico que inclui armadilhas, catação manual e/ou barreiras físicas, método físico utilizando da variação de temperatura, umidade, luz, radiação e sons para repelir os insetos

nocivos. Métodos genéticos implementar a resistência de plantas na área e por fim, os métodos legislativos que englobam práticas de quarentena e erradicação (WAQUIL, 2002).

### **2.1.2. Controle Biológico**

Harry Scott Smith, em 1.919, foi o primeiro entomologista a usar a expressão “Controle Biológico”, para designar o uso de inimigos naturais no controle de insetos-praga (WILSON; HUFFAKER, 1976). A primeira norma controle de insetos-praga foi escrita em 1.182, na China (lei anti-locusta para espécies de *S. gregaria*). Historicamente, cerca de 2.500 a.C., chineses faziam a dispersão de enxofre em pó como forma de afastar pragas da lavoura, também existem indícios de derivados de plantas específicas para o desenvolvimento do tratamento de sementes. No século III, nos pomares cítricos desses asiáticos, eram utilizados ninhos de formigas predadoras (*Oecophylla smaragdina*) para o controle biológico de percevejos (*Tesseraatoma papillosa*) (WAQUIL, 2002). Também existem registros da mesma espécie de formiga para amenizar populações de lepidópteros desfolhadores e coleobrocas dos citros no século III a.C. (PARRA, 2002).

Um dos principais métodos usados no controle de pragas é o controle biológico, sendo o fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais. Os inimigos naturais pertencem a cinco grupos: os competidores são organismos de vida livre que competem com os insetos e ácaros-praga por um fator de sobrevivência como alimento, abrigo, território ou local de nidificação (coleoptera); os predadores consomem, preferencialmente aqueles em abundância no ambiente (aranha, marimbondo, formigas); os parasitóides, parasitam o hospedeiro causando sua morte (parasitóides de ovos, ninfas, larvas, pupas e adultos); os parasitas controlam as pragas por causarem debilidade levando-os a redução de sua reprodução, alimentação e desenvolvimento, geralmente não matam seu hospedeiro (ácaros, nematóides e protozoários); e os entomopatógenos constituem microorganismos que causam doenças aos insetos e ácaros-praga levando-os a morte (fungos, bactérias e vírus) (PICANÇO, 2010).

Parra (2002) explica que a ação de parasitos, predadores e patógenos mantém a densidade populacional de outros organismos em níveis mais baixos do que ocorreria em sua ausência. Diversas formas podem ser estabelecidas para que haja o sucesso dentro do controle ambiental, como a associação de espécies de plantas que geralmente abrigam populações de inimigos naturais, chamado de conservação dos agentes de controle, neste



método há a manipulação do ambiente, atuando assim na conservação das matas nativas no entorno e proximidades da cultivar funcionando como local de reposição de inimigos naturais (DIEHL et al., 2012; MICHEREFF FILHO, 2013).

O controle biológico apresenta uma série de interações antagônicas assim como o parasitismo, predação e competição, havendo então o restabelecimento do balanço da natureza (BASTOS; TORRES, 2006). Um dos primeiros passos para exercer o manejo biológico com uso de predadores é identificar os inimigos naturais já presentes na área (LANDERS; OLIVEIRA, 2018). Os inimigos naturais são representados em 3 grupos, sendo o grupo de predadores e o grupo dos parasitoides são classificados em entomófagos, enquanto que o grupo dos patógenos são chamados de entomopatógenos (COSTA et al., 2006).

Estudos realizados por Capal e Nardo (2000), mostram que organismos microbiológicos para este manejo alternativo de insetos-praga são particularmente seletivos, especialmente as populações que ocorrem naturalmente no ambiente, como por exemplo os patógenos (organismos que provocam doenças em insetos) e os parasitos (insetos que parasitam outros insetos).

Parasitoides são organismos que parasitam outros seres, e impedem hospedeiros (praga) de chegar à fase reprodutiva do adulto. Participam como agentes do controle biológico, salienta-se que, ao menos uma das fases do seu ciclo de vida deve estar associada diretamente à praga, até que o hospedeiro seja consumido (OLIVEIRA et al., 2019). Segundo pesquisas, Parra (2002) classifica o termo ‘parasitos’ em indivíduos obrigatórios ou facultativos (vida livre), embora ambos possuam a necessidade de um hospedeiro. Enquanto que o termo ‘predador’, é um organismo com vida livre durante todo o ciclo de vida e durante a alimentação a presa é consumida completamente.

Em consistência ao setor agrícola, ressalta-se as principais vertentes do controle biológico: Natural e o Aplicado. Controle Biológico Natural (CBN) provém do preceito da conservação, ou seja, os inimigos ocorrem naturalmente na área e são responsáveis pela mortalidade natural e pela conservação do equilíbrio das pragas. O Controle Biológico Aplicado (CBA) visa o controle de pragas agrícolas e insetos vetores de doenças, segundo liberações inundativas de parasitoides ou predadores. Estas liberações massais ocorrem após seu desenvolvimento em laboratório, objetivando redução rápida da população da praga (ABREU et al., 2015). A terceira vertente consiste na introdução e estabelecimento de inimigos naturais exóticos na área (PARRA, 2002).

Os manejos alternativos no controle de insetos-pragas, como o controle biológico, apresentam baixo custo e podem estar associados com a rotação de cultura eficiente e uma adubação equilibrada; visto que, o excesso de uso de produtos fitossanitários são danosos ao homem e ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2019). Nessa perspectiva, este manejo alternativo pode ser auxiliado por práticas culturais a fim de criar um ambiente benéfico aos antagonistas, induzindo à resistência da planta hospedeira, conferindo maior resistência da planta ao patógeno e/ou atuando na adequação do hospedeiro para as atividades dos antagonistas (BETTIOL, 2008).

O controle biológico pode ser utilizado de três formas: controle biológico natural, controle biológico clássico e controle biológico artificial ou aplicado. O controle biológico natural consiste na preservação e/ou incremento das populações de inimigos naturais já existentes nos agroecossistemas. Portanto, a população de indivíduos considerados pragas podem ser mantida naturalmente no controle (BETTIOL, 2006).

O controle biológico clássico (controle aplicado a culturas perenes ou semiperenes com pequenas liberações de inimigos naturais) foi registrada na Califórnia, no ano de 1888 com a introdução do coleóptero *Rodolia cardinalis*, no controle do pulgão branco, *Icerya purchas*, após 2 anos o controle da praga havia sido totalmente concluído (PARRA, 2002).

No final do século XIX o pesquisador russo Metschnikoff realizou os primeiros testes de fungos entomopatogênicos que parasitavam insetos-praga. Em suas pesquisas foi testado e avaliado *Metarhizium anisopliae* para a regulação da população de uma espécie de besouro (FARIA; MAGALHÃES, 2001). Paralelamente, o interesse pelo método do controle biológico de nematóides na Inglaterra avançou após a confirmação de que fungos endoparasitos controlavam populações da espécie *Heterodera avenae Wollenweber* e de nematóides-de-galha (*Meloidogyne spp.*) pelo pesquisador Lodhe, em 1874 (MARTINS, 2017).

O controle biológico aumentativo, por exemplo, se mostra uma alternativa promissora no controle das pragas-chaves, isto porque atua mediante liberações desses insetos no agrossistema, associados a táticas de conservação dos inimigos naturais na área agricultável e vegetação nativa (EVANGELISTA JUNIOR et al., 2006). Estes organismos auxiliam no restabelecimento natural das relações já existentes entre populações. Este fenômeno também pode ser causado por intermédio do homem a fim que haja a redução nos números de pragas nocivas na área (CRUZ, 1995).

Parra (2002) determina que as etapas que antecedem a liberação dos agentes de controle biológicos são: definição da cultura, localização da praga-chave, estabelecimento do fator de crescimento populacional e por fim seleção de um parasitoide. O monitoramento, em todos os ciclos da cultivar, da densidade populacional dos insetos nocivos é de extrema importância, tal como a quantificação os danos da praga-chave (WAQUIL, 2002). No período de análise é determinado os danos causados e/ou a densidade populacional da praga, é importante frisar que certas populações em culturas específicas podem obter o título de pragas secundárias ou ocasionais. Poucas espécies podem ser consideradas pragas (pragas-chave), mas sua identificação e monitoramento torna-se indispensável, por frequentemente estarem presentes na área em elevadas quantidades (MICHEREFF FILHO, 2013).

Em função da espécie-alvo, do tipo e sistema de cultivo, existem táticas de liberação dos agentes do controle biológico, que se resumem em três métodos principais. A inoculação, característica do controle biológico clássico, é destinada a populações de plantas com espaços abertos e com baixa variabilidade temporal, por exemplo a culturas perenes, semiperenes e florestas. O segundo método é a liberação inundativa, estimada para culturas anuais, ou seja, plantios com alta variabilidade temporal, a liberação inoculativa estacional, voltada para cultivares de curta duração, esta tática é desenvolvida em estufas na época de atividade da praga (PARRA, 2002). E por fim, complementa Waquil (2002), o método de inundação é basicamente a criação em massa do agente de controle biológico em laboratórios.

Venzon (2016) afirma que o emprego do controle biológico pode ser uma alternativa preventiva e também curativa, se aumentando a quantidade e eficiência dos insetos. Contudo, o chamado, equilíbrio biológico, estará em função da variedade de insetos presentes na área. Os estudos do habitat e predação dos inimigos naturais são de suma importância, para que o controle biológico seja eficiente em sua disseminação. Portanto, este manejo alternativo observa as inter-relações desses ciclos naturais, procurando fortalecer a sustentabilidade do ambiente (OLIVEIRA et al., 2019).

A proximidade entre a lavoura e vegetações naturais influenciam a migração e manutenção de inimigos naturais na área (ALTIERI et al., 2003). É importante frisar que há uma variação de limites do controle de insetos nocivos, por combinações adversas de fatores naturais acontecendo por um determinado período de tempo, na intervenção de predadores ou fatores abióticos diversos (DIEHL et al., 2012).

Parra (2002) explica que o fenômeno do controle biológico é dinâmico e que resiste a uma série de intervenções como: condições climáticas, disposição de alimentos, competição, tal como aspectos independentes e dependentes da densidade. Smith (2012) afirma que, os poluentes podem retardar o crescimento dos organismos e elevar ou matar espécies particularmente, isto com a variação da biomassa microbiana. Logo, o autor esclarece que os microrganismos que comumente se desenvolvem na superfície das plantas, podem sofrer influência de poluentes pela variação na microbiota (aumentando ou diminuindo as doenças) na superfície foliar. Desta forma, se a população de organismos agentes de controle biológico natural for afetada pelos fatores climáticos e ambiental, logo haverá instabilidade no controle biológico natural.

A uniformização das populações de pragas por inimigos naturais é feita mediante mortalidade biótica, este processo envolve o controle da densidade populacional de organismos selecionados, por meio da população de outros organismos (BETTIOL, 2008). A manutenção do nível de equilíbrio dos insetos nocivos pode ser feita por agentes de controle, como os inimigos naturais. Estes agentes em questão abrangem os vírus, fungos, bactérias, nematoides, protozoários, ácaros, aranhas dentre outros (SANTOS et al., 2011).

O controle biológico abrange diversos meios de combate ao dano econômico como a rotação de culturas, uso de hormônios como atrativos ou repelentes, uso da genética para indução de resistência e implantação da cultivar em períodos adequados (CARVALHO; BARCELLOS, 2012). Como complementa Michereff Filho (2013) ao descrever que o meio de controle comportamental de insetos pode os manter afastados da lavoura. Com esta tática pode-se estabelecer um cultivo intercalar para que lepidópteros e coleópteros (besouros) se instalem. Outra opção é fazer a distribuição, de adesivos nas cores azul e amarela na área para a captura de insetos como hemípteros (pulgões, moscas brancas), thysanopteras (tripes) e algumas minadoras, visto que esses insetos são atraídos com facilidade por estas cores.

Entre os períodos de 1.950 e 1.960, houve abrangência do sinônimo ‘controle integrado’ foi definido então como a integração dos controles químico e biológico, ampliando as técnicas que limitavam a quantidade de insetos-praga prejudiciais ao agrossistema (CARVALHO; BARCELLOS, 2012). Complementando, Bettiol e Morandi (2009) mencionam a primeira publicação sobre o controle biológico no Brasil década de 1.950, quando Forster (1950) avaliou a inviabilidade do vírus do mosaico do fumo por filtrados da cultura de *Trichoderma sp.*

Em 1.968, a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) adotou o conceito oficial do termo controle integrado que, segundo Carvalho e Barcellos (2012) conceitua-se como táticas que combinam organismos nocivos com métodos adequados para que a compatibilidade ecológica possa manter essas populações em concentrações baixas e livres de causar danos econômicos. Portanto, segundo os autores, este método utiliza do regulador ambiental e da variável natural objetivando a compilação dos diversos métodos.

### **2.1.3. Controle Biológico no Brasil**

O desenvolvimento do controle biológico de pragas e doenças no Brasil é recente, podendo ser marcada por períodos como 1950, o ano da primeira publicação (Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pelo filtrado de culturas de *Trichoderma sp. Bragantia*) sobre o tema no país pelo Instituto Agronômico de Campinas. Em 1992 Wagner Bettiol fundou a disciplina sobre “Controle biológico de doenças de plantas” no curso de pós-graduação em Proteção de Plantas na UNESP em Botucatu. No ano de 2008 a empresa Itaforte Bioprodutos Ltda registra o primeiro fungicida biológico comercial contendo um antagonista (*Trichoderma harzianum*) para o controle de doenças de plantas (BETTIOL; MORANDI, 2009).

Em 1992 foi criada a BIOAGRO ALAM LTDA. (incubada no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul) o que seria a primeira empresa privada para o desenvolvimento em massa de *Trichoderma*, já que entre os anos de 1989 e 1990 a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) produziu mais de 50.000 unidades do produto, os quais foram utilizados na região sul do país (BETTIOL; MORANDI, 2009).

A produção de fungos entomopatogênicos, é feita com arroz cozido e através da fermentação bifásica, especificamente na fase líquida o inóculo produzido é deslocado para um substrato de amido de característica semi-sólido (FARIA; MAGALHÃES, 2001; MASCARIN, 2013). O cereal é usado como substrato para que o fungo possa estabelecer seus esporos e posteriormente infectar a praga-alvo. Esta mistura é comercializada triturada na forma de pó-molhável. As estruturas reprodutivas compõem o ingrediente ativo desses micoinseticidas (FARIA; MAGALHÃES, 2001).

Diversas culturas como a soja, algodão e frutíferas são fontes de pesquisas no país. Sendo cultivares de grande importância econômica, a elas são empregadas o programa de monitoramento de manejo integrado de pragas onde apresentam promissores resultados que apontam decréscimos da necessidade da intervenção do controle químico, como consequência o custo é reduzido para o produtor além do efeito ambiental positivo (CARVALHO; BARCELLOS, 2012).

Outro exemplo, é o uso do produto biológico micoinseticida à base do fungo *M. anisopliae*, para controle de cigarrinha-das-pastagens. Os cerrados brasileiros, localizados na região Centro-Oeste do país, apresentam aproximadamente 48 milhões de hectares de pastagens, sendo mais da metade desta área formada por *Brachiaria decumbens*, altamente sujeitos a cigarrinha-das-pastagens (FARIA; MAGALHÃES, 2001).

É possível que haja a integração entre os métodos químico e biológico. No Brasil atual, diversas pesquisas têm empenhado em alcançar este objetivo através da utilização de produtos inofensivos aos predadores (SOARES et al., 1996). Esses métodos beneficiariam a conservação de inimigos naturais que ocorrem naturalmente (EVANGELISTA JUNIOR et al., 2006). Pesquisas feitas por Altieri et al. (2003) revelam que a diversidade deliberada ou até mesmo simples associações de plantas mantidas em equilíbrio no agrossistema pode reduzir significativamente as populações de inseto-praga.

Deter o conhecimento das principais espécies entomófagas da cultura em questão é indispensável, assim como cognição do comportamento das mesmas. Assim sendo, a eficácia do método controle biológico são inerentes a sua aplicação no programa de manejo integrado de pragas ou MIP (EVANGELISTA JUNIOR et al., 2006). Em todos os programas de manejo integrado de pragas há uma enorme importância, principalmente ao que se refere o controle biológico, meio que permite a preservação de um sistema agrícola cada vez mais sustentável (SANTOS et al., 2011).

Com os crescentes progressos em pesquisas específicas no manejo, pesticidas e resistência de pragas, pesquisadores se uniram em um comitê a fim de que indústrias químicas mantenham os produtos fitossanitários de forma sustentável com opções de controle viáveis e orientações de seu uso ao produtor. Este comitê é chamado Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas e foi convenientemente criado em 1997 (CARVALHO; BARCELLOS, 2012).

O licenciamento das cultivares no comércio internacional sem a restrição quanto a resíduos tóxicos específicos, pode ser um dos motivos pelos quais o manejo alternativo

pode beneficiar a economia do Brasil. Essas barreiras alfandegárias são exigidas pelo país consumidor e o produtor adepto unicamente dos químicos podem estar limitados apenas ao mercado nacional (VENZON, 2016).

## 2.2. CIENCIOMETRIA

A análise cienciométrica está relacionada com a área do conhecimento que estima quantitativamente a produção científica. Dessa forma, está constitui em um método que indica o desempenho, dimensão, natureza das atividades de pesquisa desenvolvidas, níveis tecnológicos, complexidades e impacto de produção das mais diversas áreas do conhecimento e por diversos pesquisadores (DUARTE et al., 2016). Esta forma de estudo, avalia a importância, recorrência e pertinência de um determinado objeto de pesquisa, sendo ele autor ou artigo evidenciando tendências e previsões e contribuição de um assunto para a comunidade científica. Esta é uma ótima ferramenta para descrever os avanços tecnológicos de uma nação e instituições (FERREIRA, 2014).

Os pesquisadores holandeses e ingleses foram os pioneiros nas frequentes publicações que contribuíram para o desenvolvimento teórico e aplicação no âmbito cienciométrico. Esta forma de estudo está contida na vertente ‘sociologia da ciência’ na qual são analisados os aspectos quantitativos das atividades científicas, integrando as publicações, nas mais variadas áreas de estudo. Em outras palavras, essa ciência é um instrumento para medir a ciência (MACIAS-CHAPULA, 1998). A ciencimetria analisa questões relevantes como a relação que existe entre ciência e a tecnologia, a economia, a produção, a comunicação entre outros. A ela se atribui, através de informações e números indicadores, a análise da construção científica (SPINAK, 2001).

A Internet contribui amplamente em oferecer informações atualizadas à comunidade científica e se tornou essencial para o desenvolvimento socioeconômico e profissional. Nesse interim, a plataforma Scopus vem de modo a auxiliar, desde 1960, utilizando de um sistema de dados com mais de 27 milhões de artigos variados e multidisciplinares (JACOB; JACOB, 2013). Os documentos indexados na Scopus são separados em 27 subáreas, relacionando cerca de 53% do conteúdo promovido pela Europa, aproximadamente 10% pela Ásia e apenas 2% pela América Latina (VIEIRA, 2008).

O surgimento da plataforma Scopus provocou nestes últimos anos uma evolução acelerada das facilidades oferecidas. Dispõe também instrumentos de pesquisa com mais

usabilidade para os pesquisadores que elaboram indicadores bibliométricos de seus trabalhos científicos (VIEIRA, 2008), a página principal da plataforma é simples e direta. As palavras-chave e palavras descritivas são cuidadosamente controladas (cerca de 85%) para excelência da indexação das informações (JACOB; JACOB, 2013).

A cienciometria usa como ferramentas as análises estatísticas e os modelos matemáticos para averiguar propriedades das atividades disciplinares (SPINAK, 2001). Dessa forma, constitui um método que indica o desempenho, dimensão, natureza das atividades de pesquisa desenvolvidas, níveis tecnológicos, complexidades e impacto de produção das mais diversas áreas do conhecimento e por diversos pesquisadores (DUARTE et al., 2016).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento da literatura publicada foi realizado utilizando o banco de dados “SciVerseScopus” (<<http://www.scopus.com/scopus/home.url>>. Acesso em 30 de março 2020). Esta base de dados foi utilizada, pois segundo vários autores, entre eles Falagas et al. (2008), Pinto e Grelle (2009) e Crouzeilles et al. (2010), possui maior número de periódicos indexado quando comparado a outras bases de dados.

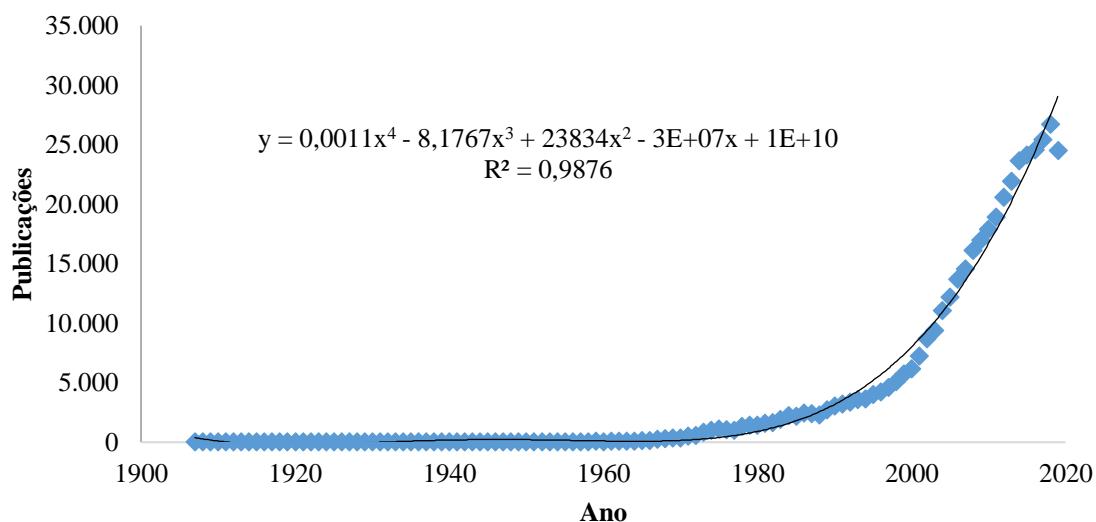
Foi realizada uma busca na base Scopus em trabalhos que continham no título, resumo, e/ou palavras-chave, a palavra: *biological control*. A busca foi realizada de 1907, primeiro ano de registo para a palavra na plataforma, até o ano de 2019. Desconsiderou-se o ano de 2020, ano da realização da pesquisa, por se tratar de um ano corrente.

Avaliou-se em cada artigo o ano de publicação, nome do autor, área por assunto, tipo de documento, país de publicação e para todos os trabalhos publicados na área de “Ciências Agrícolas e Biológicas” avaliou-se o ano de publicação e o país de publicação. Realizou-se uma análise descritiva dos dados e os gráficos foram elaborados no Excel.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. RESULTADOS

De acordo com o levantamento realizado no dia 30 de março de 2020, foram encontradas 416.295 publicações. O primeiro trabalho foi publicado em 1907, as publicações subsequentes ocorreram em 1911 (n = 3). O maior número de trabalhos publicados sobre o tema foi observado em 2018 (n = 26.711) o qual representa 6,4% do total de artigos, como pode ser visto na Figura 1.



**Figura 1-** Número de trabalhos publicados sobre Biological control entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.

Em 1907, o artigo publicado que estreou o tema ‘controle biológico’ foi *“The theory of dynamic heredity in the light of data gathered from the dairy herd of the missouri agricultural college”*, em português, *“Teoria da hereditariedade dinâmica à luz de dados recolhida do leiteiro de leite da faculdade Agrícola de Missouri”* o documento traz menções de Casper L. Redfield, um recente (1904) escritor no mundo biológico na época.

Em 20 de julho 1911 foi publicado o texto *“So-called biological tests for adrenalin in blood, with some observations on arterial hypertonus”*, em português, *“Os chamados testes biológicos para adrenalina no sangue, com algumas observações sobre hipertônus arterial”*, do H. K. Cushing Laboratório de Medicina Experimental e Western Reserve University, escrita por G.N. Stewart em Cleveland. No mesmo ano, em 14 de

agosto, o texto “*A chemo-biological study of the relations of pepsin to so-called anti-pepsin.*”, em português, “Um estudo quimio-biológico das relações da pepsina com a chamada anti-pepsina”, do Instituto Morris de Pesquisa Médica e o Hospital Michael Reese, escrita por Walter W. Hamburger, M.D em Chicago. O trabalho intitulado ‘Biological control of drugs’ (‘Controle biológico de drogas’) publicado em 1920, descreve uma breve pesquisa médica na meia-idade observada no ano de 1918.

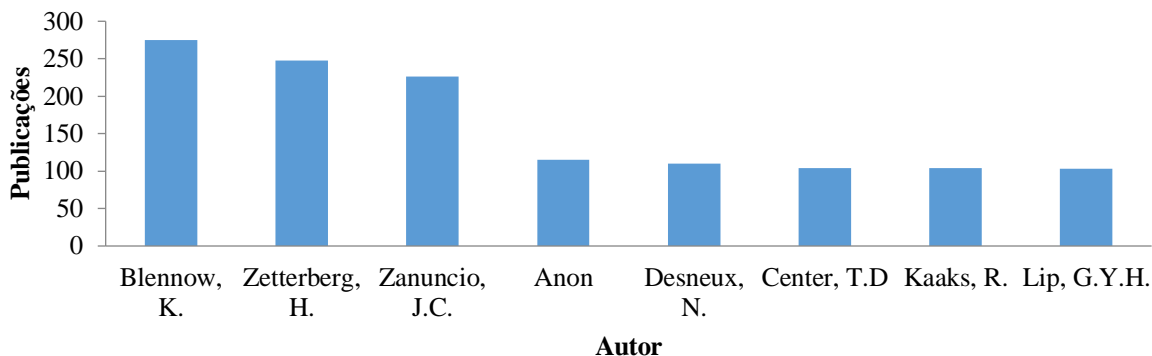
Em pesquisas feitas especificamente na área da ‘Agricultura e Biologia’ foram encontrados trabalhos como “*Biological studies of aphid rumicis linn. Factors affecting the infestation of vicia faba with aphid rumicis*”, em português “Estudos biológicos de *Aphis rumicis linn.* Fatores que afetam a infestação de *Vicia faba* com *Aphis rumicis*” publicada em 1925 pelo autor Davidson J. no *Annals of applied Biology*. No ano seguinte, foi publicado por Imms, A.D a pesquisa “*The biological control of insect pests and injurious plants in the hawaiian islands*” em português “O controle biológico de pragas de insetos e plantas prejudiciais nas ilhas havaianas”.

Podemos citar outros trabalhos da mesma área, ambos publicados pelo *Bulletin of Entomological Research* no ano de 1928 “*Notes on the feeding of Habrosyne derasa, L. (lepidoptera)*” em português “Notas sobre a alimentação de *Habrosyne derasa, L. (lepidoptera)*” escrito por Davies, W.M. e “*On the relative value of parasites and predators in the biological control of insect pests*” em português “Sobre o valor relativo de parasitas e predadores no controle biológico de pragas de insetos” escrito por Thompson, W.R. . E no ano seguinte, o trabalho “*Multiple parasitism: Its relation to the biological control insect pests*” em português “Parasitismo múltiplo: sua relação com as pragas de controle biológico” de Smith, H.S.

E por fim, o trabalho de grande relevância no ano de 1928, escrito por Thompson, W.R. “*A contribution to the study of Biological Control and Parasite introduction in Continental Areas*” em português “Uma contribuição para o estudo da introdução de Controle Biológico e Parasita em Áreas Continentais” publicado pela revista *Parasitology*.

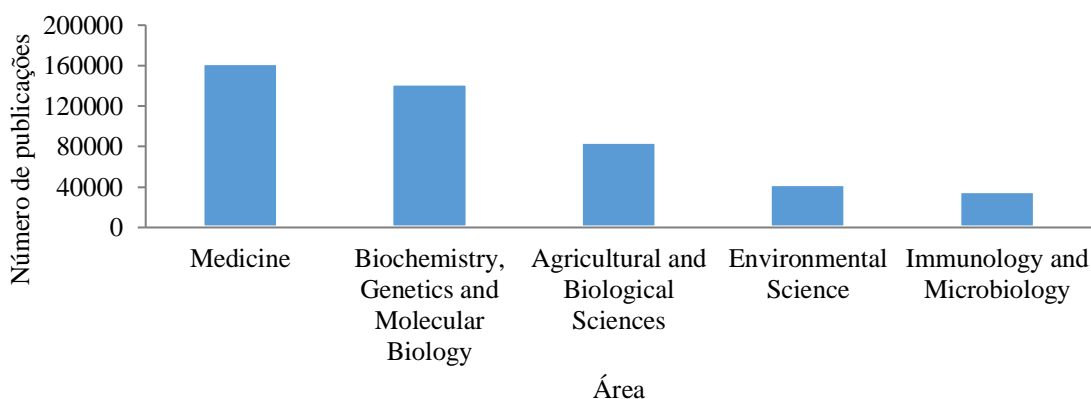
Os trabalhos foram publicados por 157 diferentes autores. Blennow, K. foi responsável pela produção de 2,09% do total de trabalhos, ou seja, maior produção observada (n = 275). Seguidos por Zetterberg, H. (n = 248) com 1,89% da produção e por Zanuncio, J.C (n = 226) com 1,72% da produção de trabalhos. como pode ser visto na Figura 2. Entretanto existe uma parcela de trabalhos significativos no anonimato representando

0,87% (n = 115) do total. Outros autores (n = 12.251) foram responsáveis por 93,4% da produção total, incluindo autores indefinidos.



**Figura 2-** Número de trabalhos publicados de acordo com autores entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.

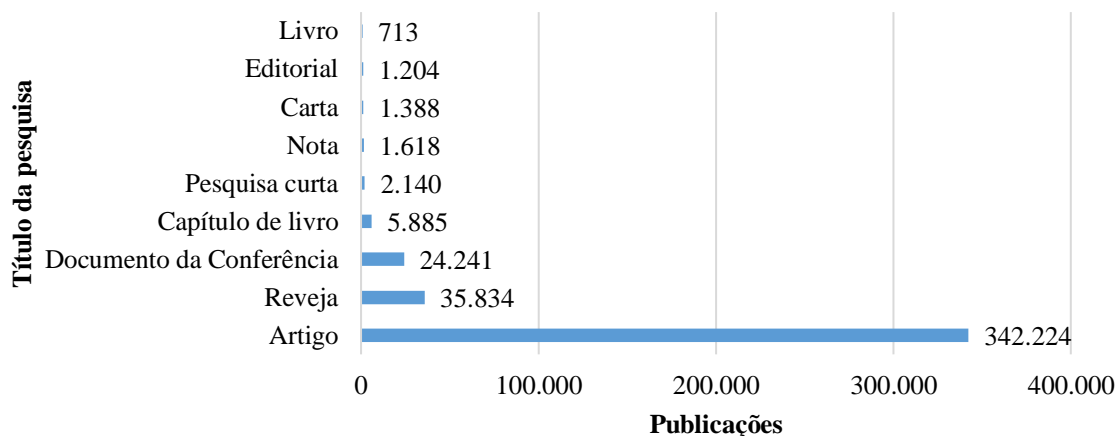
A maioria dos trabalhos (n = 162.657) está dentro da área de concentração “Medicina”, a segunda área que concentra maior número de trabalhos é “Bioquímica, genética e Biologia Molecular” (n = 142.076), como pode ser visto na Figura 3. Logo em seguida encontram se as áreas de concentração “Ciências Agrícolas e Biológicas” e “Ciências Ambientais” com 84560 e 42718 trabalhos, respectivamente.



**Figura 3-** Número de trabalhos de acordo com a área de publicação entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.

Verificou-se que 82,2% dos trabalhos foram apresentados em forma de artigo. Os outros tipos de documentos encontrados foram “Revisões” (n = 35.834 ou 8,6% do total de artigos), “Documento de Conferência” (n= 24.241 ou 5,82% do total de artigos), e “Capítulo

do Livro” (n = 5.885 ou 1,41% do total de artigos), como pode ser visto na Figura 4. Outros tipos de trabalhos ocorreram menos de 2500 vezes (n = 7.964 ou 1,91% do total de artigos). Documentos indefinidos contabilizam 0,03% (n = 145) do total de trabalhos.



**Figura 4-** Número de trabalhos publicados de acordo com o tipo de documento entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.

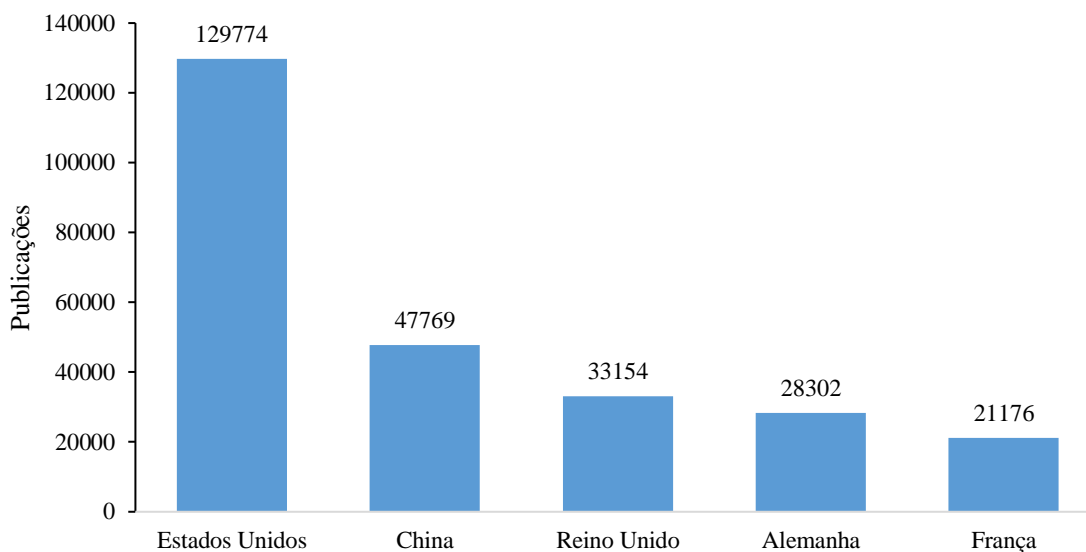
Quanto a revista de publicação, a mais utilizada foi a revista “Plos One”, que foi citada em 7.378 trabalhos. Em seguida encontram-se as revistas “Journal Of Biological Chemistry” e “Biological Control”, com um total de 3.263 e 2.780, respectivamente. Outros títulos também ocorreram com frequência nos artigos, porém grande parte ocorreu menos que 2500 trabalhos por títulos.

A maioria dos documentos por instituição (n= 4.843, ou 2,21% do total de artigos), foi apresentada pela ‘Inserm’, a única organização pública francesa exclusivamente dedicada à pesquisa biológica. Os outros tipos de documentos foram encontrados em uma das mais importantes instituições de pesquisas no mundo “CNRS - Centre National de la Recherche Scientifique”, órgão público de pesquisa científica na França (n = 4.691 ou 2,14% do total de artigos) e “Chinese Academy of sciences” (n = 4.224 ou 1,92% do total de artigos), Academia Nacional de Ciências Naturais da República Popular da China, uma instituição do Conselho de Estado da China. A universidade brasileira com número de pesquisas mais expressivas neste tema foi a ‘Universidade de São Paulo – USP’ apresentando n = 2.676 ou 1,22% do total de artigos.

A maioria dos trabalhos (n = 15.976, ou 3,7% do total de artigos) receberam patrocínio da ‘National Institutes of Health’. Os outros tipos de patrocínios foram da

“National Natural Science Foundation of China” (n = 13.936 ou 3,22% do total de artigos), “National Science Foundation” (n = 5.474 ou 1,26% do total de artigos), e “Deutsche Forschungsgemeinschaft” (n = 2.926 ou 0,67% do total de artigos). O fundo de patrocínio com número de publicações mais expressivas neste tema foi a ‘Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico’ apresentando n = 2.557 ou 0,59% do total de artigos.

Os EUA foram responsáveis pela produção de 23,65 % do total de trabalhos, ou seja, maior produção observada (n = 129.774). Seguidos pela China (n = 47.769) com 8,7% da produção de trabalhos e pelo Reino Unido (n = 33.154) com 6,04% da produção, como pode ser visto na Figura 5. O mérito dos EUA e da China pode ser mediante influência de financiamentos às pesquisas científicas governamentais, organizações não-governamentais, empresas privadas e investimentos em infraestrutura e programas de suporte aos estudos científicos (FERREIRA, 2014). O Brasil representa apenas 2,4% (n =13.157) do total de trabalhos.



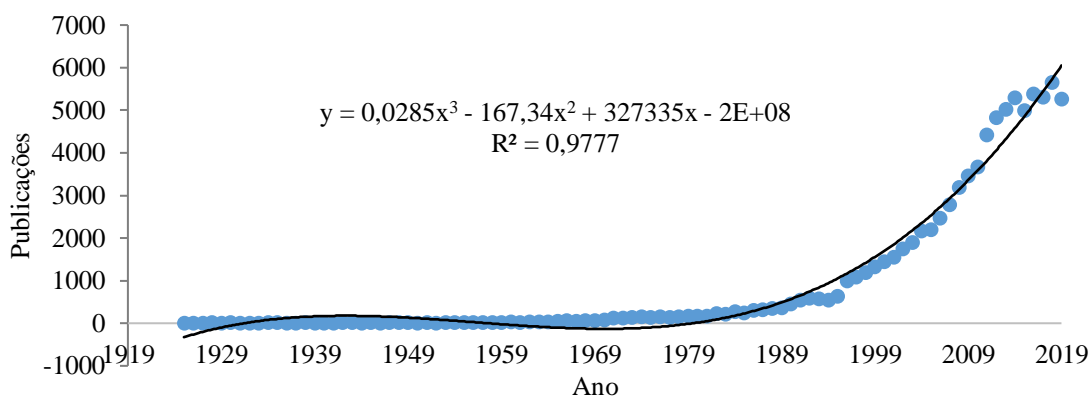
**Figura 5-** Número de trabalhos publicados de acordo com o país entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.

Todos os trabalhos foram publicados em seis tipos de periódico, sendo que a maior parte foi publicada em revistas (n = 391.939 ou 93,01% do total de artigos). Outros trabalhos foram publicados em congressos (n = 14.267 ou 3,38% do total de artigos), séries de livros (n= 8019 ou 1,9% do total de artigos), em livros (n = 5.622 ou 1,33% do total de artigos). Publicações comerciais (n = 1.117 ou 0,23% do total de artigos), relatórios (n = 15

ou 0,003% do total de artigos) e finalmente os trabalhos que são indefinidos (n = 402 ou 0,095% do total de artigos).

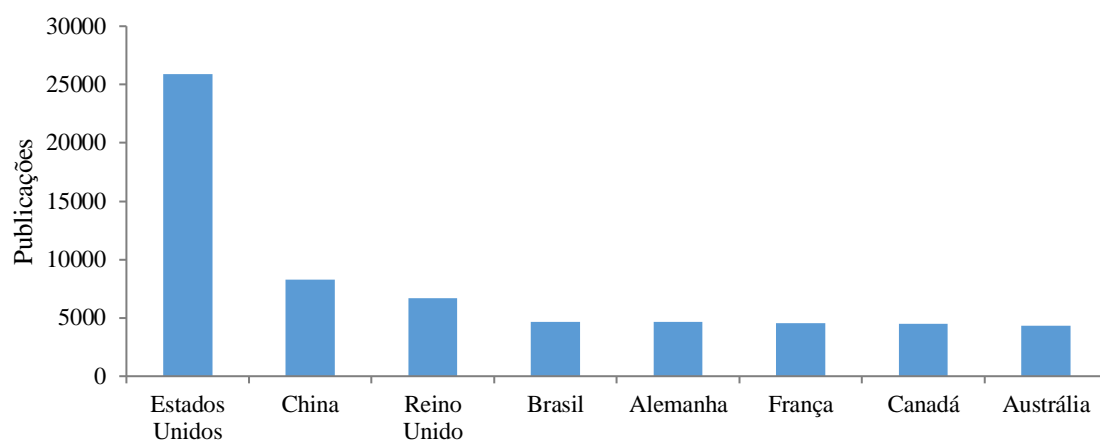
O idioma que mais foi utilizado na escrita dos trabalhos foi o Inglês (n = 397.902 ou 94,03% do total de artigos). Em seguida vem o Chinês (n = 7.745 ou 1,83% do total de artigos), o Francês (n = 2.826 ou 0,66% do total de artigos), o Russo (n = 2710 ou 0,64% do total de artigos), o Espanhol (n = 2.383 ou 0,56% do total de artigos) e o Alemão (n = 2.223 ou 0,53% do total). O português é encontrado em trabalhos, representando 0,39% (n = 1.650) do total dos trabalhos. 685 trabalhos constam como idioma indefinido, representando 0,16% do total de trabalhos. Outros 37 idiomas foram encontrados em 5029 artigos (1,18% do total de trabalhos).

Quanto a área de pesquisa, 'Agricultural and Biological Sciences' mostra-se citada em 84686 documentos, como pode ser visto na Figura 6.



**Figura 6-** Número de trabalhos publicados na área de agricultura e biologia entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.

A história do controle biológico de doenças no Brasil é relativamente recente e marcada por interrupções (Figura 7). Em 1950 houve o primeiro artigo publicado sobre o tema por Reinaldo Foster (Foster, R. 1950: Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pelo filtrado de culturas de *Trichoderma sp.* *Bragantia* 10: 139-148), pesquisador do Instituto Agronômico de Campinas.



**Figura 7-** Número de trabalhos publicados de acordo com o país entre 1.907 e 2.019 indexados à base Scopus.



## 4.2. DISCUSSÃO

As primeiras publicações do termo ‘Biological control’ sendo atribuídas a medicina deve-se ao fato deste termo não ter sido vinculada ao que hoje representa na área agrícola. Somente em 1.919, após o término da primeira guerra mundial, o termo controle biológico no âmbito agrícola foi utilizado por Harry S. Smith e foi aos poucos recebendo abrangência por entomologistas até a década de 50, onde recebe o reconhecimento mundial.

Nos anos de 1.921 até 1.948 houve uma média de 4 trabalhos publicados ao ano, sendo explicado pelo cenário mundial de guerra fria acontecendo nos anos de 1.939 a 1.945, neste período a corrida espacial, propagandas, espionagem, eventos esportivos e corridas tecnológicas não cediam espaço para evoluções na esfera agroecológica. Contudo, foi durante Segunda Guerra Mundial que o DDT (diclorodifeniltricloroetano) foi amplamente utilizado para questões sanitárias e posteriormente na agropecuária, ocasionando uma produção em larga escala do pesticida no ano de 1.945 (D'AMATO et al., 2002).

Em 1.960, a informática começava a ser utilizada para meios comerciais e a TV se tornou um meio de comunicação efetivo, o que contribuiu para a disseminação de informações por todo o mundo. Dois anos mais tarde o livro ‘Primavera silenciosa’ foi publicado e trouxe à tona diversos malefícios ocasionados pelo excesso de produtos químicos nas lavouras, abrindo espaço para estudos e usos mais consciente desses produtos. Todos estes fatos contribuíram para que a partir de 1.965 o número de publicações superasse 100 trabalhos ao ano e, por este motivo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) no ano de 1.968 adotou oficialmente o termo ‘controle biológico’ como o conceito que conhecemos atualmente.

Segundo Pedigo e Rice (2014) estudos realizados nos Estados Unidos (país que apresenta programas amplamente aperfeiçoados de MIP, e que apresenta atualmente maior número de publicações, ou seja, 129.774 trabalhos, com o termo ‘biological control’), apontaram vantagens econômicas, resistência a inseticidas e a preservação do agrossistema. Correlacionando, legislações restritivas ao abuso de produtos químicos, necessidade de controlar a resistência de insetos-praga e o crescimento da agricultura orgânica são fatores que futuramente estimulará avanços na implantação do MIP e a escolha por controle biológico (FARIA; MAGALHÃES, 2001).

A falta de assistência técnica no campo, um dos maiores problemas no Brasil nos anos 60, gerou consequências como o êxodo rural massivo (população rural em busca de

emprego urbano em busca de uma vida melhor na cidade) e problemas sociais geradas pelo desemprego tecnológico (NUNES, 2007), esta era uma visão advinda principalmente do modelo de produção Revolução verde (modelo agrícola que se baseava principalmente no uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos com o objetivo de aumentar a produtividade para atender as necessidades alimentares da população mundial) (DE ANDRADES; GANIMI, 2007). Neste contexto, o pequeno produtor era visto como uma barreira ao desenvolvimento agrícola, haja vista que se desconsiderou o seu conhecimento, e também, a dificuldade de inserção de novas tecnologias. Na década de 1.970, segundo a pesquisa foram contabilizados 9.095 trabalhos com o termo ‘biological control’, neste contexto. No Brasil, essa década é marcada pela criação das instituições de ensino no meio rural, além de pesquisas e extensões nesta área a fim de impulsionar a produtividade agrícola.

Em 1.973 a importante e renomada Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) foi criada (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO, 2014). Nesta mesma década, os complexos agrícolas mundiais se desenvolveram com a implementação da indústria no meio rural, com isso, houve um crescimento na utilização de ração e fertilizantes devido a facilidade que as máquinas e ferramentas agrícolas proporcionam (ALMEIDA; LAMOUNIER, 2005). No contexto europeu, surge nesta mesma época os primeiros produtos orgânicos (SANTOS et al., 2013).

Devido aos crescentes avanços científicos no Brasil (ao que se refere aos insumos agrícolas) e tecnológicos (área de mecanização agrícola) nos períodos de 1.960 a 1.980, houve a consolidação do crédito rural subsidiado para impulsionar a compra desses novos insumos agrícolas e incentivo ao comércio internacional (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO, 2014). Entretanto, algumas pesquisas feitas por Almeida (2005) sugerem que o processo de adesão da mecanização agrícola, atendeu apenas uma pequena parcela de produtores rurais no período de 1.975 a 1.985, gerando desigualdade e restrição do processo de modernização na agricultura brasileira.

As safras de 1.979 e 1.980 do Brasil tiveram complicações por causas climáticas, sendo necessária importações de alimentos básicos até o ano de 1.983, gerando quedas expressivas no PIB no início da década de 80 (ALMEIDA; LAMOUNIER, 2005). A principal fonte de crescimento econômico nesta década foi no setor agrícola, onde houve crescente ganhos de produtividade. Neste período a economia brasileira passava pela crise da dívida externa e planos mal sucedidos de combate à inflação (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO, 2014).

Em 1.985, com o objetivo de garantir o desenvolvimento na agricultura, o Plano Nacional de Reforma Agrária (PNRA) foi aprovado junto com o Plano Nacional de Desenvolvimento Rural (PNDR) (ALMEIDA, 2005). Neste período, segundo a pesquisa, foram contabilizados 20.768 trabalhos com o termo ‘biological control’.

Em 1.990 o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD) foi criado pelo governo e só então a agricultura orgânica se consolidou no Brasil (SANTOS et al., 2013). Na década de 90 houve a abertura comercial, reduzindo a proteção de setores agroindustriais, e diminuiu ainda mais após a implantação do Plano Real, levando então à valorização do câmbio. Com esses processos, a produtividade entrou em declínio e logo houve redução nos investimentos na indústria brasileira nove anos mais tarde. Em 1.995 Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar (PRONAF) foi criado a fim de auxiliar o aumento na produtividade dos pequenos agricultores (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO, 2014). Observou-se que houve expressivos avanços no tema em decorrência destes acontecimentos, segundo a pesquisa, foram contabilizados 40.353 trabalhos com o termo ‘biological control’.

Nos Estados Unidos e na Europa, nos anos de 1.990 a 2.008, houve um ataque do capital financeiro na agricultura em decorrência da crise do capital financeiro, que se acentuou em 2.008. A crise em questão agravou ainda mais o capital internacional sobre a agricultura familiar e a economia (STÉDILE; ESTEVAM, 2013). No início dos anos 2.000 o Brasil ficou com o saldo positivo nas transações correntes, e mais tarde no período de 2.002 a 2.007 houve o aumento das exportações de *commodities* (mercadorias primárias produzidas em larga escala e podem ser estocados sem perder a qualidade) (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO, 2014). Neste período (2.000-2.009), segundo a pesquisa, foram contabilizados 115.949 trabalhos com o termo ‘biological control’.

De acordo com Guanzirolí et al. (2012), o número de agricultores familiares cresceu segundo dados dos censos do IBGE de 1.996 e 2.006, sendo que o Valor Bruto da Produção dos agricultores familiares foi de R\$ 59,2 bilhões, correspondente a 36,11% da produção agropecuária total no ano de 2.006. Neste período a agricultura familiar ganhou mais espaço. No ano de 2.002 no Brasil houve a recuperação da política de crédito com recursos privados e estoques da produção. Os anos de 2.003 a 2.006 refletem a iniciativa de crédito e a agricultura familiar passa a ter mais recursos como o seguro agrícola, seguro de preços e assistência técnica especializada (NUNES, 2007).

Atualmente, os estudos do desenvolvimento de produtos biológicos têm evoluído e cada vez se mostrado capaz de reduzir o uso de produtos químicos no campo. O número de corporações nacionais e internacionais interessadas em produzir e comercializar estes produtos está em ascensão, além de existir uma crescente tendência mundial de interesses em pesquisas com agentes do controle biológico (LANNA FILHO, 2010).

## 5. CONCLUSÃO

Ao longo dos anos podemos identificar um crescente número de pesquisas sobre o tema ‘controle biológico’ tanto no Brasil quanto no mundo. Em suma, o presente trabalho expõe em números os avanços que vem ocorrendo desde a década de 60 e correlaciona fatos históricos que explicam estes crescimentos. Esta forma de estudo avaliou a importância, recorrência e pertinência do tema a fim de contribuir em conhecimento para a comunidade científica em termos de avanços tecnológicos.

Levando-se em conta o que foi observado, esse trabalho mostrou que a maior parte das pesquisas desenvolvidas sobre este tema é situada nos Estados Unidos sendo a maior parte deles desenvolvidas em universidades. Em relação aos periódicos de publicação foi observado que a “Plos One”, a Revista “Journal Of Biological Chemistry” divulgaram maior parte dos artigos, com um total de 7.378 e 3.263 respectivamente.

Concluiu-se também que atualmente o tema ‘controle biológico’ está em constante ascensão e é fundamental, pois o favorece a sustentabilidade e preservação das áreas agrícolas. No entanto, o Brasil deve buscar ainda mais este processo de desenvolvimento nas estruturas produtivas trazendo mais mudanças tecnológicas e inovadoras para as cadeias produtivas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU J.A.S; ROVIDA A.F.S.; CONTE H. Controle biológico por insetos parasitoides em culturas agrícolas no Brasil: revisão de literatura. **REVISTA UNINGÁ REVIEW**, v.22, n.2, p.22-25, 2015.

ALMEIDA, G. C. S.; LAMOUNIER, W. M. Os alimentos transgênicos na agricultura brasileira: evolução e perspectivas. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 3, p. 345-355, 2005.

ALTIERI, M.A.; SILVA E.N., NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 226p., 2003.

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, v. 21, p. 43-56, 2007.

BASTOS, C. S.; TORRES, J. B. Controle biológico e o manejo de pragas do algodoeiro. **Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.

BETTIOL, W. Componentes do controle biológico de doenças de Plantas. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA. p. 1-5. 1991.

BETTIOL, W. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre o controle biológico de doenças de plantas. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2008.

BETTIOL, W. MORANDI, M. A.B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2009., 2009.

CAPALBO, D. M., & DE NARDO, E. A.B. Análise de risco e impacto ambiental do uso de agentes de controle biológico. **Controle biológico**. Jaguariúna: **EMBRAPA Meio Ambiente**, p. 351-385, 2000.

CARVALHO, N. L., BARCELLOS, Afonso Lopes. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012.

CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; CONCEIÇÃO, P. H. Z. **Agricultura: evolução e importância para a balança comercial brasileira**. 2014.

COSTA, V. A.; BERTI FILHO, E.; SATO, M. E. Parasitóides e predadores no controle de pragas. **Controle biológico de pragas: na prática**, 2006.

CRUZ, I. Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2015., 2015.

CRUZ, I. Manejo Integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995, Campinas. Anais. Campinas: **Sociedade Entomológica do Brasil**, 1995. p. 48-92., 1995.

D'AMATO, C.; TORRES, J. PM; MALM, O. DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane): toxicity and environmental contamination-a review. **Química Nova**, v. 25, n. 6a, p. 995-1002, 2002

DIEHL, M.; FERLA, N. J.; JOHANN, L. Plantas associadas a videiras: uma estratégia para o controle biológico no Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 4, p. 579-586, 2012.

DUARTE, E. N., LIRA, S. D. L., LIMA, E. S., & SILVA, E. B. F. EVIDÊNCIAS CIENCIOMÉTRICAS DE GESTÃO DO CONHECIMENTO NO SEBRAE.2016.

FARIA, M. R.; MAGALHÃES, B. P. O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 22, n. 1, p. 18-21, 2001.

FERREIRA, R. B. et al. Tendências na literatura científica global sobre o biodiesel: uma análise cienciométrica. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, 2014.

FIGUEIREDO, M. D. L. C., MARTINS-DIAS, A. M. P., CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.

FORSTER, R. Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pelo filtrado de culturas de *Trichoderma* sp. **Bragantia**, v. 10, n. 5, p. 138-148, 1950.

FRANK, A. L.; MCKNIGHT, R.; KIRKHORN, S.R.; GUNDERSON, P. Issues of agricultural safety and health. *Annual Review of Public Health*. Palo Alto, v. 25, p. 25-45, 2004.

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil:(1996 e 2006). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 2, p. 351-370, 2012.

JACOB, V. C.; JACOB, I. C. Avaliação da usabilidade na web: biblioteca eletrônica SciELO e a base de dados Scopus. **Biblos**, v. 27, n. 2, p. 47-62, 2013.

EVANGELISTA JÚNIOR, W. S. E., JÚNIOR, J. S. Z., & ZANUNCIO, J. C. Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro com predadores e parasitóides. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**, v. 10, n. 3, 2006.

LANDERS, J. N.; DE OLIVEIRA, H. N. Controle biológico: o próximo pulo do gato. **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

LOPES, A. R. S. A Primavera Silenciosa que sacudiu as próximas estações. **Esboços: histórias em contextos globais**, v. 18, n. 25, p. 316-319, 2011.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da informação**, v. 27, n. 2, p. nd-nd, 1998.

MARTINS, A. P. Controle biológico em culturas agrícolas no Brasil uma revisão bibliográfica do período de 2006 a 2017. 2017.

MASCARIN, G. M.; QUINTELA, E. D. Técnica de produção do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* para uso em controle biológico. **Embrapa Arroz e Feijão- Documentos (INFOTECA-E)**, 2013.

MENDES, A. S. L. ANALISE DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (MIP) NA SOJICULTURA DA MICRORREGIÃO DE CHAPADINHA. 2017.

MICHEREFF FILHO, M. Manejo integrado de pragas em hortaliças. In: **Embrapa Hortaliças-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA HORTALIÇAS, 3., 2013, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013., 2013.

MORAES, R. F. Agrotóxicos no Brasil: Padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória, Texto para Discussão, No. 2506, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília, 2019, 84p.

NUNES, S. P. O desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a ideia de Desenvolvimento Rural. **Boletim eletrônico, DESER-Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais**, p. 1-15, 2007.

OLIVEIRA, A. A., COSTA, A. F., LAZZARINI, A., FORNAZIER, M., SOUZA, I. D. M. et al. **Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável**, 2019.

PARRA, J. R. P. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole Ltda, 2002.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. Waveland Press, 2014.  
PICANÇO, M. C. Manejo Integrado de Pragas. **Departamento de Biologia Vegetal**. Universidade Federal de Viçosa. 2010.

RAMALHO, F. S.; SANTOS, R. F. Impact of the introduction of the cotton boll weevil in Brazil. In: **Challenging the future: proceedings of the world cotton research conference-1. CSIRO, Melbourne**. 1994. p. 466-474. 1994.

SANTOS, E. D.; HENDGES, E. A.; MOREIRA, E. F. Controle biológico de pragas agrícolas no Brasil. V **Colóquio Internacional “Educação e contemporaneidade”**. São Cristóvão, 2011.



SANTOS, J. O. et al. A evolução da agricultura orgânica. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental* ISSN 2317-3122, v. 6, n. 1, p. 35-41, 2013.

SMITH, William H. **Air pollution and forests: interactions between air contaminants and forest ecosystems**. Springer Science & Business Media, 2012.

SOARES, J.J., BUSOLI, A.C.; TANAGAW, F.T. Efeito de aldicarb em populações de pulgão em artrópodes benéficos e na fisiologia do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, p. 549-559, 1996.

SPINAK, E. Indicadores cienciométricos. *Acimed*, v. 9, p. 16-18, 2001.

STÉDILE, J. P.; ESTEVAM, D. (Ed.). A questão agrária no Brasil: o debate na década de 2000. Editora Expressão Popular, 2013.

VENZON, M. Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. **Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

VIEIRA, E. S. et al. A produção científica portuguesa na Scopus. Comparação com a Web of Science [nota técnica]. **Research Metrics**, n. 6, 2008.

WAQUIL, J. M. Manejo integrado de pragas: revisão histórica e perspectivas. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo:[resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002., 2002.

ZADOKS, J.C. Plant disease epidemiology in the Twentieth Century: a picture by means of selected controversies. **Plant Disease**, St. Paul, v.85, n.8, p.808-816, 2001.