

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Diego Pascoal Dolinski

**Revisão bibliográfica: *Trichoderma* no controle de doenças de plantas**

Curitibanos  
2022

**DIEGO PASCOAL DOLINSKI**

**Revisão bibliográfica: *Trichoderma* no controle de doenças de plantas**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Ciências Rurais Campus de Curitibanos como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Terumi Itako.

Curitibanos  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pascoal Dolinski, Diego  
Revisão bibliográfica: Trichoderma no controle de  
doenças de plantas / Diego Pascoal Dolinski ; orientador,  
Adriana Terumi Itako, 2022.  
56 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Controle biológico em plantas. 3.  
Antagonismo. 4. Biocontrole. 5. Periódicos científicos. I.  
Terumi Itako, Adriana. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.

DIEGO PASCOAL DOLINSKI

**Revisão bibliográfica: *Trichoderma* no controle de doenças de plantas**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 07 de julho de 2022.

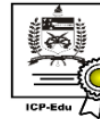


Documento assinado digitalmente  
**Douglas Adams Weiler**  
Data: 22/07/2022 13:58:10-0300  
CPF: 008.111.820-10  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler  
Coordenador do Curso

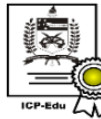
Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente  
**Adriana Terumi Itako**  
Data: 22/07/2022 10:17:55-0300  
CPF: 044.130.099-59  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Profa. Dra. Adriana Terumi Itako  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
**Elis Borcioni**  
Data: 22/07/2022 13:21:17-0300  
CPF: 970.176.390-49  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Profa. Elis Borcioni, Dra.  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
**Lirio Luiz Dal Vesco**  
Data: 22/07/2022 11:22:15-0300  
CPF: 430.824.919-87  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Prof. Lirio Luiz Dal Vesco, Dr.  
Membro da banca examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Catarina e seus colaboradores pelas oportunidades e por me proporcionar o aprendizado e experiências transformadoras e enriquecedoras.

A professora Adriana Terumi Itako por aceitar me orientar neste e tantos outros projetos nesta minha jornada acadêmica, além da sua dedicação, paciência e amizade.

Aos meus pais Mario Pascoal Dolinski e Inês Teresinha Dolinski, aos meus irmãos Silvia, Danilo e Tiago que sempre estiveram comigo em todos os momentos e principalmente por toda paciência e confiança.

Aos meus colegas e amigos que estiveram presentes, que me deram apoio e me ouviram falar por horas deste e outros projetos, com amizade, paciência e companheirismo.

A todos que de alguma forma participaram e me acompanharam nesta caminhada.

Obrigado!

## RESUMO

A utilização do controle de doenças em plantas por agentes biológicos vem ganhando espaço nas áreas de produção por todo o país frente ao sistema de controle químico, com intenso uso de agrotóxicos. O controle químico reconhecidamente tem promovido diversos problemas de ordem ambiental e de saúde humana. Fungos do gênero *Trichoderma* Pers. estão sendo estudados para aplicação em controle biológico de doenças, promoção do crescimento, indução da resistência e produção de metabólitos. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre o estudo do gênero *Trichoderma* no Brasil, para controle de doenças em plantas. Para o levantamento bibliográfico foram apuradas por meio de base de dados e buscas online, quais as Universidades públicas (Estaduais e Federais) no Brasil e sua respectiva região. Seguindo para uma busca online nos sites oficiais das Universidades da existências de cursos de Pós-Graduação (Stricto sensu) e se desenvolvem em suas linhas de pesquisa trabalhos referentes ao uso de espécies *Trichoderma*. Do mesmo modo, foram verificados todos os periódicos eletrônicos de cada Universidade e selecionado somente os periódicos que compreendem a área de Ciências Agrárias, Ciências do Solo e Biotecnologia, e entre estas, foram verificados todos os trabalhos científicos disponíveis no arquivo do periódico nos últimos dez anos (período de 2011 a 2021) referentes ao uso de *Trichoderma*. Foram classificados de acordo com o objetivo do trabalho, podendo ser pela inoculação, biocontrole, isolamento ou revisão e de acordo com o tipo de cultivo e local do experimento, tal como, cultura vegetal, cultivo in vitro ou em substrato alternativo. Após o levantamento, em relação às Universidades, foi encontrado um total de 194 Universidades públicas no Brasil, sendo 99 Federais e 95 Estaduais. Em relação aos cursos de Pós-graduação (Stricto sensu), 37,1% oferecem cursos com linhas de pesquisa na área da Fitopatologia, Microbiologia do Solo ou Biotecnologia e desenvolvem pesquisas referentes ao estudo do gênero *Trichoderma* e ao todo somam 72 cursos de Pós-graduação. A partir da busca nos periódicos eletrônicos das Universidades foram encontrados 36 periódicos científicos que publicaram, ao todo, no período de 2011 a 2021, 142 trabalhos científicos. Os trabalhos foram referentes ao uso de fungos do gênero *Trichoderma* tanto como agente antagonista no controle de fitopatógenos, quanto em estudos com foco em outras aplicações. Portanto, de acordo com os dados obtidos no presente trabalho verificou-se que no Brasil há uma maior concentração de trabalhos aplicando o uso do gênero *Trichoderma* para o biocontrole de *Fusarium* e a cultura agrícola mais abordada nos trabalhos foi a cultura da soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle biológico em plantas, Antagonismo, Biocontrole, Periódicos científicos.

## ABSTRACT

The use of plant disease control by biological agents has been gaining ground in production areas across the country against the chemical control system, with intense use of pesticides. Chemical control has admittedly promoted several environmental and human health problems. Fungi of the genus *Trichoderma* Pers. are being studied for application in biological disease control, growth promotion, resistance induction and metabolite production. Therefore, the present work aimed to carry out a bibliographic survey on the study of the genus *Trichoderma* in Brazil, for the control of diseases in plants. For the bibliographic survey, the public universities (State and Federal) in Brazil and their respective region were determined through a database and online searches. Following an online search on the official websites of the Universities for the existence of Postgraduate courses (*Stricto sensu*) and works related to the use of *Trichoderma* species are developed in their lines of research. In the same way, all the electronic journals of each University were verified and only the periodicals that comprise the area of Agrarian Sciences, Soil Sciences and Biotechnology were selected, and among these, all the scientific works available in the journal's archive in the last ten years were verified. years (period from 2011 to 2021) referring to the use of *Trichoderma*. They were classified according to the objective of the work, which could be by inoculation, biocontrol, isolation or review and according to the type of cultivation and location of the experiment, such as plant culture, in vitro cultivation or in an alternative substrate. After the survey, in relation to universities, a total of 194 public universities in Brazil were found, 99 Federal and 95 State. In relation to Postgraduate courses (*Stricto sensu*), 37.1% offer courses with lines of research in the area of Phytopathology, Soil Microbiology or Biotechnology and develop research related to the study of the genus *Trichoderma* and in total there are 72 Postgraduate courses -University graduate. From the search in the electronic journals of the Universities, 36 scientific journals were found that published, in all, from 2011 to 2021, 142 scientific papers. The works referred to the use of fungi of the genus *Trichoderma* both as an antagonistic agent in the control of phytopathogens, and in studies focusing on other applications. Therefore, according to the data obtained in the present work, it was verified that in Brazil there is a greater concentration of works applying the use of the genus *Trichoderma* for the biocontrol of *Fusarium* and the agricultural crop most approached in the works was the soybean crop.

**KEYWORDS:** Biological control in plants, Antagonism, Biocontrol, Scientific Journals.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para realizar o levantamento de quais são as Universidades Públicas do Brasil e seus respectivos cursos de Pós-Graduação na área de Agrárias..... 23
- Figura 2. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para realizar a busca dos periódicos na área de Agrárias das Universidades e os trabalhos publicados no período de 2011 a 2021, referentes ao uso de *Trichoderma* relacionado a área de Ciências Agrárias.....24
- Figura 3. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para realizar a busca nos periódicos anteriormente selecionados e publicados no período de 2011 a 2021, referentes ao uso e estudo do fungo *Trichoderma*.....25
- Figura 4. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para subdividir os tópicos principais do levantamento referentes ao uso e estudo do fungo *Trichoderma*.....26
- Figura 5. Representação do número de Universidades públicas do Brasil (Federais e Estaduais) em cada região do país.....29
- Figura 6. Total de Universidades públicas e cursos de Pós-Graduação no tema proposto, por região.....30
- Figura 7. Representação em porcentagem da quantidade de publicações de cada região do Brasil com o tema proposto.....37
- Figura 8. Representação em porcentagem dos objetivos dos trabalhos publicados onde ocorreu a inoculação de *Trichoderma*.....42
- Figura 9. Representação em porcentagem dos patógenos mais citados nos trabalhos publicados no período de 2011 a 2021 cujo objetivo foi analisar o biocontrole com o fungo *Trichoderma*.....44
- Figura 10. Representação em porcentagem do ambiente no qual fungo *Trichoderma* foi inoculado ou isolado, nos trabalhos publicados no período de 2011 a 2021.....48
- Figura 11. Número de publicações referentes ao tema *Trichoderma* realizadas em periódicos publicados por Universidades públicas no Brasil, de 2011 a 2021.....48



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Universidades públicas (Estaduais e Federais) existentes em cada região do Brasil.....	27
Tabela 2. Universidades públicas no Brasil e seus respectivos cursos de Pós-Graduação ( <i>Stricto sensu</i> ) que realizam pesquisas referentes ao fungo <i>Trichoderma</i> .....	30
Tabela 3. Periódicos científicos vinculados às Universidades públicas do Brasil que publicaram trabalhos científicos referentes a pesquisa relacionada ao fungo <i>Trichoderma</i> , no período de 2011 a 2021.....	35
Tabela 4. Trabalhos publicados nos periódicos das Universidades públicas do Brasil no período de 2011 a 2021 referentes ao uso do fungo <i>Trichoderma</i> aplicados a espécies vegetais.....	39
Tabela 5. Trabalhos publicados nos periódicos das Universidades públicas do Brasil no período de 2011 a 2021 referentes ao uso do fungo <i>Trichoderma</i> aplicados na avaliação do biocontrole de outras espécies.....	42
Tabela 6. Trabalhos publicados nos periódicos das Universidades públicas do Brasil no período de 2011 a 2021 referentes ao uso do fungo <i>Trichoderma</i> aplicados a espécies vegetais.....	45

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

FACIAGRA - Faculdade de Ciências Agrárias de Araripina  
FURG - Universidade Federal do Rio Grande  
UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina  
UEA - Universidade do Estado do Amazonas  
UEAP - Universidade do Estado do Amapá  
UECE - Universidade Estadual do Ceará  
UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana  
UEG - Universidade Estadual de Goiás  
UEL - Universidade Estadual de Londrina  
UEM - Universidade Estadual de Maringá  
UEMA - Universidade Estadual do Maranhão  
UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais  
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense  
UENP - Universidade Estadual do Norte do Paraná  
UEPA - Universidade do Estado do Pará  
UEPB - Universidade Estadual da Paraíba  
UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa  
UERGS - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
UERN - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
UERR - Universidade Estadual de Roraima  
UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz  
UESPI - Universidade Estadual do Piauí  
UFABC - Universidade Federal do ABC  
UFAC - Universidade Federal do Acre  
UFAL - Universidade Federal de Alagoas  
UFAM - Universidade Federal do Amazonas  
UFBA - Universidade Federal da Bahia  
UFC - Universidade Federal do Ceará  
UFCG - Universidade Federal de Campina Grande  
UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
UFES - Universidade Federal do Espírito Santo  
UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul  
UFG - Universidade Federal de Goiás  
UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados  
UFMA - Universidade Federal do Maranhão  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais  
UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso  
UFOPA - Universidade Federal do Oeste do Pará

UFPA - Universidade Federal do Pará  
UFPB - Universidade Federal da Paraíba  
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco  
UFPEl - Universidade Federal de Pelotas  
UFPI - Universidade Federal do Piauí  
UFPR - Universidade Federal do Paraná  
UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia  
UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco  
UFRR - Universidade Federal de Roraima  
UFS - Universidade Federal de Sergipe  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos  
UFSJ - Universidade Federal de São João del-Rei  
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
UFT - Universidade Federal do Tocantins  
UFTM - Universidade Federal do Triângulo Mineiro  
UFU - Universidade Federal de Uberlândia  
UFV - Universidade Federal de Viçosa  
UNB - Universidade de Brasília  
UNEAL - Universidade Estadual de Alagoas  
UNEB - Universidade do Estado da Bahia  
UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso  
UNESP - Universidade Estadual Paulista  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
UNICENTRO - A Universidade Estadual do Centro-Oeste  
UNIFAL - Universidade Federal de Alfenas  
UNIFAP - Universidade Federal do Amapá  
UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo  
UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
UNIR - Universidade Federal de Rondônia  
UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
UNITINS - Universidade Estadual do Tocantins  
UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco  
UPE - Universidade de Pernambuco  
URCA - Universidade Regional do Cariri  
USP - Universidade de São Paulo  
UVA - Universidade Estadual do Vale do Acaraú

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 JUSTIFICATIVA .....	15
1.2 OBJETIVOS .....	16
1.2.1 Objetivo geral .....	16
1.2.2 Objetivos específicos .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 DOENÇAS EM PLANTAS .....	17
2.2 CONTROLE BIOLÓGICO .....	18
2.3 <i>Trichoderma</i> NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS .....	20
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o gênero *Trichoderma* destaca-se no cenário de controle biológico de doenças de plantas no Brasil, tendo a maioria de suas pesquisas voltadas para o biocontrole de doenças de culturas de grande importância econômica e social (BETTIOL; SILVA; CASTRO, 2019). São fungos de vida livre encontrados em variados ambientes que em sua fase sexuada apresentam formação de corpos de frutificação do tipo peritécio, formados em estromas de coloração verde, amarelada, creme ou marrom, produzidos sobre o substrato colonizado (ABREU; PFENNING, 2019).

Desde da primeira publicação relatando seu potencial antagonista frente a *Rhizoctonia solani* e *Monilinia fructicola* pela espécie *Trichoderma virens* (WEINDLING, 1934 apud MORANDI; BETTIOL, 2009), inúmeros trabalhos já comprovaram sua eficiência no controle biológico de diversas doenças de plantas que assolam ou causam prejuízos consideráveis em diversas culturas de importância econômica e social. O primeiro produto disponibilizado no mercado para uso no Brasil, foi em 1987 produzido pela Embrapa Clima Temperado. Porém, somente a partir dos anos 2000 ocorreu um aumento significativo da produção e uso de *Trichoderma*, sendo o primeiro produto comercial à base de *Trichoderma* registrado somente em 2008 (MORANDI; BETTIOL, 2009).

O controle biológico ou biocontrole apresenta-se como mais uma ferramenta no manejo de pragas e doenças na agricultura. Segundo Agrios (2005), o controle biológico é a redução do inóculo ou das atividades determinantes da doença causadas por um patógeno, realizada por ou através de um, ou mais organismos que não o homem, ou ainda a destruição parcial ou total de patógenos por outros organismos frequentemente encontrados na natureza. Ou seja, qualquer interferência negativa no crescimento, infectividade, virulência, agressividades ou outros atributos de outro microrganismo pode ser considerado controle biológico (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018). Devido a estas propriedades de interferência em organismos patogênicos, os microrganismos que causam controle biológico são chamados de “antagonistas”.

Ao longo das décadas a pesquisa já abordou diversos trabalhos relatando o biocontrole tendo como antagonista espécies de *Trichoderma*. Entre as diversas publicações alguns dos patógenos mais mencionados nos trabalhos é a *Sclerotinia sclerotiorum* que é um fitopatógeno habitante do solo que infecta importantes culturas agrícolas no Brasil como, por exemplos, alface, soja, feijão, canola, girassol etc. E o gênero *Fusarium*, sendo um dos principais causadores de perdas à cultura da soja, por ser capaz de provocar a morte das

plantas e poder atacá-las desde a fase inicial do desenvolvimento. No entanto inúmeras doenças fúngicas, bacteriológicas, viróticas e inclusive insetos são citados em trabalhos onde se objetiva o biocontrole através do *Trichoderma* (MORANDI; BETTIOL, 2009; RIBAS, 2010).

Inúmeras culturas também tem suas principais mazelas sendo confrontadas com o auxílio do *Trichoderma*. As mais frequentemente encontradas na literatura são de grande importância econômica e social como a soja e o feijão por exemplo, mas também se verifica muitos trabalhos com culturas afetadas em estádios específicos de desenvolvimento, como é o caso do tomateiro e outras culturas que podem ser afetados pelo *damping-off*, causado por diversos patógenos. Mais recentemente muitos trabalhos relatam a aplicação de *Trichoderma* em culturas florestais como o *Pinus* spp. e o *Eucalyptus* spp. (BOVOLINI *et al.*, 2018; SOUZA; BRITO; REGO, 2021).

O *Trichoderma* é considerado um fungo singular do ponto de vista de seu potencial de aplicabilidade na produção sustentável, visto que a principal característica das espécies é que são dotadas de grande oportunismo, apresentando alta capacidade de colonizar a rizosfera das plantas e muitos substratos com diferentes características, em ambientes bastante distintos. Muito além do biocontrole de doenças de plantas, o *Trichoderma* também tem demonstrado seu potencial como promotor de crescimento em diversas culturas e um indutor de defesas das plantas (SOUZA; BRITO; REGO, 2021).

Apesar de vários trabalhos já apresentarem os benefícios do uso do gênero *Trichoderma*, alguns autores listam empacos na pesquisa e ampliação do uso do fungo, como a falta de estudos básicos relacionados à biologia, fisiologia, nutrição, relações hospedeiro/inimigo natural e análises de impacto ambiental, a falta de continuidade de programas de pesquisa, projetos mal planejados, além da falta de credibilidade e de políticas públicas com definição de prioridades em investimentos na área (MORANDI; BETTIOL, 2009).

Tendo em vista a importância do tema do biocontrole, além do grande potencial que fungos do gênero *Trichoderma* tem para além do biocontrole de fitopatógenos, torna-se imprescindível o papel das Universidades públicas na produção científica acerca do tema proposto. Este trabalho buscou realizar um levantamento dos trabalhos publicados em revistas científicas, produzidas pelas universidades públicas do Brasil, nas áreas das Ciências Agrárias, Ciências dos Solos e Biotecnologia, no período entre 2011 e 2021.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O controle das doenças em plantas na agricultura é fundamental para garantir a produção e a qualidade da espécie vegetal explorada, mantendo a eficiência e o potencial da cultura. Logo tem-se buscado, métodos de controle alternativos ao controle químico já consagrado entre a maioria dos produtores, neste sentido o uso do *Trichoderma* pode representar uma importante oportunidade para reduzir os riscos e problemas referentes à utilização dos produtos sintéticos, que se associada a outras práticas de manejo integrado, pode colaborar para a redução das doses e aplicações desses produtos.

Com a finalidade de aproximar a forma de produção convencional da sustentabilidade, muitas ações de pesquisa são necessárias para o entendimento dos mecanismos de ação envolvidos nas interações entre os agentes de biocontrole, os patógenos, as plantas e o ambiente. Logo, torna-se necessário ainda pesquisas, considerando principalmente as distintas interações, a variabilidade de *Trichoderma*, as condições de aplicações, a diversidade edafoclimáticas e os impactos ambientais que os agentes de biocontrole podem ter (DALACOSTA; FURLAN; MAZARO, 2019). São poucas as instituições de pesquisa e indústrias que têm se dedicado ao controle biológico, tanto no desenvolvimento de pesquisas, como de produtos para viabilizar o uso comercial (MORANDI; BETTIOL, 2009)

Muito além de um antagonista frente aos fitopatógenos que assolam várias culturas o *Trichoderma* apresenta outras propriedades ainda desconhecidas, ou que não se sabe ao certo seu efeito sob determinada condição. desta forma torna-se necessária a identificação dos focos da pesquisa relacionada ao gênero *Trichoderma*. A intensificação no desenvolvimento de trabalhos de pesquisas direcionados às diversas etapas para a obtenção dos produtos que possam vir a sanar problemas cotidianos nas mais diversas áreas, deve também suprir lacunas existentes no estudo de determinado tema. Desta forma este trabalho pode vir a direcionar os esforços e complementar a busca por soluções aplicadas à sustentabilidade da agricultura.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento bibliográfico sobre o uso do fungo *Trichoderma* no controle biológico de doenças em plantas.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Efetuar uma busca das Universidades Públicas, Federais e Estaduais no Brasil, e nelas a existências de cursos de Pós-graduação com linhas de pesquisas com o uso de controle biológico utilizando o *Trichoderma*;

Realizar uma busca dentre os periódicos científicos de trabalhos relacionados com o uso do *Trichoderma* no controle de doenças em plantas dentro do período de 2011 a 2021.

Realizar o levantamento das principais culturas e fitopatógenos relacionados ao uso do *Trichoderma*.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DOENÇAS EM PLANTAS

O entendimento das relações que ocorrem entre patógenos e plantas parte do princípio de que essas são interações que compreendem um fenômeno biológico que ocorre naturalmente na natureza e as que mantêm os ciclos biológicos naturais (GHINI, 2008; MICHEREFF, 2001). O que se verifica é que as doenças em plantas ocorrem frequentemente devido a alterações do equilíbrio causadas pela interferência humana. Em consequência, ocorre a redução da produção pela ocorrência de doenças fúngicas, bacterianas, viróticas e nematóides que provocam danos tanto na parte aérea da planta quanto no sistema radicular, resultando em dano parcial, morte da planta ou de suas partes (BETTIOL; MORANDI, 2009)

Existem inúmeras definições e afirmações a respeito da natureza das doenças de plantas. Uma definição que contempla o assunto é a sugerida por Agrios (2005, p.5), onde

doença é o mau funcionamento de células e tecidos do hospedeiro que resulta na sua contínua irritação por um agente patogênico ou fator ambiental e que conduz ao desenvolvimento de sintomas. A doença é uma condição envolvendo mudanças anormais na forma, fisiologia, integridade ou comportamento da planta. Tais mudanças podem resultar em dano parcial ou morte da planta ou de suas partes.

Um contexto favorável ao aparecimento de doenças em plantas é o que apresenta as condições necessárias para o estabelecimento da doença, a partir da presença de um hospedeiro suscetível, de um patógeno virulento e ambiente favorável para a infecção, colonização e reprodução do fitopatógeno. O conhecimento destas condições permite que sejam adotadas estratégias para controlar a doença nos diferentes métodos de cultivo e consequentemente reduzir os prejuízos e perdas que podem ser causados por uma epidemia (VIDA *et al.*, 2004).

Em sistemas de cultivo de plantas cultivadas com finalidade comercial, a manutenção do potencial produtivo das culturas passa pelo monitoramento e manejo das doenças que possam vir a atingir a produção. E as estratégias de manejo adotadas, para serem de fato efetivas ou paliativas dependem de fatores que envolvem o conhecimento da planta, dos patógenos em potencial e das condições ambientais do agroecossistema (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018). Estes conhecimentos quando aplicados nos sistemas produtivos, permitem realizar a diagnose de doenças em plantas, sendo elas bióticas ou abióticas, segundo (DUARTE; BOA, 2005), a diagnose assemelha-se a uma arte, e depende

do conhecimento dos fatores citados acima associados com um perfil investigativo do profissional que a prática.

A ausência do acompanhamento de uma epidemia e controle de uma doença pode provocar graves problemas econômicos e sociais, como ocorreu no século passado, onde a batata que era à base da alimentação dos habitantes do norte da Europa Ocidental, teve sua produção dizimada pelo surgimento de uma nova doença conhecida atualmente como requeima, que é causada pelo fungo *Phytophthora infestans*, acarretando em prejuízos econômicos e sociais provocando a morte de 2 milhões de pessoas (AGRIOS, 2005). O estudo epidemiológico das doenças de plantas busca compreender as interações entre as populações de patógenos e de hospedeiros (BERGAMIN FILHO, 2011).

Deste modo, o controle de determinada doença é indispensável para evitar que a mesma atinja o limiar de dano econômico e social, além de garantir a qualidade e produtividade da espécie cultivada. Para isso, são adotadas algumas práticas de controle sendo o químico, através do uso de agrotóxicos, o mais conhecido e realizado pelos produtores (BRUM, 2012; SILVA *et al.*, 2013). Apesar de existir no mercado um grande número de compostos capazes de controlar fungos e outros organismos, existe uma demanda crescente por novos produtos, uma vez que os organismos desenvolvem resistência a tais compostos após certo tempo de contato (ESTRADA; STANGARLIN; CRUZ, 2000). Com isso, estes passam a ser menos efetivos e, muitas vezes, perdem totalmente a atividade. Outro aspecto importante a considerar é o surgimento frequente de novos insetos-pragas, plantas daninhas e fungos, havendo a necessidade do estudo de novos produtos para controlar tais organismos (PASCHOLATI; SOUZA; CARDOSO, 2018).

Conseqüentemente, recomendações para o controle de doenças de plantas são imprescindíveis e devem ser estruturadas em conceitos científicos e em conhecimentos da produção da cultura cultivada, para ser possível a esquematização de uma estratégia para o controle de doenças (VIDA *et al.*, 2004). Diante disto, torna-se necessária a busca de métodos de controle de fitopatógenos, dentre os quais a utilização de agentes alternativos que apresentem efeito antagonista e de controle dos patógenos, em razão dos efeitos positivos, da sustentabilidade ambiental e da diminuição dos riscos à saúde humana são passíveis de investigação (RUFINO; ARAÚJO; NOGUEIRA, 2018).

## 2.2 CONTROLE BIOLÓGICO

Atualmente, uma grande diversidade de microrganismos fitopatogênicos são causadores de doenças em plantas, os quais representam grandes problemas para a agricultura, e afetam tanto a produção de alimentos, como os setores ligados à produção de fibras e energia. Logo, é justificável a grande preocupação da sociedade, em especial de agricultores, no que diz respeito à ação desses agentes bem como aos impactos ambientais decorrentes dos manejos adotados na agricultura (RUFINO *et al.*, 2018).

Neste sentido, o controle biológico de pragas e doenças constitui-se em um processo importante para atender a demanda, cada vez maior, de produtos e alimentos livres de resíduos deixados pelas aplicações de agrotóxicos. Para Bueno *et al.*, (2015), há três formas para se interpretar o controle biológico, podendo ser tanto como um campo de estudos em diferentes áreas, tais como ecologia de populações, biossistemática, comportamento, fisiologia e genética; como um fenômeno natural, visto que quase todas as espécies têm inimigos naturais que regulam suas populações e como uma estratégia de controle de pragas e doenças através da utilização de parasitóides, predadores e patógenos.

Uma definição usualmente aceita sobre o controle biológico é a apresentada por Agrios (2005, p.303), onde seria

a redução do inóculo ou das atividades determinantes da doença causadas por um patógeno, realizada por ou através de um, ou mais organismos que não o homem, ou ainda a destruição parcial ou total de patógenos por outros organismos frequentemente encontrados na natureza.

A premissa seria que qualquer interferência negativa no crescimento, infectividade, virulência, agressividades ou outros atributos de outro microrganismo pode ser considerado controle biológico e devido a estas propriedades de interferência em organismos patogênicos, os microrganismos que causam controle biológico são chamados de “antagonistas” (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

O controle biológico de doenças no Brasil é representado por autores de forma inconstante, com marcos importantes, mas de forma geral é tida como relativamente recente. Entre os principais acontecimentos que marcam o biocontrole no Brasil são citados o primeiro artigo publicado sobre o tema por Reinaldo Foster (1950), intitulado “Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pelo filtrado de culturas de *Trichoderma* sp.” Anos mais tarde foi realizada pelo IBAMA a publicação da portaria 131 de 03 de novembro de 1997 estabelecendo os critérios e procedimentos para efeito de registro e avaliação ambiental de agentes microbianos empregados na defesa fitossanitária, já em 2009 havia mais de 20

marcas comerciais de produtos contendo agentes de controle biológico de fitopatógenos estão disponíveis para os agricultores (MORANDI; BETTIOL, 2009).

Embora ainda menos incipiente que o biocontrole de pragas na agricultura, o controle biológico voltado à problemática das doenças de plantas apresenta perspectivas de crescimento. Os fungos representam o maior e o mais diversos grupo de organismos fitopatogênicos e todas as plantas são atacadas por patógenos fúngicos em maior ou menor grau (BETTIOL *et al.*, 2012, MASSOLA; KRUGNER, 2011). Associado a isso o modelo predominante da agricultura convencional, e tem como base o retorno econômico imediato, preconiza o controle aos problemas fitossanitários quase exclusivamente pela aplicação contínua em larga escala de agrotóxicos. Normalmente, o controle biológico oferece algumas vantagens comparado ao uso de métodos convencionais de controle como menor custo, menor período de carência e de reentrada na lavoura, facilidade de aplicação, além de maior segurança do trabalhador responsável por esta tarefa (MORANDI *et al.*, 2019).

Segundo Parra (2019) é incoerente afirmar que o controle biológico deve resolver o controle de pragas e doenças isoladamente, mas sim, deve fazer parte de um programa de “Manejo Integrado de pragas e Doenças” (MIPD) e constituir-se como mais uma ferramenta a disposição de produtores a fim de alcançar melhores resultados, aliando a produção agrícola a sustentabilidade. Outra questão, segundo este mesmo autor, é acerca do mito de que o custo do controle biológico para ser implantado, deve ser menor do que o preço do controle químico, desconsiderando-se as vantagens ecológicas e sociais do controle biológico.

As ações de controle de doenças na agricultura, por vezes, resultam em contaminações decorrentes do uso inadequado de meios de controle, essencialmente químicos, e que vêm causando problemas no âmbito do mundo agrícola, o que compromete alguns segmentos ou setores do mercado agrícola que, por conseguinte, visam à aquisição de produtos diferenciados ou de boa qualidade (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003; LOPES, 2017; WAICHMAN, 2012).

### 2.3 *Trichoderma* NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS

Entre os microrganismos habitantes do solo, encontra-se o fungo *Trichoderma*, que está presente nos mais variados ambientes, com mais frequência em solos de regiões de clima temperado e tropical. O *Trichoderma* Pers. pertence à classe Sordariomycetes do filo Ascomycota, a fase sexuada é caracterizada pela formação de corpos de frutificação do tipo peritécio, formados em estromas de coloração verde, amarelada, creme ou marrom, produzidos sobre o substrato colonizado. Nos peritécios são formados ascos cilíndricos contendo oito ascósporos, que se fragmentam em 16 esporos esverdeados ou hialinos (JAKLITSCH, 2009; ABREU; PFENNING, 2019).

A diversos mecanismos de ação do *Trichoderma* que conferem a ele o potencial antagonista no biocontrole de doenças. Uma das características mais relevantes do gênero *Trichoderma* é a sua capacidade para parasitar fungos. Tal habilidade para enrolar, penetrar e destruir o conteúdo citoplasmático de *Rhizoctonia solani* é conhecida há muito tempo e foi descrita por Weindling (1932 apud MORANDI; BETTIOL, 2009) em seus trabalhos com a espécie *T. virens*. Estudos ecofisiológicos demonstraram que, em maior ou menor escala, todas as espécies de *Trichoderma* são eficazes parasitas de fungos fitopatogênicos e de oomicetos (DRUZHININA *et al.*, 2018), como uma estratégia de nutrição biotrófica.

Outro mecanismo que confere as propriedades antagonistas ao *Trichoderma* é a produção de metabólitos secundários, que também apresentam grande variedade e aplicação potencial. Embora ainda seja considerado escassos os ensaios conduzidos para se conhecer a eficácia de biocontrole de uma doença de planta por um determinado metabólito em condições de campo, a atividade antifúngica *in vitro* de muitos dos metabólitos secundários produzidos por *Trichoderma* já bastante conhecida, aplicada a *Botrytis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Stachybotrys*, *Colletotrichum*, *Penicillium*, *Aspergillus* e *Gaeumannomyces* entre outros fungos (HERMOSA *et al.*, 2014). Além do trabalho pioneiro de Weindling (1934), que já citava a ação metabólitos produzidos por *T. virens*, capazes de inibir o crescimento de *R. solani* e *Monilinia fructicola*.

A competitividade do *Trichoderma* por substratos confere ao gênero outra importante característica antagonista para o biocontrole, pois mostram uma grande versatilidade metabólica que lhes permite crescer utilizando uma ampla gama de fontes de carbono e de nitrogênio. Segundo Monte *et al.* (2019, p. 187) “os genomas de *Trichoderma* parecem desenhados para expressar seu grande oportunismo”. Esta capacidade para colonizar a rizosfera das plantas é uma característica desejável para o biocontrole, uma vez que um

agente de controle biológico que não apresente capacidade de crescer na rizosfera não poderá competir por espaço e nutrientes.

Outra funcionalidade potencial do *Trichoderma* é a sua capacidade de em algumas espécies vegetais promover o crescimento das plantas, tal afirmação é bastante ampla e diversos trabalhos têm relatado esta característica a partir do estudos de diferentes mecanismos de promoção do crescimento. (CHAGAS *et al.*, 2017; MACHADO *et al.*, 2012).

As diversas formas de expressar essa característica em plantas incluem a promoção do crescimento da parte aérea das plantas, produção de fito hormônios e metabólitos, incremento na absorção e a solubilização de nutrientes, aderência hidrofóbica e o desenvolvimento de pêlos absorventes das raízes laterais, com conseqüente aumento da superfície de absorção (SAMOLSKI *et al.*, 2012). Estes e outros efeitos simbióticos geram o bom desenvolvimento da planta que torna desta forma as raízes mais profundas e vigorosas, proporcionando maior tolerância à seca e também a pressão de patógenos.

Hermosa *et al.*, (2012; 2013) afirmam a existência do chamado de “efeito *Trichoderma*”, cujos mecanismos estão começando a ser compreendidos, mas podem ser definidos como a indução de defesas da planta por meio do *Trichoderma*. *Trichoderma* estimula de forma sistêmica as defesas das plantas frente ao ataque de patógenos e condições edáficas e ambientais adversas, sem a necessidade de estabelecer contato direto com o invasor ou estar submetida a um estresse prévio. Os patógenos controlados sistemicamente pela indução da resistência são fungos filamentosos, oomicetos e bactérias (SHORESH Shores et al., 2010), nematóides (MEDEIROS *et al.*, 2017), insetos (COPPOLA *et al.*, 2017) e vírus (ELSHARKAWY *et al.*, 2013).

Apesar de inúmeras vantagens e do enorme potencial do gênero *Trichoderma*, Parra (2019) cita problemas ainda existentes na promoção do controle biológico como a falta de estudos básicos relacionados à biologia, fisiologia, nutrição, relações hospedeiro/inimigo natural e análises de impacto ambiental, a falta de continuidade de programas, os projetos mal planejados além da falta de credibilidade e de políticas públicas com definição de prioridades nem investimentos na área. O *Trichoderma* tem potencial para se inserir de forma definitiva no cenário agrícola produtivo, para tal, é fundamental o comprometimento com a segurança e com a responsabilidade social por meio de incentivos à pesquisa e ao treinamento e de parcerias do setor público e privado (PARRA, 2019).

Tal expectativa constitui uma grande oportunidade para os países em desenvolvimento se inserirem no contexto internacional, principalmente o Brasil, com o potencial que apresenta frente a agrobiodiversidade da qual dispõe. Segundo Bettiol (2019, p. 39) “o

*Trichoderma* é mais do que um agente de controle biológico de doenças” pois, tem diversas outras finalidades e pode colaborar com a agricultura em diversos aspectos fundamentais e inclusive, alguns ainda pouco explorados.

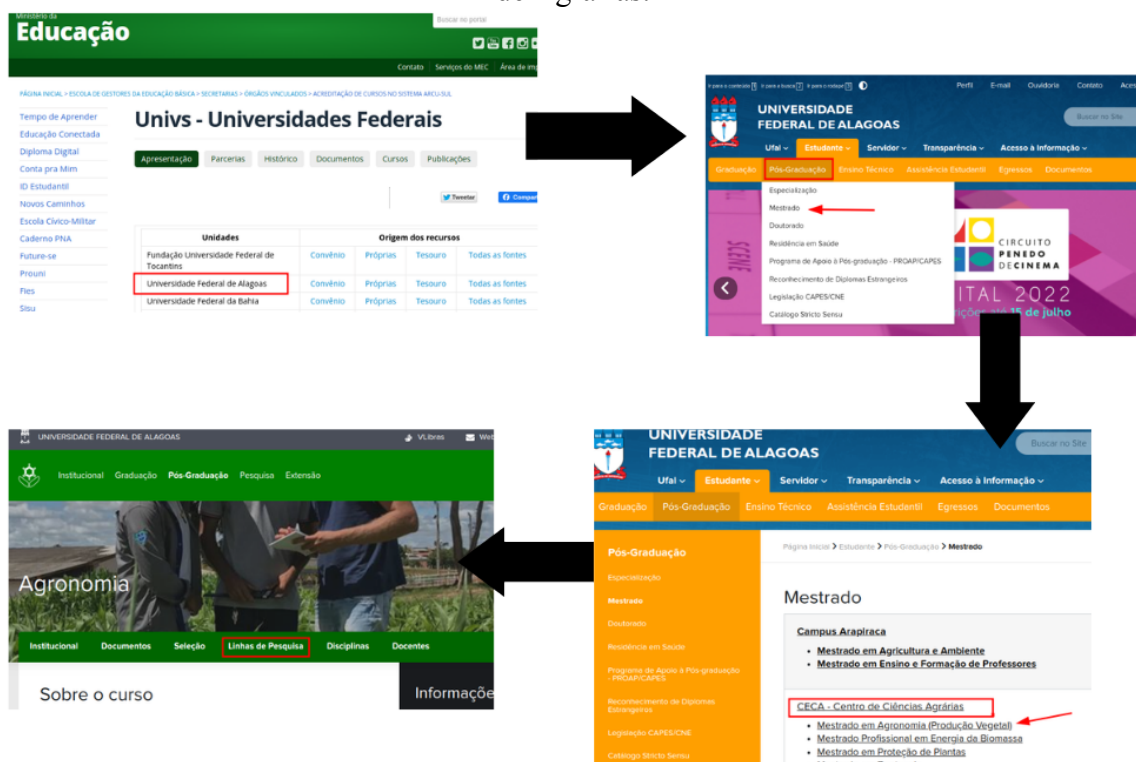
### 3 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho bibliográfico, foram levantadas por meio da página da web “Univs - Universidades Federais” do Ministério da Educação, onde é apresentada uma listagem das Universidades públicas Federais no Brasil e sua respectiva região. Esta etapa também foi realizada a partir do site das universidades brasileiras, do site de buscas na internet Google.com e sites oficiais do governo de cada estado sobre as respectivas universidades públicas estaduais de cada estado.

Primeiramente foi realizado o levantamento das Universidades públicas Federais, utilizando-se como palavras chave para a busca nos sites anteriormente citados, “Universidades públicas do Brasil”, “Universidades Públicas” e “Universidades Federais”. Em seguida foi feito o levantamento das Universidades públicas estaduais utilizando desta vez a especificação de cada estado. Para o Estado de Alagoas, por exemplo, foi utilizado nos sites de busca as palavras chave “Universidades públicas de Alagoas” e “Universidades estaduais - AL”.

Em seguida, foi verificado nos sites oficiais das Universidades, que possuíam cursos de graduação que pudessem se relacionar ao tema, como cursos nas áreas de Ciências Agrárias, Biológicas ou Biotecnologia, por exemplo (Figura 1).

Figura 1. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para realizar o levantamento de quais são as Universidades Públicas do Brasil e seus respectivos cursos de Pós-Graduação na área de Agrárias.



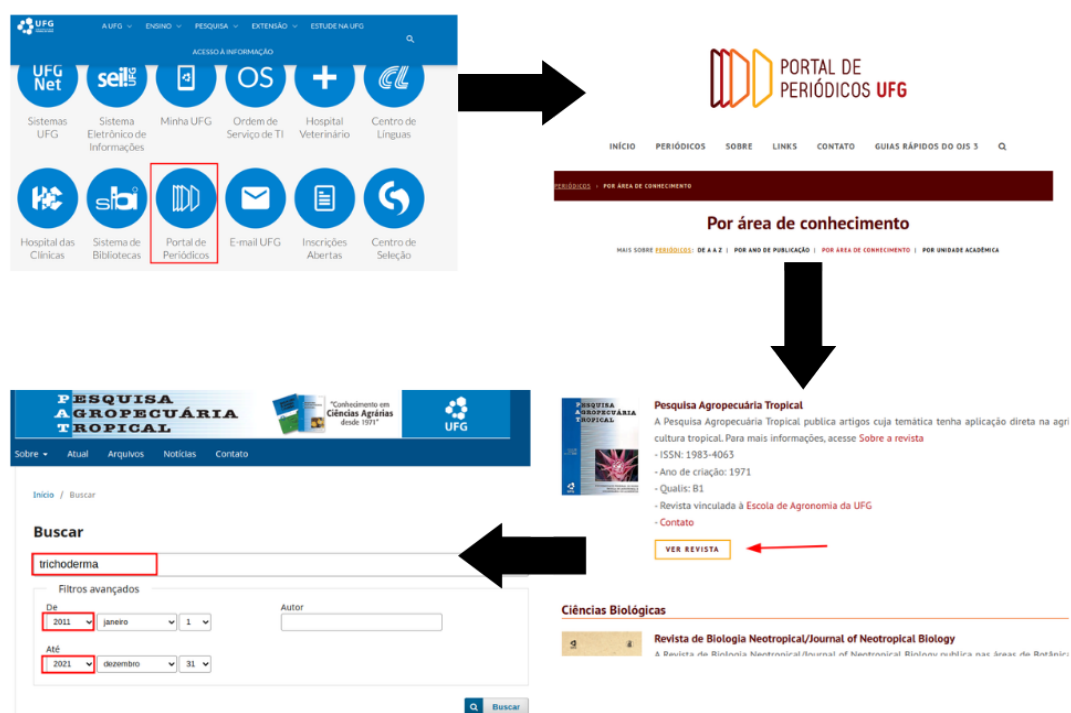


Fonte: Autor, 2022.

Posteriormente foram averiguadas quais possuíam cursos de Pós-Graduação (*Stricto sensu*) em áreas do conhecimento que poderiam ter em seu escopo, ou já desenvolveram em suas linhas de pesquisa, trabalhos sobre o uso do fungo *Trichoderma* independente das aplicabilidades.

Do mesmo modo, foram verificados todos os periódicos eletrônicos de cada Universidade e selecionado somente os periódicos que compreendem a área de Ciências Agrárias e entre estas, foi verificado todos os trabalhos científicos disponíveis no acervo do periódico nos últimos dez anos (período de 2011 a 2021) e selecionado somente os trabalhos referentes ao uso, abordagem ou estudo de fungos do gênero *Trichoderma* (Figura 2).

Figura 2. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para realizar a busca dos periódicos na área de Agrárias das Universidades e os trabalhos publicados no período de 2011 a 2021, referentes ao uso de *Trichoderma* relacionado a área de Ciências Agrárias.



Fonte: Autor, 2022.

Após esta etapa, no campo de busca das páginas correspondentes aos periódicos selecionados, foi determinado o termo “*Trichoderma*” e selecionado os períodos publicados entre 2011 a 2021 (Figura 2). Em seguida a este levantamento, foi realizado o acesso a cada um dos trabalhos selecionados e apuradas as seguintes informações: Título do artigo, ano da publicação, objetivo e cultura (Figura 3).

Figura 3. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para realizar a busca nos periódicos anteriormente selecionados e publicados no período de 2011 a 2021, referentes ao uso e estudo do fungo *Trichoderma*.



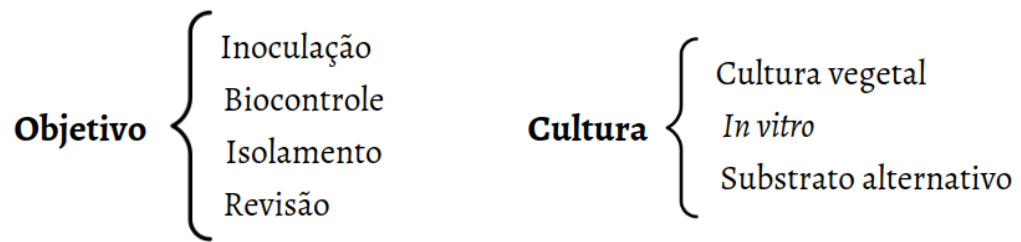
Fonte: Autor, 2022.

No levantamento, os dados obtidos no termos “objetivo” foram subdivididos em quatro categorias de acordo com a finalidade da pesquisa (Figura 4). A categoria “inoculação” refere-se quando a pesquisa objetivou a análise da promoção de crescimento em determinada cultura. A categoria “Biocontrole” indica quando o objetivo da pesquisa foi analisar o potencial antagonista de *Trichoderma* quando confrontado com determinado fitopatógeno ou praga alvo da pesquisa. Já a categoria “Isolamento” indica quando o objetivo do trabalho foi selecionar o *Trichoderma* spp. de determinado ambiente e a categoria “Revisão” quando o trabalho se aplicou em expor uma revisão bibliográfica sobre o tema.

Já o termo “Cultura” foi subdividido três categorias, onde a categoria “Cultura vegetal” refere-se a cultura agrícola ou florestal na qual se objetivou o biocontrole de determinado patógeno, ou o meio onde se realizou a inoculação ou isolamento do *Trichoderma*. A categoria “in vitro” indica quando o experimento apresentado na publicação não denominou em sua metodologia cultura ou substrato específico na qual o trabalho introduziu o fungo *Trichoderma*. Por fim, a categoria “Substrato alternativo”, quando no experimento o foco do biocontrole, inoculação ou isolamento foi determinado substrato que não uma cultura vegetal específica.

Após o levantamento dos dados, realizou-se a análise dos dados e as informações foram compiladas e calculadas as suas proporções e estimativas percentuais, com a finalidade apurar os resultados e gerar as discussões e conclusões às quais o trabalho se propôs alcançar.

Figura 4. Esquema ilustrativo da metodologia utilizada para subdividir os tópicos principais do levantamento referentes ao uso e estudo do fungo *Trichoderma*.



Fonte: Autor, 2022.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao levantamento realizado, em relação às Universidades, foram encontrados um total de 194 Universidades públicas no Brasil, sendo 99 Federais e 95 Estaduais (Tabela 1).

Tabela 1. Universidades públicas (Estaduais e Federais) existentes em cada região do Brasil.

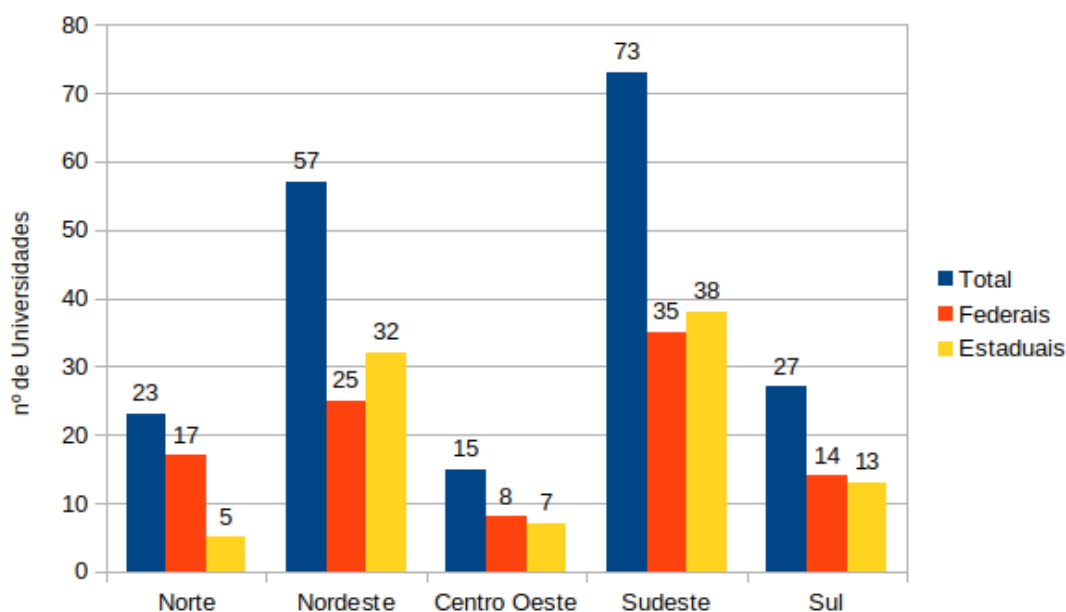
<b>Universidades Federais</b>	<b>Universidades Estaduais</b>	<b>Estado</b>
<b>Região Norte</b>		
UFPA, UFRA, UFOPA, IFPA, CIABA	UEPA	Pará
UNIFAP, IFAP	UEAP	Amapá
UFRR, IFRR	UERR	Roraima
UFAM, IFAM	UEA	Amazonas
UFAC, IFAC	-	Acre
UNIR, IFRO	-	Rondônia
UFT, IFTO	UNITINS	Tocantins
<b>Região Nordeste</b>		
UFBA, IFBA, UFRB, UNIVASF	UNEB, UNIFACS, EBMSP, ESAEX, UEFS, UESC, UESB	Bahia
UFS, IFS	-	Sergipe
UFAL, IFAL	UNCISAL, UNEAL	Alagoas
UFPE, IFPE, UFRPE, UNIVASF	UPE, FALIAGRA, FAFOPA, CESA, CESVASF, FAEB, FFPG, ISEG, FACAL, FACIP, FACAP, FACHUSC, FACHUCA	Pernambuco
UFPB, IFPB, UFCG	UNIPE, UEPB	Paraíba
UFRN, IFRM, UFERSA	IFESP, UNRN	Rio Grande do Norte
UFC, UNILAB, UFC	UECE, UVA, URCA	Ceará
UFPI, IFPI	UESPI, ISEAF	Piauí
UFMA, IFMA	UEMA	Maranhão
<b>Região Centro-Oeste</b>		
UFMS, UFGD	UEMS	Mato Grosso do Sul

IFG, UFG	UEG, FECHA, FAFICH, FESURV	Goiás
UFMT, IFMT	UNEMAT	Mato Grosso
UNB, IFB	ESCS	Distrito Federal
<b>Região Sudeste</b>		
IFSP, UNIFESP, UFSCAR, ITA	UFABC, UNESP, FATEC, FATEB, UNICAMP, ESEFIC, Uni-FACET, FAIBI, ESEFJ, FAMEMA, FAFEM, FITO, FOSBC, UNIFAE, UNITAU, FAMERP, USP	São Paulo
UFMG, IFMG, CEFET, UNIFAL, IFNMG, IFSEMG, UFSJ, UFTM, UFU, UFV	UTRAMIG, CEA, EG, UEMG, FDC, ISEFOR, ISEB, ISECC, UNIMONTES, ISEAT	Minas Gerais
CEFETRJ, IFRJ, INES, UNIRIO, UFRJ, UFF, UFRRJ	ENCE, ISERJ, UERJ, UEZO, ISEBJI, ISEPAM, UENF, FEITA, FEMASS	Rio de Janeiro
UFES, IFES, EAFA	FAMES, FAFIA	Espírito Santo
<b>Região Sul</b>		
UFRGS, UFCSPA, UNIPAMPA, IFRS, FURG, UFPEL, UFSM	UERGS	Rio Grande do Sul
UFSC, IFSC, UFFS	UDESC, FURB, UNIFEBE, UNOESC, UNESC,	Santa Catarina
IFPR, UTFPR, UNILA,	EMBAP, UNIOESTE, UEL, UEM, UEPG, UNICENTRO, UNICENTRO, UEMP	Paraná

Fonte: Autor, 2022.

A região com maior número de Universidades públicas é o Sudeste com 73 (37,6%), seguido pela região Nordeste com 57 (29,4%), Sul com 27 (13,9%), Norte com 23 (11,8%) e Centro-Oeste com apenas 15 (7,7%). Nas regiões Nordeste e Sudeste as Universidades Estaduais predominam (Figura 5).

Figura 5. Representação do número de Universidades públicas do Brasil (Federais e Estaduais) em cada região do país.

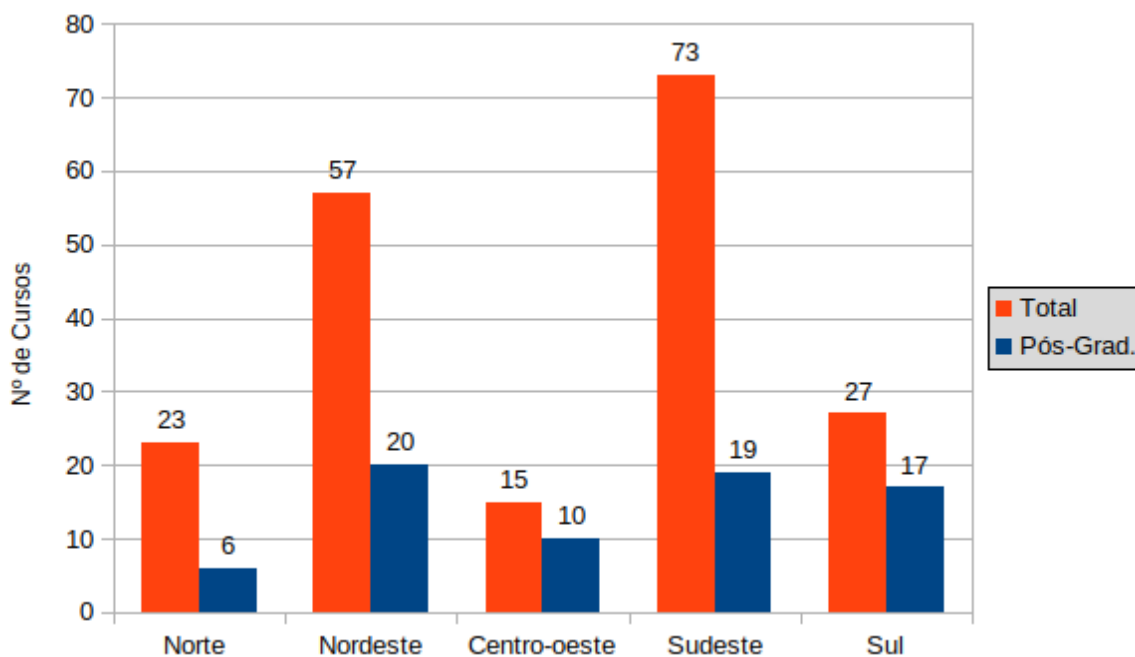


Fonte: Autor, 2022.

É possível observar, como a distribuição espacial das Universidades públicas no Brasil é desigual, quando comparamos ao tamanho territorial de cada região. De acordo com Teixeira et al (2009), o Sudeste apresenta uma área territorial de aproximadamente 924.620,6 km<sup>2</sup> enquanto a região Centro-Oeste, segundo o IPEA (2008), apresenta um território de 1.612.000 km<sup>2</sup>. Mesmo a região sudeste apresentando 57% do território da região Centro-Oeste, a diferença entre elas em relação à quantidade de Universidades Públicas é considerável. O Sudeste detém mais de 37% de todas as Universidades públicas do país, enquanto a região Centro-Oeste apenas 7,7% aproximadamente.

Em relação aos cursos de Pós-graduação (*Stricto sensu*) das 194 Universidades anteriormente citadas, 37,1% oferecem cursos com linhas de pesquisa na área da Fitopatologia, Microbiologia do Solo ou Biotecnologia. Observou-se também que, ao todo, somam 72 cursos de Pós-graduação e que desenvolvem pesquisas referentes ao estudo do gênero *Trichoderma*. A região que apresentou maior número de Universidades com cursos de Pós-graduação (*Stricto sensu*) que tem oferecido as linhas de pesquisa no tema pesquisado foi o Nordeste (20), seguido do Sudeste (19), Sul (17), Centro-Oeste (10) e Norte (6) (Figura 6).

Figura 6. Total de Universidades públicas e cursos de Pós-Graduação no tema proposto, por região.



Fonte: Autor, 2022.

A região Sudeste mesmo possuindo o maior número de Universidades públicas do Brasil, apenas 20,5% oferecem cursos de Pós-Graduação com linhas de pesquisa com *Trichoderma* sp.. Já a região Centro-oeste, mesmo tendo o menor número de universidades públicas, 60% destas oferecem cursos de Pós-graduação no tema levantado. Contudo, as regiões Sul e Norte apresentam números semelhantes de universidades públicas, porém, a região Norte apresenta menos da metade dos cursos de pós-graduação ofertados com linhas de pesquisa no tema proposto.

Através desses dados é possível demonstrar como é deficiente a pesquisa sobre o tema levantado, tanto em regiões como Norte, que apresenta um baixo número de instituições de forma geral, quanto na região Sudeste que apesar de apresentar muitas universidades apresenta um baixo número de especializações no tema proposto (Tabela 2).

Tabela 2. Universidades públicas no Brasil e seus respectivos cursos de Pós-Graduação (*Stricto sensu*) que realizam pesquisas referentes ao fungo *Trichoderma*.

Universidade	Programa de Pós-Graduação
<b>Região Norte</b>	
UFAC	Programa de Pós-graduação em Agronomia: Produção Vegetal

	(PPGA)
UFAM	Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical (PPGATR)
UFRA	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPAGRO)
UFRR	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (POSAGRO)
UERR	Programa de Pós-graduação em Agroecologia (PPGA)
UFT	Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV)
<b>Região Nordeste</b>	
UFAL	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
	Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas
UNEB	Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI)
UFRB	Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola (PPGMA)
UESB	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UNIVASF	Programa de Pós-graduação em Agronomia: Produção Vegetal (PPGA-PV)
UFC	Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia (PPGAF)
	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA)
UEMA	Programa de Pós-graduação em Agroecologia (PPGA)
UFPB	Programa de Pós-graduação em Agroecologia (PPGA)
UEPB	Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA)
UFCEG	Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical (PPGHT)
UFPE	Programa de Pós-graduação em Biotecnologia (PPGBiotec)
	Programa de Pós-graduação em Biologia de Fungos (PPGBF)
UFRPE	Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia (PPGF)
UNIVASF	Programa de Pós-graduação em Agronomia: Produção Vegetal (PPGA-PV)
UFPI	Programa de Pós Graduação em Agronomia: Produção Vegetal (PPGA-PV)
UFERSA	Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia PPGF



UFS	Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade (PPGAGRI)
	Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da UFS (NEREN)
<b>Região Centro-oeste</b>	
UNB	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UFG	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UEG	Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal (PPGPV)
FESURV	Programa de Pós-graduação Produção Vegetal (PPGPV)
UFMT	Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical (PPGATR)
UNEMAT	Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistema de produção Agrícola (PPGASP)
UFMS	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UEMS	Programa de Pós-graduação Produção Vegetal (PGAGRO)
	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UFGD	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
<b>Região Sudeste</b>	
UFES	Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT)
	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGPV)
UEMG	Programa de Pós-graduação em Agroecologia no Cerrado (PPGAC)
UFMG	Programa de Pós-graduação Produção Vegetal (PPGPV)
UFVJM	Programa de Pós-graduação Produção Vegetal (PPGPV)
UFPA	Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia (PPGFitopatologia)
UNIMONTES	Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido (PPGPVS)
UFSJ	Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA)
UFU	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UFV	Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia
UENF	Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV)

UFRRJ	Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica – PPGA O
	Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS)
USP	Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola
	Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia (PPG Fitopatologia)
UNESP	Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura
	Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Proteção de Plantas
	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal)
UFSCAR	Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos (PPGPVBA)
<b>Região Sul</b>	
UTFPR	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAG)
	Programa de Pós-graduação Multicampi em Agroecossistemas (PPGSIS)
UFPR	Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal (PGAPV)
	Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PG Solos)
UNIOESTE	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UEL	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UEM	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UEPG	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
UNICENTRO	Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal (PPGA)
UENP	Programa de Mestrado em Agronomia (PPAGRO)
UDESC	Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal (PPGPV)
UFSC	Programa de Pós-graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais (PPGEAN)
UFRGS	Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (PPG Fitotecnia)
UFPEL	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)
	Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFS)
UFSM	Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)

UFSM	Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente (PPGAAA)
------	--

Fonte: Autor, 2022.

Contudo, essas regiões com menores números de cursos de Pós-graduação, apresentam alto potencial, pois além de possuírem excelentes Universidades que oferecem cursos de Pós-Graduação na área de Agrárias. Tanto a região Norte como o Centro-oeste possuem também alta biodiversidade e inúmeras espécies endêmicas do fungo *Trichoderma* que podem ser estudadas e exploradas para atuarem principalmente como antagonistas no controle de doenças.

A partir da busca nos periódicos eletrônicos das Universidades listadas na Tabela 1, foram encontrados 36 periódicos científicos que publicaram, ao todo, 142 trabalhos científicos no período de 2011 a 2021. Tais artigos referem-se ao uso de fungos do gênero *Trichoderma* tanto como agente antagonista no controle de fitopatógenos, como foco de estudos em outras aplicações. A região Sul do país foi destaque em trabalhos publicados (64), seguida pela região Centro-Oeste (24), Sudeste (23), Nordeste (16) e Norte (15), (Tabela 3).

O periódico com maior número de trabalhos publicados (2011 a 2021) na região Norte foi a *Biotechnology and Biodiversity* com 6 publicações, na região Nordeste foi a *Caatinga* com 10 publicações, no Centro-Oeste foi a *Pesquisa Agropecuária Tropical* com 8, no Sudeste foi a *Bioscience Journal* com 13 e no Sul foi *Revista Ciência e Natura* com 9 publicações.

Tabela 3. Periódicos científicos vinculados às Universidades públicas do Brasil que publicaram trabalhos científicos referentes a pesquisa relacionada ao fungo *Trichoderma*, no período de 2011 a 2021.

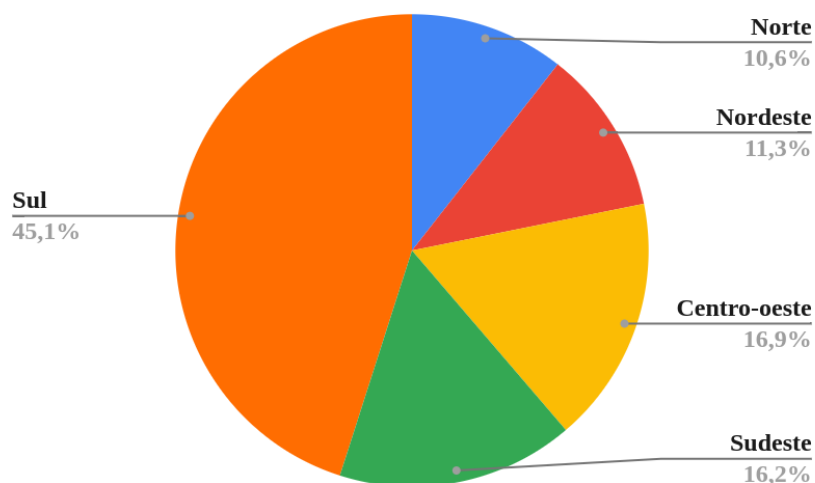
Estado	Universidade	Periódico	Qualis	N° Publicações
<b>Região Norte</b>				
Acre	UFAC	South American Journal of Basic Education, Technical and Technological	A3	1

Amapá	IFAP	Biota Amazônia	B1	2
Amazônia	UFRA	Ciências Agrárias	B3	2
Roraima	UFRR	AGRO@MBIENTE ON-LINE	B1	4
Tocantins	UFT	Biotechnology and Biodiversity	B5	6
<b>Total Região Norte</b>				15
<b>Região Nordeste</b>				
Alagoas	UFAL	Ciência Agrícola	B4	1
Ceará	UFC	Revista Ciência Agronômica	B1	3
Paraíba	UFPB	Gaia Scientia	B5	1
	UFCG	Agriambi	B1	1
Rio Grande do Norte	UFERSA	Caatinga	B1	10
<b>Total Região Nordeste</b>				16
<b>Região Centro-oeste</b>				
Goiás	UFG	Pesquisa Agropecuária Tropical	B1	8
		Biotecnologia & Ciência	B5	1
Mato Grosso	UFMT	Nativa	B3	4
	UNEMAT	Revista de Ciências Agroambientais	B5	2
Mato Grosso do Sul	UEMS	Agricultura Neotropical	B4	5
	UFGD	Agrarian	B3	4
<b>Total Região Centro-oeste</b>				24
<b>Região Sudeste</b>				
Minas Gerais	UFU	Bioscience Journal	B1	13
	UFV	Árvore	B1	8
		Revista Brasileira de Ciência do Solo	A2	1
São Paulo	USP	SCIENTIA AGRICOLA	A1	1
<b>Total Região Sudeste</b>				23
<b>Região Sul</b>				

Paraná	UTFPR	Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial	B5	5
	UFPR	Floresta	B1	4
		Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos	B2	1
		Acta Biológica Paranaense	B3	1
	UNIOESTE	Scientia Agraria Paranaensis	B4	6
	UEL	Semina: Ciências Agrárias	B1	7
	UEM	Acta Scientiarum. Agronomy	A2	3
		Acta Scientiarum. Biological Sciences	B1	3
	UNICENTRO	Applied Research & Agrotechnology	B4	4
		Ambiência	B4	1
Santa Catarina	UDESC	Revista de Ciências Agroveterinárias	B3	1
Rio Grande do Sul	UFRGS	Revista Brasileira de Biociências	B4	7
	UERGS	Revista Eletrônica Científica da UERGS	B5	1
	UFSM	Ciência Florestal	B1	5
		Ciência Rural	B1	6
		Revista Ciência e Natura	B4	9
<b>Total Região Sul</b>				<b>64</b>

Ao observar a concentração de publicações fica perceptível a heterogeneidade espacial da produção científica sobre o tema pesquisado, havendo maior concentração nas regiões Sul e Sudeste, que juntas correspondem a quase 65% de todos os trabalhos científicos publicados nos periódicos encontrados no período de 2011 a 2021 (Figura 7).

Figura 7. Representação em porcentagem da quantidade de publicações de cada região do Brasil com o tema proposto.



Fonte: Autor, 2021.

Além disso, em algumas regiões nota-se que a produção científica sobre o tema proposto, é mais concentrada em poucos periódicos científicos. Como pode ser observado na região Sudeste, um único periódico foi responsável por quase 56,5% dos trabalhos científicos publicados na região, que foi a revista Bioscience Journal, localizada no estado de Minas Gerais, e publicou 13 trabalhos com o tema proposto no período determinado.

Tais diferenças podem estar relacionadas ao Qualis dos periódicos. O Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para a estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. O Qualis é dividido em oito estratos, em ordem decrescente de qualidade: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C (CAPES, 2022).

Sabendo que determinado trabalho científico pode ser realizado em um local e publicado em um periódico de outro local, isso pode explicar por que determinados periódicos mencionados na Tabela 3 possuem mais publicações que outros. Visto que revistas com qualis superior são as mais disputadas e obviamente mais exigentes, alguns pesquisadores optam por publicar em revistas com Qualis inferior, o que justifica o fato de algumas regiões o periódico com maior número de trabalhos publicados não coincidir com a revista de maior Qualis. Outro fator importante é o tempo de existência do periódico, alguns são novos e consequentemente possuem menor número de trabalhos publicados.

Além disso, essa diferença na produção científica entre as regiões e até mesmo dentro de uma região, pode estar diretamente associada à desigualdade na distribuição dos recursos científicos e tecnológicos. Na qual determinados locais são favorecidos pela concentração de Universidades e Institutos de pesquisa ou/e maior disponibilidade de recursos humanos e financeiros.

Contudo, de um modo geral, o que se verificou foi um número relativamente baixo de publicações sobre o tema proposto. Considerando que segundo Reis e Cerqueira (2015), o Brasil é um dos países líderes da América Latina na produção de artigos científicos, sendo a área de Agrárias destaque em publicações, se esperava encontrar um número de trabalhos consideravelmente maior.

Considerando que a preocupação referente ao uso de produtos químicos na agricultura para o controle de doenças em plantas, concomitantemente com a busca por métodos de controle alternativos e tecnologias de promoção do crescimento de culturas vegetais com a finalidade de trazer maior eficiência ao uso dos recursos disponíveis vem crescendo nos dias atuais. Então, esperava-se maior quantidade de trabalhos publicados no período de 2011 a 2021 sobre o fungo *Trichoderma*, porém, vale salientar que a habilidade de espécies de *Trichoderma* em realizar o biocontrole de doenças já é conhecida e explorada há mais de 80 anos. No trabalho publicado por Weindling (1932), o pesquisador expõe a ação antagonista do *T. virens* no biocontrole da *Rhizoctonia solani* e *Monilinia fructicola* (WEINDLING, 1934). Logo, numerosos e importantes trabalhos já foram publicados sobre o tema antes do período estipulado para este levantamento.

No entanto, o que se observa é que mesmo em quantidades díspares, em todas as regiões do país, ocorre a pesquisa relacionada ao fungo *Trichoderma*, o que demonstra um genuíno interesse da sociedade acerca deste tema. A oscilação observada na quantidade de trabalhos publicados no período determinado pode estar relacionada ao investimento na pesquisa naquele ano ou na escolha editorial das revistas científicas em priorizar outro tema em voga no período.

A partir dos 142 trabalhos científicos encontrados, posterior ao levantamento específico realizado a partir de informações individuais de cada trabalho publicado, foram obtidos os seguintes resultados. Ao analisar os objetivos aos quais os trabalhos publicados se propuseram, 80 trabalhos não apresentavam pesquisas referentes ao biocontrole de um único patógeno ou grupo de patógenos, mas sim referiam-se a trabalhos de inoculação de *Trichoderma* em culturas específicas e substratos alternativos e estes somaram 70 publicações. Pesquisas onde o objetivo foi isolar novas espécies de *Trichoderma* de diferentes meios somaram 7 e também foi encontrado um trabalho de revisão bibliográfica sobre o tema (Tabela 4).

Tabela 4 : Trabalhos publicados nos periódicos das Universidades públicas do Brasil no período de 2011 a 2021 referentes ao uso do fungo *Trichoderma* aplicados a espécies vegetais.

<b>Cultura</b>	<b>Nº de Publicações</b>
<b>Inoculação</b>	
<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg)	1
<i>Allium cepa</i>	1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1
<i>Anacardium occidentale</i>	1
<i>Avena strigosa</i>	1
<i>Bauhinia forficata</i>	1
<i>Capsicum</i> spp.	1
<i>Carica papaya</i>	1
<i>Cedrela fissilis</i>	1
<i>Coffea</i> spp.	1
<i>Cereus jamacaru</i> , <i>Opuntia ficus-indica</i> e <i>Pilosocereus gounellei</i>	1
<i>Citrullus lanatus</i>	1
<i>Daucus carota</i>	1
<i>Eucalyptus</i> spp.	1
<i>Eugenia involucrata</i>	1
<i>Fragaria</i> L.	1
<i>Glycine max</i>	9
<i>Gochnatia polymorpha</i>	1
<i>Hymenaea</i> spp.	1
<i>Ilex paraguariensis</i>	2
<i>In vitro</i>	13
<i>Lactuca sativa</i>	4
<i>Leucaena leucocephala</i>	1
<i>Orbignya</i> spp.	1
<i>Oryza sativa</i> L.	3
<i>Phaseolus vulgaris</i>	4
<i>Pinus</i> spp.	2
<i>Saccharum</i> spp.	1



<i>Solanum lycopersicum</i>	1
Substrato	5
<i>Tamarindus indica</i> L.	1
<i>Tectona grandis</i>	1
<i>Triticum</i> spp.	1
<i>Vigna unguiculata</i>	1
<i>Zea mays</i> L.	2
<b>Isolamento</b>	
Cerrado/Caatinga	1
<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	1
<i>Euterpe edulis</i>	1
<i>In vitro</i>	2
<i>Hevea brasiliensis</i>	1
Substrato	1
<b>Revisão</b>	
Revisão	1

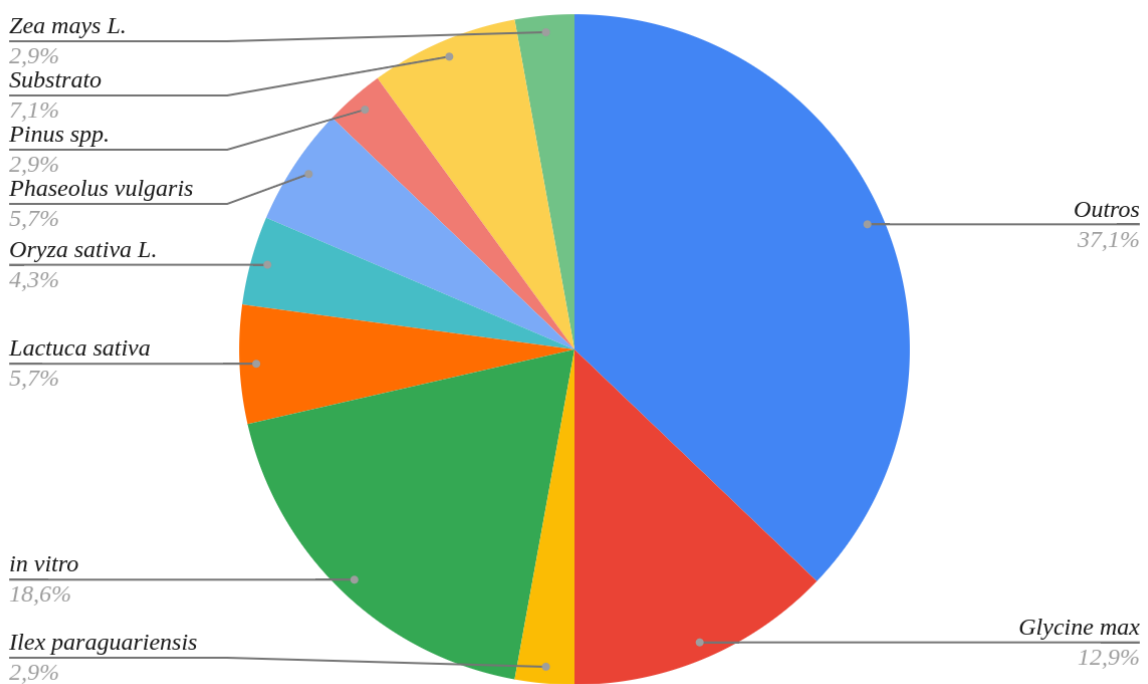
Os trabalhos que buscam avaliar a inoculação de *Trichoderma* em diferentes meios de inoculação e diferentes espécies cultivadas, são de forma geral mais abundantes, pois esta metodologia tem variadas finalidades e pode ser aplicada para diferentes objetivos. A influência de microrganismos sobre o desenvolvimento das plantas é ampla, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e produtividade de grãos. Segundo Machado *et al.*, (2012) a utilização de promotores de crescimento de plantas para o aumento da produção agrícola tende a aumentar devido à demanda emergente para a diminuição da dependência de fertilizantes minerais e da necessidade para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

A inoculação de *Trichoderma* relatada nos trabalhos encontrados no levantamento, contempla 36 culturas diferentes, sendo a mais explorada nos trabalhos a cultura da soja (*Glycine max*) com 12,9 % de todos os trabalhos publicados (Figura 8) . Outras culturas que também se destacam são a do feijão (*Phaseolus vulgaris*) e a da alface (*Lactuca sativa*) com 5,7% dos trabalhos.

Já em relação a estudos em condições em laboratório, 18,6% dos trabalhos relataram experimentos onde a inoculação ocorreu *in vitro*, ou seja, buscaram avaliar potencial de

crescimento do fungo, produção de metabólitos secundários ou comparação de desempenho entre diferentes espécies de *Trichoderma*. E os trabalhos onde a inoculação se deu em substratos não convencionais representaram 7,1%.

Figura 8. Representação em porcentagem dos objetivos dos trabalhos publicados onde ocorreu a inoculação de *Trichoderma*.



Fonte: Autor, 2022.

Em relação aos trabalhos apresentando pesquisas com patógenos específicos, onde o objetivo foi o biocontrole de doenças, foram encontrados 63 trabalhos com 20 gêneros diferentes de fitopatógenos (Tabela 5).

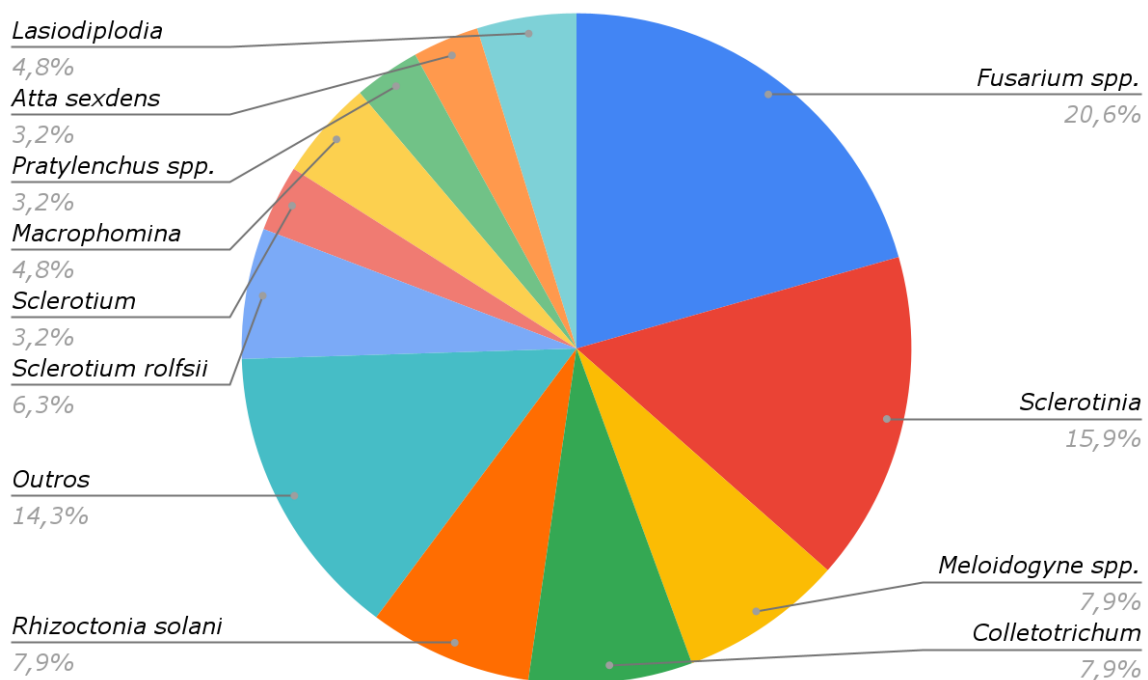
Tabela 5: Trabalhos publicados nos periódicos das Universidades públicas do Brasil no período de 2011 a 2021 referentes ao uso do fungo *Trichoderma* aplicados na avaliação do biocontrole de outras espécies.

<b>Biocontrole</b>	<b>Nº de publicações</b>
<i>Fusarium</i> spp.	13
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	10
<i>Meloidogyne</i> spp	5
<i>Colletotrichum</i> spp.	5
<i>Rhizoctonia solani</i>	5
<i>Mycosphaerella</i> spp.	1
<i>Sclerotium rolfsii</i>	4
<i>Sclerotium cepivorum</i>	2
<i>Macrophomina</i> spp.	3
<i>Pratylenchus</i> spp.	2
<i>Dydimella</i> spp.	1
<i>Plasmodiophora</i> spp.	1
<i>Bursaphelenchus</i> spp.	1
<i>Atta sexdens</i>	2
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	3
<i>Oidium</i> spp.	1
<i>Rosellinia</i> spp.	1
<i>Botrytis</i> spp.	1
<i>Penicillium</i> spp.	1
<i>Aspergillus</i> spp.	1

Fonte: Autor, 2022).

Entre os patógenos mais estudados por trabalhos publicados no período estipulado para este levantamento destacam-se o *Fusarium* spp. representando 20,6% das publicações e a *Sclerotinia sclerotiorum* com 15,9% dos trabalhos publicados.

Figura 9: Representação em porcentagem dos patógenos mais citados nos trabalhos publicados no período de 2011 a 2021 cujo objetivo foi analisar o biocontrole com o fungo *Trichoderma*.



Fonte: Autor, 2022.

Nos trabalhos acima mencionados, há duas publicações onde aparecem citados a espécie *Atta sexdens* (SILVA *et al.*, 2020; MOTA *et al.* 2021). Diferentemente das demais espécies mencionadas ao longo do levantamento, a *A. sexdens* não é um fungo fitopatogênico, mas sim uma formiga, um inseto praga, que pode causar sérios problemas de desfolha em diversas culturas. Ambos os trabalhos foram publicados recentemente e podem sinalizar um novo espectro de abrangência para a pesquisa voltada a aplicação do biocontrole utilizando-se fungos do gênero *Trichoderma*.

Sarzi *et al.*, (2019) avaliaram o efeito dos antagonistas *in vitro* sobre o *Fusarium solani*, utilizando a técnica de cultivo pareado, e o potencial dos antagonistas em reduzir a severidade da doença na cultura da soja. Os autores observaram resultados efetivos no controle da severidade da podridão vermelha da raiz na soja, sendo *T. harzianum* UFFS o mais eficiente na redução dos sintomas causados por *F. solani*, bem como, promover o crescimento de plantas de soja. Já em relação a trabalhos realizados com o fungo *S. sclerotiorum*, Silva *et al.*, 2015, avaliaram a velocidade de crescimento e o antagonismo *in vitro* dos isolados de *Trichoderma* spp. ao fungo e verificaram o potencial de biocontrole proporcionado por espécies de *Trichoderma* na microbiolização em sementes de alface. A aplicação de espécies de *Trichoderma* promoveu o crescimento de plântulas de alface mais vigorosas quando comparadas à testemunha, assim como um bom desenvolvimento das plântulas na presença do patógeno.

Também foram analisados os trabalhos da perspectiva das culturas para as quais o *Trichoderma* foi aplicado de alguma forma. Foram encontradas 46 culturas diferentes nos 144 trabalhos analisados no período de 2011 a 2021 (Tabela 6). As culturas que mais apresentaram publicações onde há a utilização de *Trichoderma*, independente da finalidade, foi a cultura da Soja (*G. max*) com 19 trabalhos e a cultura do feijão (*P. vulgaris*), para a qual foram encontrados 12 trabalhos. Este fato pode ser justificado devido à importância econômica e social dessas culturas agrícolas e a grande susceptibilidade que elas possuem para algumas doenças fúngicas como o mofo-branco, que tem como agente causal o fungo *S. sclerotiorum*, por exemplo.

Tabela 6: Trabalhos publicados nos periódicos das Universidades públicas do Brasil no período de 2011 a 2021 referentes ao uso do fungo *Trichoderma* aplicados a espécies vegetais.

<b>Cultura alvo</b>	<b>Nº de Publicações</b>
<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	19
<i>Phaseolus vulgaris</i>	12
<i>Oryza sativa</i> L.	5
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp	2
<i>Euterpe</i> spp.	2
<i>Acca sellowiana</i>	3
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	1
<i>Pinus</i> spp.	5
<i>Cucumis melo</i>	1
<i>Eucalyptus</i> . spp.	3
<i>Orbignya</i> spp.	1
<i>Anacardium occidentale</i>	1
<i>Capsicum</i> spp.	1
<i>Opuntia ficus-indica</i> , <i>Cereus jamacaru</i> , <i>Cereus jamacaru</i>	1
<i>Lactuca sativa</i>	5
<i>Triticum</i> spp.	2
<i>Coffea</i> spp.	2
<i>Solanum tuberosum</i>	2
<i>Solanum lycopersicum</i>	5
<i>Plukenetia volubilis</i> L.	1
<i>Tamarindus indica</i> L.	1
Crucíferas	1
<i>Carica papaya</i>	1
<i>Psidium guajava</i> L.	1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1
<i>Fragaria</i> L.	1
<i>Eugenia involucrata</i>	1
<i>Allium</i> spp.	3
<i>Hevea brasiliensis</i>	2
<i>Musa</i> spp.	2
<i>Hymenaea</i> spp.	1

<i>Daucus carota</i>	1
<i>Ilex paraguariensis</i>	2
<i>Tectona grandis</i> Linn, F.	2
<i>Leucaena leucocephala</i>	1
<i>Gochnatia polymorpha</i>	1
<i>Cucumis sativus</i> L.	1
<i>Cedrela fissilis</i>	1
<i>Citrullus lanatus</i>	1
<i>Zea mays</i> L.	3
<i>Vitis</i> spp.	1
<i>Bauhinia forficata</i>	1
<i>Saccharum</i> spp.	1
<i>Avena strigosa</i>	1
<i>In vitro</i>	26
Substrato	8

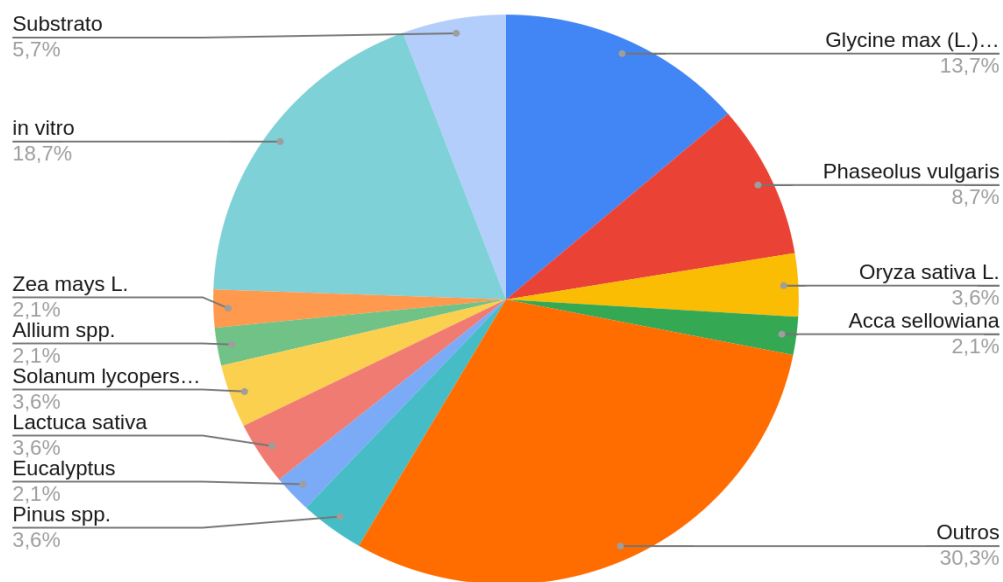
Fonte: Autor, 2022.

Apesar de nenhuma espécie arbórea ter destaque em quantidade de trabalhos realizados conforme o levantamento em relação às culturas anuais, Fantinel *et al.* (2015) avaliaram o potencial do *Trichoderma asperellum* juntamente com fungicidas químicos no controle de fungos associados (*Colletotrichum gloeosporioides*) em sementes da goiaba-serrana. Os autores verificaram a redução deste fungo quando utilizado somente o controle biológico e os tratamentos químicos interferiram negativamente na germinação das sementes.

Os trabalhos que foram realizados em condições *in vitro* representam 18% do total de trabalhos publicados no período estabelecido (Figura 10). Estas publicações se referem em sua grande maioria a trabalhos onde não houve aplicação direta do *Trichoderma* em alguma cultura específica, mas sim a pesquisas onde a avaliação ocorreu em ambiente de laboratório geralmente envolvendo o agente causal de determinada cultura. Resultados dessas pesquisas podem ser observados por Medrado (2019), onde foi avaliado o potencial de diversos fungos dentre eles, o *Trichoderma* coletados de solos no município de Brunópolis/SC, englobando solos sob plantio de soja, pastagem e mata nativa e verificaram que os isolados em condições *in vitro* inibiram o desenvolvimento dos fungos veiculados ao solo *S. rolfsii*, *S. sclerotiorum* e *S. cepivorum*.

Foram encontrados 7 trabalhos publicados onde a aplicação do *Trichoderma* foi realizada em substratos não laboratoriais, como em resíduos agroindustriais lignocelulósicos com o objetivo de avaliar a bioconversão (TEIXEIRA *et al.*, 2011), ou o biocontrole de fitopatógenos em substrato específico. Em relação ao uso de substratos, Muniz *et al.*, (2018) avaliaram a produção de conídios de *T. harzianum* em substrato sólido (arroz parboilizado umedecido e autoclavado) e verificaram que o percentual de colonização foi superior no meio BDA em comparação ao arroz testado.

Figura 10: Representação em porcentagem do ambiente no qual fungo *Trichoderma* foi inoculado ou isolado, nos trabalhos publicados no período de 2011 a 2021.



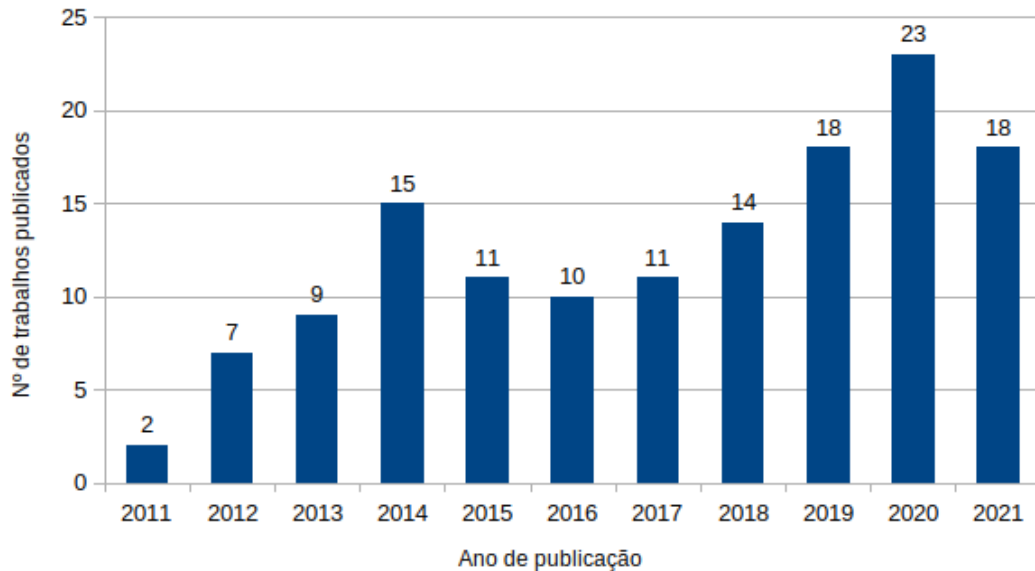
Fonte: Autor, 2022

De fato, o que se observa é um crescimento durante o período citado, porém a quantidade de publicações demonstra-se heterogênea, oscilando negativamente em alguns anos (Figura 11). Os anos com mais trabalhos científicos publicados no Brasil sobre o tema



proposto, foi o ano 2020 com 23 trabalhos sobre o tema e 2011 com menor número de publicações, sendo menos de um terço do último ano observado.

Figura 11. Número de publicações referentes ao uso do fungo *Trichoderma* realizadas em periódicos publicados por Universidades públicas no Brasil, de 2011 a 2021.



Fonte: Autor, 2022.

O crescimento significativo no número de publicações com o tema ao longo da década observada, pode estar relacionado ao crescimento do interesse público e privado em se desenvolver formas de controle de doenças em que se haja uma redução no uso de agrotóxicos. Também as novas perspectivas para o uso do *Trichoderma* com novas funcionalidades além do biocontrole sendo descobertas, além de espécies e cepas mais específicas ou com maior abrangência de atuação.

Era esperado que a quantidade de trabalhos publicados no período de 2011 a 2021 sobre o uso de espécies *Trichoderma* tanto para o controle de doenças em plantas, para a promoção do crescimento de espécies vegetais ou bioconversão de biomassa tendessem a crescer linearmente ao longo dos anos a um crescimento linear. Devido à preocupação referente ao uso de produtos químicos na agricultura para o controle de doenças em plantas ser crescente concomitantemente com a busca por métodos de controle alternativos e o debate público sobre o tema.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com o levantamento realizado, pode-se verificar que a diferença entre as regiões do país em relação à quantidade de Universidades, cursos de Pós-Graduação e trabalhos científicos publicados nos periódicos com o uso de *Trichoderma* spp. no controle de doenças de plantas, é relativamente baixa e desuniforme. Isso demonstra que é imprescindível fomentar a difusão da pesquisa para outras regiões, a fim de desenvolver regiões como o Norte, que também foi a que apresentou o menor número de trabalhos publicados sobre o tema.

Apesar do fungo *Trichoderma* ser um expoente no controle biológico e já representar uma alternativa ao uso de produtos químicos, pesquisas com o tema ou que apresentem novas abordagens sobre o assunto ainda são ínfimas, em virtude dos poucos trabalhos científicos encontrados nos últimos dez anos. A eficiência do *Trichoderma* é comprovada nos trabalhos encontrados, no entanto, necessita de maior credibilidade e melhorias por meio da pesquisa.

É possível concluir também, que entre os trabalhos científicos encontrados, o número de espécies vegetais e fitopatógenos estudados, relacionados ao *Trichoderma* é relativamente pequeno. O que demonstra a necessidade de ampliar a pesquisa pública sobre o tema proposto.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, L. M; PFENNING, L H. O gênero *Trichoderma*. In MEYER, M. C; MAZARO, S.M; SILVA, J. C. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília: Embrapa, p. 163. 2019.
- AGRIOS, G. N. Plant Pathology. Burlington, MA: Elsevier Academic. 2005. 922 p.
- BETTIOL, W. et al. Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas. **Embrapa Meio Ambiente**. 2012. 155p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/930378> Acesso em: 13 maio 2022.
- BETTIOL, W. M. A. B.; MORANDI, M.A.B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.
- BETTIOL, W; SILVA, J. C.; CASTRO, M. L. M. P. Uso atual e perspectivas do Trichoderma no Brasil. MEYER, MC; MAZARO, SM; SILVA, JC. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília: Embrapa, 2019, p. 21-43.
- BOVOLINI, M. P. *et al.* PREVENTIVE AND CURATIVE CONTROL OF *Oidium eucalypti* IN *Eucalyptus benthamii* CLONAL SEEDLINGS. **Revista Árvore**, v. 42, n. 5, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000500004> Acesso em: 22 jun. 2022.
- BUENO, V. H. P. et al. Controle biológico e manejo de pragas na agricultura sustentável. **Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras**. 2015. Disponível em: <https://www.erambiental.com.br/var/userfiles/arquivos69/documentos/12657/ControleBioManejoPragasNaAgrSustentavel.pdf> Acesso em: 20 jun 2022.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, Wagner. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário**. Jaguariúna, SP: Embrapa, 2003, p. 14-51. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1076531/1/Campanholapanorama.pdf> Acesso em: 16 maio 2022.
- CAPES. **Nota qualis-periódico**. Brasília. 2022. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml> Acesso em: 18 jul 2022.
- CHAGAS, L. F. B. *et al* TRICHODERMA NA PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETAL. **Revista de Agricultura Neotropical**, [S. l.] , v. 4, n. 3, p. 97–102, 2017. DOI: 10.32404/rean.v4i3.1529. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1529> . Acesso em: 20 jun. 2022.

COPPOLA, M. *et al.* *Trichoderma harzianum* aumenta a defesa indireta do tomate contra pulgões. **Ciência dos insetos**, v. 24, n. 6, p. 1025-1033, 2017. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1744-7917.12475?casa\\_token=9eyikzTsBIsAAAA:-no4TqmgEiHdVQ8ACz\\_rjOmmYAxG9r25bmJJnswNnGX0jzFLIyiUBT0Fmv9ogsv6n-l\\_CCwjHkz8iQ](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1744-7917.12475?casa_token=9eyikzTsBIsAAAA:-no4TqmgEiHdVQ8ACz_rjOmmYAxG9r25bmJJnswNnGX0jzFLIyiUBT0Fmv9ogsv6n-l_CCwjHkz8iQ) Acesso em: 17 maio 2022.

DALACOSTA, N. L.; FURLAN, S. H.; MAZARO, S. M. Compatibilidade de produtos à base de *Trichoderma* com fungicidas utilizados no tratamento de sementes. **Trichoderma**, p. 323, 2019.

DRUZHININA, I. S. *et al.* Massive lateral transfer of genes encoding plant cell wall-degrading enzymes to the mycoparasitic fungus *Trichoderma* from its plant-associated hosts. **PLoS genetics**, v. 14, n. 4, p. e1007322, 2018. Disponível em : <https://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1007322> Acesso em: 22 jun. 2022.

DUARTE, V.; BOA, E. Enfoques usados na diagnose de doenças de plantas. **Revisão anual de patologia de plantas**, v. 3, p. 31-46, 2005.

ESTRADA, K. R. F. K.; STANGARLIN, J. R. ; CRUZ, M. E. DA SILVA. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000. Disponível em: Acesso em: 12 maio 2022.

ELSHARKAWY, Mohsen Mohamed *et al.* Indução de resistência sistêmica contra o Cucumber mosaic virus em *Arabidopsis thaliana* por *Trichoderma asperellum* SKT-1. **The Plant Pathology Journal**, v. 29, n. 2, pág. 193, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4174775/> Acesso em: 22 jun. 2022.

FORSTER, R. Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pela filtragem de culturas de *Trichoderma* sp. **Bragança**, v. 10, p. 138-148, 1950. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/PygzyLLNS8S7Q5RGDxCKLLN/?lang=pt> Acesso em: 23 jun. 2022.

GHINI, Raquel *et al.* **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008., 2008.

HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I. e LORITO, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**. v. 2, p. 43-55, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>. Acesso em: 15 maio 2022.

HERMOSA, Rosa *et al.* Efeitos benéficos para plantas de *Trichoderma* e de seus genes. **Microbiologia**, v. 158, n. 1, p. 17-25, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/mic.0.052274-0> Acesso em: 20 maio 2022.

HERMOSA, Rosa *et al.* A contribuição de *Trichoderma* para equilibrar os custos de crescimento e defesa das plantas. **Int. Microbiol**, v. 16, n. 2, pág. 69-80, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Rosa-Hermosa/publication/259628640\\_The\\_contribution\\_of\\_Trichoderma\\_to\\_balancing\\_the\\_costs\\_of\\_plant\\_growth\\_and\\_defense/links/00463529c46d1a95ad000000/The-contribution-of-Trichoderma-to-balancing-the-costs-of-plant-growth-and-defense.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rosa-Hermosa/publication/259628640_The_contribution_of_Trichoderma_to_balancing_the_costs_of_plant_growth_and_defense/links/00463529c46d1a95ad000000/The-contribution-of-Trichoderma-to-balancing-the-costs-of-plant-growth-and-defense.pdf) Acesso em: 20 maio 2022.

HERMOSA, Rosa *et al.* Metabolismo secundário e metabólitos antimicrobianos de *Trichoderma*. In: **Biotecnologia e biologia do *Trichoderma***. Elsevier, 2014. p. 125-137. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444595768000102> Acesso em: 25 jun. 2022.

JAKLITSCH, W. M. European species of *Hypocrea* Part I. The green-spored species. **Studies in Mycology**, v. 63, p. 1-91, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3114/sim.2009.63.01>. Acesso em: 22 jun. 2022.

JUNIOR, Neri Antonio Biazus *et al.* Clínica de diagnose de doenças de plantas e sua importância no manejo de doenças. **Anais do Seminário Regional de Extensão Universitária da Região Centro-Oeste (SEREX)(ISSN 2764-1570)**, n. 4, p. 155-155, 2020.

LOPES, C. A. É possível produzir alimentos para o Brasil sem agrotóxicos?. **Cien. Culto.**, São Paulo, v. 69, n. 4, p. 52-55, out. de 2017. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252017000400016&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252017000400016&lng=en&nrm=iso) Acesso em: 28 jun. 2022.

MACHADO, Daniele Franco Martins *et al.* *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.19084/rca.16182> Acesso em: 20 maio 2022.

MASSOLA JUNIOR, N. S.; KRUGNER, T. L. Fungos fitopatogênicos. In: AMORIM, L.; REZENDE, JAM; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**, ed. 5, 2018, p. 107-140. [Manual de fitopatologia: princípios e conceitos, 2011].

MEDEIROS, H. A. de *et al.* A progênie de tomateiro herda resistência ao nematoide *Meloidogyne javanica* ligada ao crescimento vegetal induzido pelo fungo de biocontrole *Trichoderma atroviride*. **Relatórios científicos**, v. 7, n. 1, pág. 1-13, 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep40216> Acesso em: 20 jun. 2022.

MEDEIROS, F. H. V. de; SILVA, J. C. P. da; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. *In*: AMORIM, L.; REZENDE, JAM; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**, v. 5, p. 261-274, 2018.

MEDRADO, Pedro Henrique da Silva *et al.* Fungos de solo no controle biológico de fitopatógenos. 2019.

MEYER, Maurício Conrado; MAZARO, Sérgio Miguel; DA SILVA, Juliano Cesar. *Trichoderma*: uso na agricultura. **Embrapa Soja-Livro científico (Alice)**, 2019.

MICHEREFF, S. J. Epidemiologia de doenças de plantas. **Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de agronomia–Fitossanidade**, 2001. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Sami-Michereff/publication/238794199\\_EPIDEMIOLOGIA\\_DE\\_DOENCAS\\_DE\\_PLANTAS/links/0deec52ea45e91eccd000000/EPIDEMIOLOGIA-DE-DOENCAS-DE-PLANTAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sami-Michereff/publication/238794199_EPIDEMIOLOGIA_DE_DOENCAS_DE_PLANTAS/links/0deec52ea45e91eccd000000/EPIDEMIOLOGIA-DE-DOENCAS-DE-PLANTAS.pdf) Acesso em: 13 maio 2022.

MONTE, E; BETTIOL, W; HERMOSA, R.. *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. *In*: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília: Embrapa, p. 181-200, 2019.

MORANDI, Marcelo Augusto Boechat; BETTIOL, Wagner. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. 2009.

MOTA, T. M. M.; *et al.* Biological control in leaf-cutting ants, *Atta sexdens* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE), using pathogenic fungi. **Revista Árvore** [online]. 2021, v. 45. ISSN 1806-9088. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/1806-908820210000016>. Acesso em 18 maio 2022.

MUNIZ, P. H. P. C.; *et al.* Produção de conídios em substrato sólido e colonização superficial por *Trichoderma harzianum*. **Revista de Agricultura Neotropical**, [S. l.], v. 5, n. 4, pág. 40–44, 2018. DOI: 10.32404/rean.v5i4.2608. Disponível em:

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2608> Acesso em: 25 jun. 2022.

PARRA, J. R. P. *et al.* O futuro do controle biológico. Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores. São Paulo: Manole, 609p, p. 581-587, 2002. Disponível em : <https://pdfs.semanticscholar.org/ea6b/0f9d8f36a77856a82525f7dfd466aae4b96b.pdf> Acesso em: 20 jun. 2022.

PASCHOLATI, S. F.; SOUZA, V. H. M. de; CARDOSO FILHO, J. A. Indução de resistência por *Trichoderma*. *In*: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. **Trichoderma: uso na agricultura**. Embrapa Soja: Brasília, Brasil, v. 1, p. 235-254, 2019.

REIS, J.; CERQUEIRA, R. C. O Brasil é líder em produção científica e disseminação em acesso aberto na América Latina. *História Ciência Saúde Manguinhos*. Set. 2015. Disponível em:

<http://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/o-brasil-e-lider-em-producao-cientifica-e-disseminacao-em-acesso-aberto-na-america-latina/> Acesso em: 12 jun 2022.

RIBAS, P. P.. Compatibilidade de *Trichoderma* spp. a princípios ativos de fungicidas comerciais aplicados na cultura do feijão. 2010. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/60522/000860089.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 23 jun 2022.

RUFINO, C. P. B.; DE ARAÚJO, C. S.; NOGUEIRA, S. R. Desafios na utilização do controle biológico de doenças de plantas na Amazônia. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 1, 2018.

SARZI, J. S.; *et al.* Sanitary and physiological quality of bean seeds treated with *Trichoderma* spp. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], p. 273–279, 2021. DOI:

10.18188/sap.v20i3.27410. Disponível em:

<https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/27410>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SHORESH, Michal *et al.* Resistência sistêmica induzida e respostas de plantas a agentes de biocontrole fúngicos. **Revista anual de fitopatologia**, v. 48, n. 1, p. 21-43, 2010. Disponível em :

[http://www.hort.cornell.edu/departament/faculty/harman/pubs/shoresh\\_annurev-phyto-073009-114450.pdf](http://www.hort.cornell.edu/departament/faculty/harman/pubs/shoresh_annurev-phyto-073009-114450.pdf) Acesso em: 13 maio 2022.

SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. **Transformação**. v. 28. Campinas, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/tinf/a/tvBDyptMBFSxRSt3VngySRC/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 18 mar 2022.

SILVA, D. G. da; *et al.*. ISCAS ENCAPSULADAS CONTENDO SULFATO DE ZINCO E *Trichoderma harzianum* REDUÇÃO DO JARDIM DE FUNGOS EM COLÔNIAS *Atta sexdens*. *Revista de Agricultura Neotropical*, [S. l.], v. 7, n. 3, pág. 46–52, 2020. DOI:

10.32404/rean.v7i3.5064. Disponível em:

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/5064>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SILVA, G. B. P. da; *et al.* Identificação e utilização de *Trichoderma* spp. armazenados e nativos no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 33-42, 2015.

Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/3817> Acesso em: 04 jun 2022.

SILVEIRA, Rogério Romero. AUXÍLIO NA DIAGNOSE DE DOENÇAS DE PLANTAS À COMUNIDADE ACADÊMICA DA UEMS-AQUIDAUANA. **ANAIS DO SEMEX**, n. 5, 2012. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/semex/article/view/526> Acesso em: 21 jun. 2022.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. **Brazilian Journal of Political Economy**, v.31, n.1, p.3-30, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rep/v31n1/a01v31n1.pdf> Acesso em: 03 jun. 2021.

TEIXEIRA, M. S. G.; PEQUENO, R. S. A.; DANTAS, J. T. O Nordeste Brasileiro: um espaço em retalhos. VII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos. 2009.

TIKLER SOUSA, J. A.; SCHEINPFLUG BRITO, G.; SANTOS REGO, S. Controle biológico de Fusariose em mudas de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* com produto comercial a base de *Trichoderma* sp. *Agrarian*, [S. l.], v. 14, n. 53, p. 304–313, 2021. DOI: 10.30612/agrarian.v14i53.15358. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/15358>. Acesso em: 23 jun. 2022.

VIDA, João Batista et al. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia brasileira**, v. 29, p. 355-372, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/3x573JjQDyFXSWHBKhSTW6P/?format=html&lang=pt&stop=previous> Acesso em: 22 mar 2022.

WAICHMAN, Andrea Viviana. A problemática do uso de agrotóxicos no Brasil: a necessidade de construção de uma visão compartilhada por todos os atores sociais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, p. 42-47, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100007> Acesso em: 13 maio 2022.