

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE BIOTECNOLOGIA

ROBERTA VILAMAIOR AQUINO

BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR AGROTÓXICOS
ORGANOCLORADOS: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA

DOURADOS-MS
2021

ROBERTA VILAMAIOR AQUINO

BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR AGROTÓXICOS
ORGANOCLORADOS: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia pela Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais na Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fossa da Paz

Área de Concentração: Microbiologia Aplicada

DOURADOS- MS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A657b Aquino, Roberta Vilamaior

Biorremediação de solos contaminados por agrotóxicos organoclorados: uma revisão
cienciométrica. [recurso eletrônico] / Roberta Vilamaior Aquino. -- 2021.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Marcelo Fossa da Paz.

TCC (Graduação em Biotecnologia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Agrotóxicos Organoclorados. 2. Biorremediação. 3. Cienciométrica. I. Paz, Marcelo Fossa Da.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

ROBERTA VILAMAIOR AQUINO

BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR AGROTÓXICOS
ORGANOCOLORADOS: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA

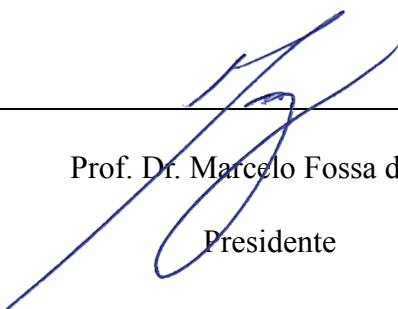
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela
Banca Examinadora como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia,
da Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fossa da Paz

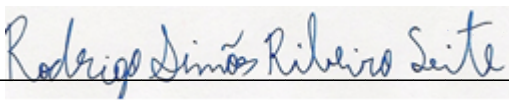
Área de Concentração: Microbiologia Aplicada

Aprovado em: 19 de novembro de 2021.

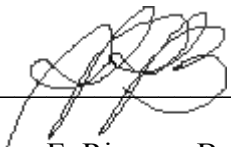
Banca Examinadora



Prof. Dr. Marcelo Fossa da Paz
Presidente



Prof. Dr. Rodrigo Simões Ribeiro Leite
Membro



Me. Regiane E. Riquena Barbosa da Paz
Membro

Dedico este trabalho aos meus pais, Maria e Roberto, meus maiores exemplos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que sempre me sustentou, sem Ele nada seria possível.

A minha mãe Maria Aparecida, minha maior inspiração e exemplo, e ao meu pai Roberto, por toda parceria e incentivo, obrigada por sonharem junto comigo em todos esses anos, essa conquista só foi possível graças ao esforço de vocês.

As minhas irmãs Rosângela e Priscila, por todo o apoio e incentivo incondicional, amo vocês;
Aos meus sobrinhos Wilian, Edward e Elisa que mesmo tão pequenos foram a minha força e motivação.

Aos meus amigos Mayra, Rafaela, Nathalia, Viviane, Pedro, Karol, Thais que me acompanharam durante esses anos e dividiram comigo todos os momentos de alegria e de tristeza, esse período não seria o mesmo sem vocês.

A essa instituição de ensino pelo seu excelente corpo docente, em especial aos professores do curso de Biotecnologia e aos técnicos da FCBA.

Ao meu orientador Professor Dr Marcelo Fossa da Paz, exemplo de profissional e ser humano, sou grata por toda ajuda e ensinamentos, e por toda sua paciência em todo esse tempo de orientação.

A todos meu muito obrigado!

“Foi o tempo que dedicaste à tua rosa que fez a tua rosa tão importante ”

(Antonie de Saint-Exupéry)

BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR AGROTÓXICOS ORGANOCOLORADOS: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA

RESUMO

A cienciometria determina de maneira quantitativa a produção de atividades científicas. O objetivo deste estudo foi realizar uma análise cienciométrica de trabalhos científicos publicados nos últimos 10 anos (2010 - 2020), sobre biorremediação de solo contaminados por agrotóxicos organoclorados. Cinquenta e seis publicações foram incluídas na análise, sendo oito encontradas no Science Direct, vinte e três no Google Scholar e vinte e cinco no Web of Science. Quarenta cepas e doze dos agrotóxicos organoclorados foram usados na biorremediação. Autores de quatorze nacionalidades publicaram sobre esse assunto, sendo a região que mais publicou artigos foi a Ásia (33), seguida da América do Sul (13), Europa (3) e África (1). Todos os países fazem parte do acordo firmado na Convenção de Estocolmo de 2001, sobre o uso de poluentes orgânicos persistentes (POP's). Os artigos foram publicados em trinta e oito periódicos. O valor médio do fator de impacto foi de 3,79 ($\pm 2,26$) para JCR e 0,85 ($\pm 0,50$) para SJR. Para a avaliação Qualis- CAPES a predominância foi o Qualis B1 e B2 para área de biotecnologia e A2 para a área de ciências ambientais.

Palavras-Chave: Agrotóxicos organoclorados, biorremediação, cienciometria.

BIOREMEDIATION OF SOIL CONTAMINATED BY ORGANOCHLORINE PESTICIDES: A SCIENTOMETRIC REVIEW.

ABSTRACT

Scientometrics quantitatively determines the production of scientific activities. The aim of this study was to carry out a scientometric analysis of scientific papers published in the last 10 years (2010 - 2020), on bioremediation of soil contaminated by organochlorine pesticides. Fifty-six publications were included in the analysis, eight of which were found in Science Direct, twenty-three in Google Scholar and twenty-five in Web of Science. Forty strains and twelve of the organochlorine pesticides were used in bioremediation. Authors from fourteen nationalities published on this subject, with the region that most published articles was Asia (33), followed by South America (13), Europe (3) and Africa (1). All countries are part of the agreement signed in the Stockholm Convention of 2001, on the use of persistent organic pollutants (POP's). The articles were published in thirty-eight journals. The mean value of the impact factor was 3.79 (± 2.26) for JCR and 0.85 (± 0.50) for SJR. For the Qualis-CAPES evaluation, the predominance was Qualis B1 and B2 for the biotechnology area and A2 for the environmental sciences area.

Keywords: Organochlorine pesticides, bioremediation, scientometrics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura química de alguns agrotóxicos organoclorados.

Gráfico 1 - Distribuição dos artigos por banco de dados.

Gráfico 2 - Variação temporal do número de publicações sobre biorremediação de solos contaminados por pesticidas organoclorados nos últimos 10 anos.

Gráfico 3 - Distribuição dos agrotóxicos estudados nos artigos.

Gráfico 4 - Distribuição por países dos autores que publicaram sobre biorremediação de pesticidas organoclorados.

Gráfico 5 - Distribuição por continentes dos autores que publicaram sobre biorremediação de agrotóxicos organoclorados.

6 - A) Distribuição do número de periódicos de acordo com o fator de impacto JCR. **B)** Distribuição do número de periódicos de acordo com o fator de impacto SJR.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações extraídas sobre os 56 artigos selecionados para o estudo
cienciométrico

Tabela 2 - Espécies de microrganismos degradadores de agrotóxicos organoclorados

Tabela 3 - Listagem dos poluentes orgânicos persistentes segundo a Conferência de
Estocolmo

Tabela 4 - Relação de periódicos com número de publicações realizadas, Qualis e fator de
impacto

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- FAO Food and Agriculture Organization
- OCP Pesticidas Organoclorados
- POP's Poluentes Orgânicos Persistentes
- HCH Hexaclorociclobenzeno
- DDT Diclorodifeniltricloroetano
- PCNB Pentaclorobenzeno
- UNEP United Nations Environmental Program
- JCR Journals Citation Report
- SJR SCImago Journal Rank

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo geral.....	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1. Cienciometria	17
3.2. Agrotóxicos organoclorados	17
3.3. Biorremediação	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
7. REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

A cienciometria determina de maneira quantitativa a produção de atividades científicas, permitindo assim compreender a relevância das pesquisas e explorar tendências nas múltiplas áreas do conhecimento. Sendo assim, através deste estudo métrico é possível obter informações sobre os domínios de interesse, região e instituições onde estes assuntos estão concentrados, difusão de informações, entre outros aspectos, embasando os critérios que são adotados na formulação de políticas científicas, incluindo a alocação de recursos financeiros destinados ao incentivo da pesquisa (VANTI, 2002; PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019; NORONHA; POBLACIÓN; SANTOS, 2000).

Com a modernização da agricultura, principalmente após a Segunda Guerra, as práticas agrícolas tiveram como base tecnológica o uso de agroquímicos, mecanização e cultivares com maior potencial de rendimento. O uso de agrotóxicos, que podem ser classificados de acordo com suas características químicas, organismo alvo e mecanismos de ação, e que tem por objetivo proteger as culturas do ataque de pragas e de ervas daninhas, é motivo de debate na sociedade visto seu potencial de risco ambiental e a saúde humana (SPADOTTO *et al.*, 2004).

Apesar do uso de agrotóxicos organoclorados ser proibido ou restrito em diversos países há alguns anos, os impactos de seu uso, por vezes indiscriminado, pode ser observado até os dias de hoje. Devido suas características químicas os organoclorados são classificados como poluentes orgânicos persistentes (POP's), tais compostos são considerados prejudiciais ao meio ambiente devido a sua resistência aos processos naturais de degradação (MODEL, 2017; SILVA, 2009a).

A preocupação com os impactos ambientais causados pela degradação, contaminação e poluição é crescente. No solo, o uso de agrotóxicos e seu acúmulo na superfície, pode interferir na dinâmica de muitos organismos e ecossistemas. Visando minimizar os impactos de contaminação ambiental por compostos xenobióticos, técnicas de biorremediação podem ser aplicadas para reduzir a concentração dos poluentes a níveis seguros (COUTINHO *et al.*, 2015).

Assim, devido à complexidade de descontaminação dos compostos organoclorados e a importância em se remediar ambientes contaminados pelos mesmos, o presente estudo teve por objetivo realizar uma análise cienciométrica dos trabalhos científicos publicados entre os anos de 2010-2020, sobre biorremediação de solo contaminado por agrotóxicos organoclorados. Estudos desta natureza são relevantes tanto do ponto de vista científico,

quanto do ponto de vista social e político, uma vez que permite a troca de informações entre a comunidade científica, podendo embasar estudos nas diversas áreas do conhecimento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral:

- Determinar métrica dos trabalhos envolvendo biorremediação do solo contaminado por agrotóxicos organoclorados.

2.2. Objetivos específicos:

- Determinar quais os agrotóxicos usados nos estudos de biorremediação;
- Mapear a produção de artigos relacionados ao tema;
- Verificar o número e a variação temporal dos artigos publicados;
- Avaliar a diversidade de revistas que publicaram o tema proposto.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Cienciometria

Considerando o crescente aumento da produção científica e tecnológica das últimas décadas no âmbito mundial, se faz cada vez mais necessária a implementação de ferramentas capazes de avaliar e quantificar os avanços alcançados pelas diversas áreas do conhecimento (VANTI, 2002). Outro ponto importante para a análise está relacionada à disseminação desse conhecimento produzido, principalmente através da publicação em periódicos, tornando assim a informação acessível para comunidade científica e sociedade em geral (SANTOS *et al.*, 2012a; MACIAS-CHAPULA, 1998).

Neste sentido, estudos qualitativos e quantitativos no ramo da ciência e tecnologia vem ganhando cada vez mais importância, uma vez que permite compreender de maneira mais precisa a natureza e a amplitude das atividades de pesquisa e deste modo explorar tendências em novas linhas de pesquisas. Para isso, estudos métricos como a bibliometria, cienciometria, webometria e a informetria se dedicam a avaliar a produção e propagação do conhecimento científico (VANTI, 2002; HAYASHI, 2013).

O termo cienciometria surgiu na antiga União Soviética, tendo como definição inicial “medição do processo informático”, ainda que o significado mais amplo e seguido até a atualidade tenha surgido nos anos de 60 com os trabalhos de Derek de Solla Price, que aplicou técnicas estatísticas aos escritos científicos para a análise das atividades científicas (SPINAK, 1996; PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019).

Como menciona com Razera (2016) a cienciometria utiliza métodos matemáticos e análise estatísticas para avaliar a produção das atividades ligadas a ciência mediante indicadores numéricos de publicações, livros, teses, dissertações e patentes por exemplo. Para Hayashi (2013) o principal objetivo é favorecer o desenvolvimento da ciência por meio de estudos científicos das atividades ligadas à pesquisa.

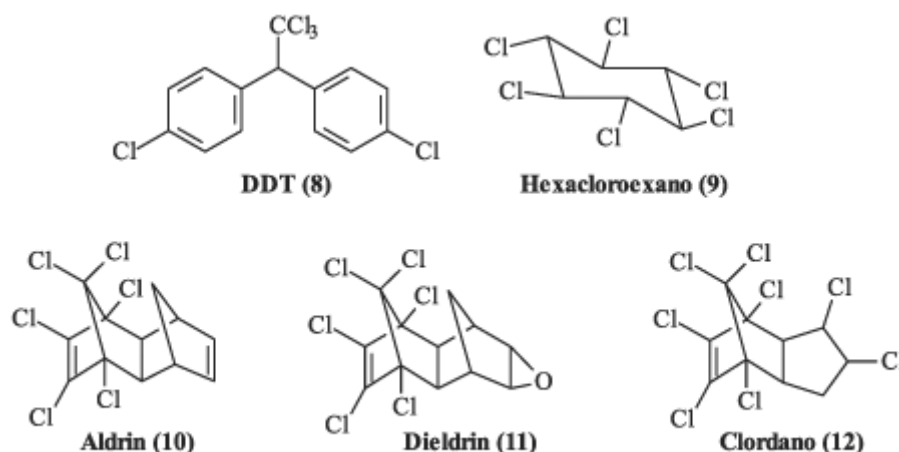
Através das informações aferidas pelos estudos cienciométricos é possível conhecer domínios de interesse avaliando a carência ou estagnação determinado ramo de pesquisa, regiões onde os assuntos estão concentrados fornecendo informações relevantes para determinar a alocação de recursos financeiros (PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019).

3.2. Agrotóxicos organoclorados

Os agrotóxicos envolvem uma extensa variedade de substâncias químicas, em sua maioria, e biológicas, podendo ser classificadas de acordo com sua estrutura química, quanto

ao organismo alvo e mecanismo de ação. De acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO) podem ser classificados como agrotóxicos, qualquer substância ou mistura dessas usadas para prevenir, controlar ou destruir qualquer praga, incluindo vetores de doenças em humanos e animais, plantas indesejadas ou no controle de insetos, aracnídeos entre outros, que podem interferir em qualquer parte do processo de produção (PERES *et al.*, 2005; BRAIBANTE; ZAAP, 2012).

Figura 1 - Estrutura química de alguns agrotóxicos organoclorados.



Fonte: SANTOS *et al* (2007b, p. 163).

Os pesticidas organoclorados (OCP) são compostos clorados, sintetizados pelo homem, em geral possuem em sua composição ao menos uma estrutura cíclica, podendo ser aromática ou não, onde átomos de cloro substituem átomos de hidrogênio (NAKAMURA, 2015). Os agrotóxicos organoclorados foram os primeiros praguicidas utilizados em larga escala, sendo o primeiro deles o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), sintetizado pela primeira vez no ano de 1874, tendo seu uso introduzido na agricultura após Paul Mueller constatar seu potencial inseticida em 1940 (YOGUI, 2002, FLORES *et al.*, 2004).

Por sua natureza química os agrotóxicos clorados possuem algumas características marcantes como bioacumulação, persistência ambiental, lipofilidade e alta toxicidade, o que torna seu uso preocupante tanto do ponto de vista ambiental quanto no ponto de vista social, uma vez que resíduos destes compostos podem ser encontrados ao longo de toda cadeia alimentar, sendo possível também detectar, compostos organoclorados em lugares sem históricos de aplicações dos mesmos (MODEL, 2017).

Por estas características, alguns pesticidas organoclorados, compostos químicos industriais e subprodutos não intencionais, foram classificadas como poluentes orgânicos persistentes (POP's), na Convenção de Estocolmo que ocorreu em 2001, que tem por objetivo

proteger a saúde humana e ambiental dos riscos inerentes ao uso dos POP's, por meio de esforços internacionais para eliminação de uso e produção, substituição destes compostos por outras alternativas viáveis economicamente e ambientalmente (SILVA, 2009a; DICKSTEIN, 2017).

A persistência e/ou degradação de um pesticida no solo é dependente de diversos processos – físicos, químicos, biológicos e físico-químicos – envolvidos em seu comportamento no ambiente, bem como fatores climáticos e ambientais (FERREIRA, 2015; RIBAS; MATSUMURA, 2009).

3.3. Biorremediação

O solo possui uma grande variedade de populações de microrganismos e outros organismos com diversas funções ecológicas, existindo equilíbrio entre interações de fatores bióticos e abióticos (MATTOS, 2015). A preocupação com os possíveis impactos ambientais no solo, ar e água vem crescendo nos últimos anos, sobretudo com o aumento das atividades industriais e agrícolas (SOARES *et al.*, 2011).

Visando minimizar os impactos de contaminação ambiental em solos por substâncias xenobióticas, técnicas de remediação de ambientes, como a fitorremediação e biorremediação vêm sendo aplicadas com o intuito de reduzir a concentração de poluentes a níveis seguros (COUTINHO *et al.*, 2015). Para Sharma (2012) a biorremediação é um processo onde resíduos orgânicos e inorgânicos são degradados de forma biológica, por meio da utilização de organismos vivos capazes de decompor ou modificar esses resíduos e assim convertê-los em uma substância inofensiva.

Os processos biológicos envolvidos na biorremediação apresentam variações a depender do tipo de tratamento escolhido que pode ser tanto *in-situ*, biorremediação realizada no local contaminado, ou *ex-situ*, realizada fora do local (TOMASSONI *et al.*, 2014). Tão importante quanto o tipo de tratamento empregado, está na escolha de qual é a técnica mais adequada a ser implementada nas quais é possível citar o sistema de biopilhas, bioreatores, landfarming, ainda que as técnicas mais conhecidas sejam a de bioestimulação que utiliza a adição de nutrientes e/ou surfactantes a fim de aumentar a disponibilidade do poluente e a bioaumentação onde microrganismos degradadores são introduzidos no ambiente (LEONEL *et al.*, 2010; COUTINHO *et al.*, 2015; ADAMS *et al.*, 2015).

O sucesso de um processo de biorremediação dependerá das condições do próprio ambiente tais como, características físicas e químicas do ambiente contaminado, disponibilidade de nutrientes, umidade, pH, temperatura, natureza, concentração e toxicidade

do contaminante (LEONEL *et al.*, 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

A busca para este estudo cientométrico teve início em 09 de agosto de 2021, utilizando três bases de buscas: Science Direct, Google Scholar e Web of Science. Os termos de pesquisa usados foram: “soil bioremediation” and "organochlorine pesticides”. Somente artigos de pesquisa publicados entre os anos de 2010 a 2020, na língua inglesa, foram incluídos na busca.

Na filtragem inicial, foram verificados o total de artigos retornados que abordavam sobre a biorremediação de solo com organoclorados. Na segunda filtragem, as publicações foram verificadas de maneira manual e selecionadas aquelas que apresentaram resultados positivos para remediação de agrotóxicos organoclorados ainda que suas pesquisas incluíssem outros compostos, sinergia com outros produtos, sendo também verificadas a existência de duplicatas de publicações entre os bancos de dados consultados.

Após o término da fase de triagem, foram anotadas a quantidade de publicações retornadas e dos artigos selecionados foram extraídas algumas informações para a realização das análises cientométricas: título, agrotóxico, DOI, autores, país do primeiro autor, ano de publicação, banco de dados de pesquisa, fator de impacto do periódico (JCR e SJR), sendo também adicionado Qualis-CAPES por meio da plataforma sucupira, para o quadriênio 2013-2016, avaliado pelas áreas de biotecnologia e ciências ambientais.

Utilizando o programa Microsoft Excel (2016) foi realizado o cálculo da média e desvio padrão, para a análise dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao combinar os termos de pesquisa e delimitação dos anos de pesquisa de 2010 até 2020, nos bancos de dados Science Direct, Google Scholar e Web of Science obteve-se 33, 254 e 112 resultados respectivamente. Na segunda filtragem 18 duplicatas e 385 publicações foram excluídas por apresentarem relação a fitorremediação, remediação de efluentes ou biorremediação de outros compostos, estudos na área molecular e bioquímica dos microrganismos degradadores. Logo, 56 publicações foram selecionadas para as análises cienciométricas, sendo 8 encontradas no Science Direct, 23 no Google Scholar e 25 no Web of Science (Tabela 1, Gráfico 1).

Tabela 1 - Informações extraídas sobre os 56 artigos selecionados para o estudo cienciométrico.

Autor (es)	País	Revista	Ano	Banco de dados
Baczynsky, Pleissner, Grotenhuis	Polônia	Chemosphere	2010	SD
Raimondo <i>et al.</i>	Argentina	Ecotoxicology and Environmental Safety	2020	SD
Raimondo <i>et al.</i>	Argentina	Chemosphere	2020	SD
Aparicio <i>et al.</i>	Argentina	Journal of Environmental Chemical Engineering	2018	SD
Raimondo <i>et al.</i>	Argentina	Journal Environmental Management	2020	SD
Aparicio <i>et al.</i>	Argentina	Ecotoxicology and Environmental Safety	2015	SD
Wang <i>et al.</i>	China	Journal of Hazardous Materials	2014	SD
Ito <i>et al.</i>	Japão	Biochemical and Biophysical Research Communications	2016	SD
Fuentes <i>et al.</i>	Argentina	International Journal of Environmental Science and Technology	2014	WoS
Qu <i>et al.</i>	China	Journal Environmental Management	2015	WoS
Raimondo <i>et al.</i>	Argentina	Journal of Soil Science and Plant Nutrition	2019	WoS
Chaurasia, Adhya, Apte	Índia	Bioresource Technology	2013	WoS
Fuentes <i>et al.</i>	Argentina	Chemosphere	2017	WoS
Acosta, Hernandez	Nicarágua	Nexo Revista Científica	2016	WoS
Bhaolerão	Índia	Turkish Journal of Biology	2012	WoS
Ortiz <i>et al.</i>	México	Biodegradation	2013	WoS

Tabela 1 - Informações extraídas sobre os 56 artigos selecionados para o estudo cienciométrico (Continuação).

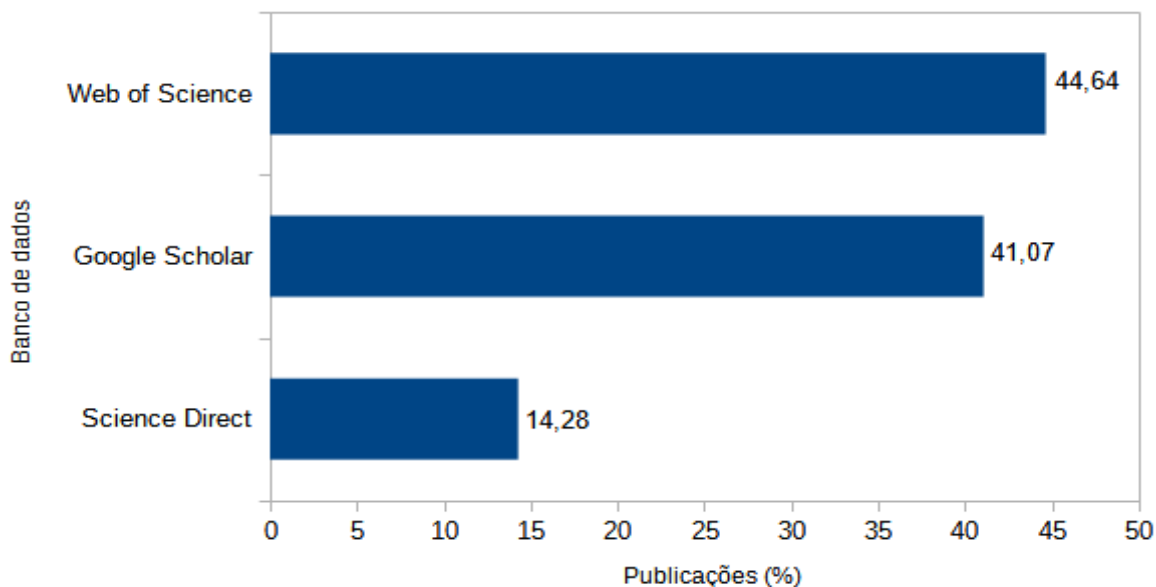
Autor (es)	País	Revista	Ano	Banco de dados
Saghee, Bidlan	Índia	Bioscience Biotechnology Research Communications	2018	WoS
Sagar, Singh	Índia	World Journal of Microbiology&Biotechnology	2016	WoS
Fuentes <i>et al.</i>	Argentina	Journal of Basic Microbiology	2016	WoS
Bisht <i>et al.</i>	Índia	Remediation- The Journal of Environmental Cleanup Costs Technology&Techiques	2019	WoS
Cuozzo <i>et al.</i> ,	Argentina	International Biodeterioration & Biodegradation	2012	WoS
Zhang <i>et al.</i>	China	Pedosphere	2020	WoS
Fan <i>et al.</i>	China	Journal of Soils and Sediments	2013	WoS
Zhang <i>et al.</i>	China	Water Air and Soil Pollution	2016	WoS
Gupta <i>et al.</i>	Índia	Journal Hazardous Materials	2016	WoS
Wang <i>et al.</i>	China	Ecotoxicology and Environmental Safety	2019	WoS
Seaz, Garcia, Benimeli	Argentina	Ecotoxicology and Environmental Safety	2017	WoS
Seaz, Garcia, Benimeli	Argentina	Chemosphere	2017	WoS
Kaur H, Kapoor, Kaur G	Índia	Environmental Monitoring and assessment	2016	WoS
Kamei, Takagi, Kondo	Japão	Journal of Wood Sciences	2011	WoS
Narkhede <i>et al.</i>	Índia	Biocatalysis and Agricultural Biotechnology	2015	WoS
Tajomyee	Índia	Journal of Microbiology and Biotechnology	2013	WoS
Neerja <i>et al.</i>	Índia	Journal of Environmental Science and Health Part-B-Pesticides Food Wastes	2016	WoS
Cao <i>et al.</i>	China	Biodegradation	2012	GS
Sadiq <i>et al.</i>	Paquistão	Bioremediation & Biodegradation	2015	GS
Egorova <i>et al.</i>	Rússia	Water, Air & Soil Pollution	2017	GS
Erdem, Cutright	EUA	Environmental Earth Sciences	2016	GS

Tabela 1 - Informações extraídas sobre os 56 artigos selecionados para o estudo cienciométrico (Continuação).

Autor (es)	País	Revista	Ano	Banco de dados
Odukkathil, Vasudevan	Índia	Journal of Environmental Management	2016	GS
Abbes <i>et al.</i>	Tunísia	Soil & Sediment Contamination An International Journal	2018	GS
Thomas, Gohil	EUA	World Journal of Microbiology and Biotechnology	2010	GS
Lu, Liu HM, Liu An	China	Applied Biological Chemistry	2019	GS
Yo <i>et al.</i>	China	Polish Journal of Microbiology	2012	GS
Wang <i>et al.</i>	China	Environmental Technology	2017	GS
Purnomo <i>et al.</i>	Indonésia	Environmental Science and Pollution Research	2014	GS
Wang <i>et al.</i>	China	Soil & Sediment Contamination	2017	GS
Salam <i>et al.</i>	Índia	World Journal of Microbiology and Biotechnology	2012	GS
Fang <i>et al.</i>	China	Journal of Hazardous Materials	2010	GS
Erdem, Cutright	EUA	Environmental Engineering Science	2016	GS
Salam, Das	Índia	Journal of Microbiology and Biotechnology	2013	GS
Silambarasan, Abrabham	Índia	Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers	2012	GS
Betancur-Corredo <i>et al.</i>	Colômbia	Journal of Environmental Sciences	2015	GS
Saurabh <i>et al.</i>	Índia	Pesticide Research Journal	2016	GS
Fang <i>et al.</i>	China	Ecotoxicology and Environmental Safety	2018	GS
Romero-Aguilar <i>et al.</i>	México	Springer Puls	2018	GS
Pradeep, Subbaiah	Índia	3 Biotech	2016	GS
Russo <i>et al.</i>	Itália	Applied and Environmental Microbiology	2019	GS

SD- Science Direct, WoS- Web of Science, GS- Google Scholar

Gráfico 1 - Distribuição dos artigos por banco de dados.



Fonte: A autora, 2021.

Os números em destaque representam as porcentagens calculadas.

Os agrotóxicos organoclorados são utilizados na produção agrícola para o controle de pragas, entretanto a grande problemática acerca do uso desses químicos está após a sua aplicação, visto que são compostos de difícil degradação e que persistem no ambiente por longos períodos. A contaminação ambiental é um dos grandes problemas da atualidade, com isso técnicas de remediação, como a biorremediação, são aplicadas com a finalidade de reduzir e acelerar a degradação dos contaminantes em uma matriz ambiental (CALVA; ALVARADO, 1998; COUTINHO *et al.*, 2015).

Para revisões sistemáticas é relevante considerar o uso de diferentes bancos de dados para pesquisa, visto que ocorre uma grande variação na cobertura dos dados retornados de acordo com o objetivo e conteúdo das publicações (SILVA *et al.*, 2020b). A plataforma Science Direct se mostrou uma ótima ferramenta na busca de artigos, embora tenha retornado um número mais baixo de publicações em relação aos outros bancos de dados (n=33), 24,24% desse total pode ser incluído na presente pesquisa (n=8), demonstrando ter uma especificidade ao retornar publicações de relevância para o estudo.

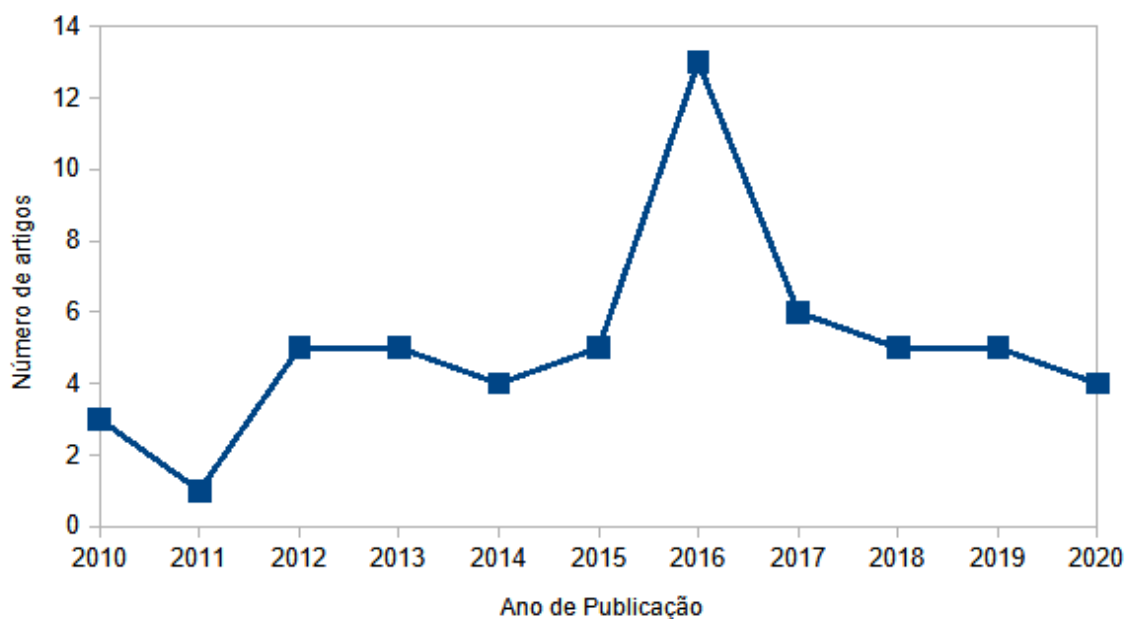
Na plataforma Web of Science, para os termos de busca aplicados, obteve-se o retorno de 112 artigos, destes 22,32% das publicações se encaixavam no perfil da pesquisa (n=25), sendo o banco de dados que mais contribuiu em números de artigos incluídos no trabalho. Vale ressaltar que o Web of Science tem indexado um grande número de periódicos, mas como ponto negativo, não é acessível para o público geral uma vez que requer assinatura

(WINTER; ZADPOOR; DODOU, 2013).

O Google Scholar é um serviço gratuito de busca na web, tendo acesso a documentos que não são indexados em outros bancos, como testes, relatórios, repositórios universitários, entre outros (VERÍSSIMO, 2012). Esta foi a plataforma que mais retornou publicações (n=254), porém somente 9,34% destas continham relação com o tema proposto, ou seja, somente 23 artigos, portanto o Google Scholar se mostrou bastante ineficiente no quesito de especificidade, retornando muitos resultados secundários em relação ao foco principal da pesquisa.

Em relação a variação temporal do número de publicações, com exceção do ano de 2016, que obteve um grande número de publicações (n=13) e de 2011 que foi o ano de menor número de artigos publicados (n=1), pode-se observar que nos outros anos avaliados o número de publicações varia entre a faixa de 3 e 6 publicações por ano. A média geral de publicações é de 5,09 ($\pm 2,94$) artigos publicados a cada ano (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Variação temporal do número de publicações sobre biorremediação de solos contaminados por pesticidas organoclorados nos últimos 10 anos.



Fonte: A autora, 2021.

Dentre os 56 artigos, foram encontradas 40 cepas microrganismos degradadores de agrotóxicos organoclorados (Tabela 2). Foi possível notar que as bactérias foram os grupos de microrganismos mais avaliados nos trabalhos quanto ao potencial de degradação, em contrapartida, trabalhos que utilizam leveduras na degradação de organoclorados ainda são

escassos na literatura. Diaz (2004) destaca o papel crucial das bactérias no ciclo biogeoquímico, devido a sua abundância, alta taxa de crescimento, rápida evolução e alta versatilidade metabólica.

A degradação de compostos xenobióticos realizada por microrganismos é dependente da presença de enzimas capazes de metabolizar os compostos presentes no meio e assim reduzir a concentração do contaminante (GAYLARDE; BELLINASSO; MANFIO, 2005). A busca pelo isolamento e seleção de microrganismos capazes de degradar poluentes é fundamental para o processo de recuperação de ambientes, neste ponto as ferramentas biotecnológicas possuem grande importância tanto para as etapas de o isolamento, melhoramento, quanto para a obtenção de novas linhagens degradadoras (SOARES *et al.*, 2011).

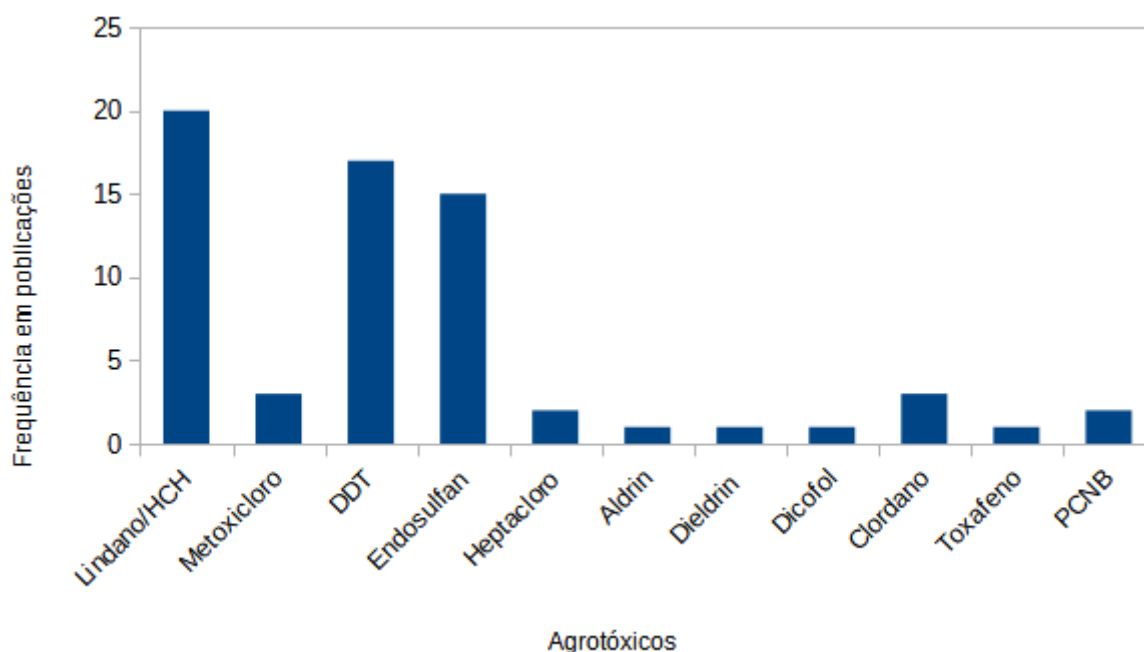
Tabela 2 - Espécies de microrganismos degradadores de agrotóxicos organoclorados.

Bactérias	Fungos Filamentosos	Leveduras	
<i>Streptomyces spp</i> A5, A2, A6, A11, A12, A14, M7, MC1.	<i>Rhodococcus wratislaviensis</i> Ch628	<i>Trichoderma hamatum</i> FBL 587	<i>Pseudozyma</i> VITJzN01
<i>Microbacterium spp</i>	<i>Stenotrophomonas spp</i> , LD-6	<i>Pleurotus spp</i>	<i>Rhodotorula sp.</i> VITJzN03
<i>Corynebacterium spp</i>	<i>Advenella kashmirensis</i>	<i>Penicillium spp</i>	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Chryseobacterium sp</i> PYR2	<i>Aspergillus niger</i>	
<i>Rhodococcus koreensis</i> S1	<i>Sphingobium japonicum</i> UT26	<i>Trichoderma spp</i>	
<i>Amycolatopsis tucumanensis</i> DSM 45259	<i>Sphingobacterium spp</i>	<i>Aspergillus spp</i>	
<i>Pseudomonas putida</i> QTH3	<i>Arthrobacter globiformis</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	
<i>Serratia marcescens</i> NCIM 2919.		<i>Ganoderma lucidum</i> GL-2	
<i>Alcaligenes faecalis</i> JBW4		<i>Fusarium sp.</i>	
<i>Alcaligenes eutrophus</i> A5		<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	
<i>Anabaena</i>		<i>Rhizopus arrhizus</i> FBL 578	
<i>Pseudomonas sp.</i> RPT 52		<i>Trametes hirsuta.</i>	

Foi possível verificar, dentre os artigos incluídos na pesquisa, a presença de estudos na área de biorremediação de solo de 12 agrotóxicos organoclorados diferentes (Gráfico 3). Sendo os mais frequentes o HCH/Lindano (n=20), DDT (n=17) e Endosulfan (n=15). Vale ressaltar que o lindano (γ -HCH), vendido em sua forma purificada, é um isômero do hexaclorociclobenzeno (HCH) e por este motivo foram agrupados no presente trabalho (YOGUI, 2002).

A presença frequente desses três agrotóxicos em publicações pode ser relacionada ao seu histórico de uso e produção, o HCH foi um dos agrotóxicos organoclorados mais utilizados e produzidos em todo o mundo, já o endosulfan foi utilizado algumas vezes como substituto do DDT por ter um amplo espectro de ação (JIT *et al.*, 2011; CURTI, 2011). Por sua vez o inseticida DDT é o mais conhecido do grupo de organoclorados, tendo sido utilizado como arma química, no controle de tifo na Segunda Guerra e em outros programas de controle de doenças tropicais como a malária, já no período pós-guerra seu uso foi inserido na agricultura devido ao seu baixo custo e eficiência no controle de insetos (D'AMATO; TORRES; MALM, 2002; RIBEIRO; PEREIRA, 2016).

Gráfico 3 - Distribuição dos agrotóxicos estudados nos artigos.



Fonte: A autora, 2021

Dos agrotóxicos organoclorados listados, 9 estão classificados como Poluentes Orgânicos Persistentes de acordo com a Convenção de Estocolmo, que listou os POP's em três anexos distintos (Tabela 3). Destes, 8 estão listados no anexo A, que são aqueles POP's

que devem ser eliminados tanto a produção quanto o uso, e 1 listado no anexo B que são aqueles em que deve restringir o uso e produção, não contendo nenhum químico listado no anexo C que são aqueles produzidos de maneira não intencional. Dois agrotóxicos não estavam listados em nenhum anexo, porém o metoxicloro está sob revisão para ser incluído em um dos anexos (UNEP, 2019).

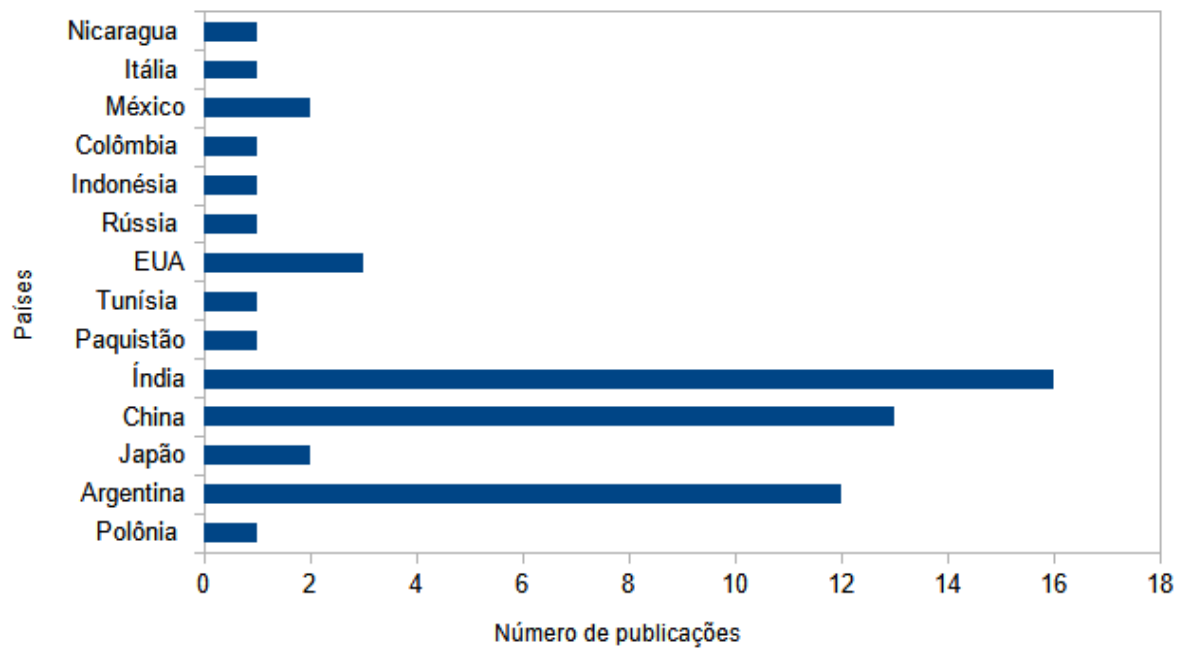
Tabela 3 - Listagem dos poluentes orgânicos persistentes segundo a conferência de Estocolmo.

Anexo A	Anexo B	Anexo C	Não Consta
Lindano/HCH	DDT	-	Metoxicloro
Endosulfan	-	-	PCNB
Heptacloro	-	-	-
Aldrin	-	-	-
Dicofol	-	-	-
Clordano	-	-	-
Toxafeno	-	-	-
Dieldrin	-	-	-

Autores de 14 nacionalidades diferentes publicaram sobre esse assunto. Destaca-se Índia com 16 publicações, China com 13 e Argentina com 12 publicações (Gráfico 4). Logo, o continente com maior número de artigos publicados foi a Ásia (33), seguida pela América do Sul (13), América do Norte (6), Europa (3) e África (1) (Gráfico 5).

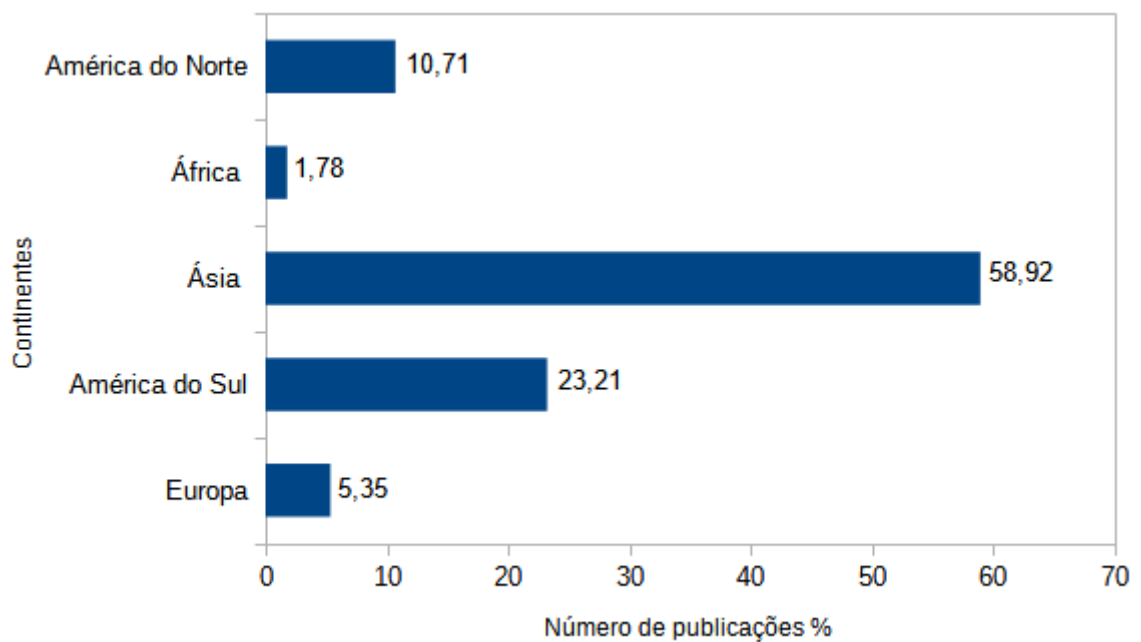
Dentre os países dos autores que publicaram sobre o tema proposto, a Índia foi a líder em número de publicações, este país é considerado um dos maiores produtores mundiais de pesticidas e o maior da Ásia, além de possuir grande produção e exportação de OCP's (ALI *et al.*, 2014).

Gráfico 4 - Distribuição por países dos autores que publicaram sobre biorremediação de pesticidas organoclorados.



Fonte: A autora, 2021.

Gráfico 5 - Distribuição por continentes dos autores que publicaram sobre biorremediação de agrotóxicos organoclorados



Fonte: A autora, 2021.

Os números em destaque representam as porcentagens calculadas.

A produção e uso de agrotóxicos organoclorados liberou milhares de toneladas destes

compostos no ambiente, devido o seu elevado potencial de poluição ambiental e toxicidade os OCP's se tornaram objeto de interesse global, sendo assim o empenho na busca por alternativas para descontaminação de ambientes além substituição do uso destes compostos é crescente em todo mundo (ALI *et al.*, 2014).

É possível ressaltar que os países que mais produziram artigos ligados ao tema (Índia e China) estão entre os principais consumidores e produtores de pesticidas no mundo, a nível continental a Ásia é o segundo maior consumidor de agrotóxicos do mundo (OLISAH; OKOH O; OKOH I, 2019).

Todos os países listados são signatários da Convenção de Estocolmo, sendo assim devem estar comprometidos com os objetivos do acordo de proteger a saúde humana e o meio ambiente dos POP's (UNEP, 2019).

Os artigos publicados estão distribuídos em diversas revistas científicas totalizando 38 (Tabela 4). No entanto, 30 destas continham apenas um artigo, 3 apresentavam duas publicações cada, enquanto as revistas mais frequentes foram a *Ecotoxicology and Environmental Safety* com 5 publicações, *Chemosphere* com 4, *Journal Environmental Management* e *World of Microbiology and Biotechnology* com 3 publicações cada. O fator de impacto de todas as revistas foi avaliado pelo *Journal Citation Report (JCR 2020)* e *SCImago Journal Rank (SJR 2020)*. O valor médio do fator de impacto desses periódicos foi de 3,79 ($\pm 2,26$), variando de 1,13 a 10,59 para JCR e de 0,85 ($\pm 0,50$), variando de 0,125 a 2,49 para SJR. O Qualis dos periódicos foi avaliado pelas áreas de biotecnologia, em que o Qualis B1 e B2 foram os mais frequentes com 8 periódicos cada e pela a área de ciências ambientais, onde o Qualis mais frequente foi A2 com 11 periódicos. Quatorze periódicos não tiveram registro de Qualis para biotecnologia e dezessete para a área de ciências ambientais.

Tabela 4 - Relação de periódicos com número de publicações realizadas, Qualis e fator de impacto.

Periódicos	ISSN	Total	Área de avaliação QUALIS		Fator de impacto	
			Biotecnologia	Ciências Ambientais	JCR	SJR
Chemosphere	0045-6535	4	A2	A1	7,086	1,632
Ecotoxicology and Environmental Safety	0147-6513	5	A2	A1	6,291	1,377
Journal of Environmental Chemical Engineering	2213-3437	1	A2	A1	5,909	0,965
SpringerPlus	2193-1801	1	B3	B2	1,13	0,125

Tabela 4 - Relação de periódicos com número de publicações realizadas, Qualis e fator de impacto (Continuação).

Periódicos	ISSN	Total	Área de avaliação Capes		Fator de impacto	
			Biotecnologia	Ciências Ambientais	JCR	SJR
World Journal of Microbiology and Biotechnology	0959-3993	3	B2	A2	3,312	0,758
Biochemical and Biophysical Research Communications	0006-291x	1	B1	A2	3,575	0,988
Journal of Hazardous Materials	0304-3894	3	A1	A1	10,588	2,034
Biodegradation	0923-9820	2	B1	A2	3,909	0,842
Journal of Bioremediation & Biodegradation	2155-6199	1	B5	NA	NA	NA
Environmental Science and Pollution Research International	0944-1344	1	B1	A1	4,223	0,845
Environmental Engineering Science	1092-8758	1	B2	B1	1,907	0,46
Journal of Microbiology and Biotechnology	1017-7825	2	B2	NA	2,351	0,601
Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers	1876-1070	1	B1	NA	5,876	0,991
Journal of Environmental Sciences	1001-0742	1	NA	A2	3,12	1,316
Pesticide Research Journal	0970-6763	1	NA	NA	NA	NA
Environmental Monitoring and Assessment	0167-6369	1	B2	A2	2,513	0,59
3 Biotech	2190-572x	1	NA	NA	2,406	0,557
Applied and Environmental Microbiology	0099-2240	1	A2	A1	4,792	1,552
Bioresource Technology	0960-8524	1	A1	A1	9,642	2,489
Environmental Technology	0959-3330	1	B1	A2	3,247	0,525
Journal of Environmental Management	0301-4797	3	A2	A1	6,789	1,441
Pedosphere	1002-0160	1	NA	A2	3,911	1,084

Tabela 4 - Relação de periódicos com número de publicações realizadas, Qualis e fator de impacto (Continuação).

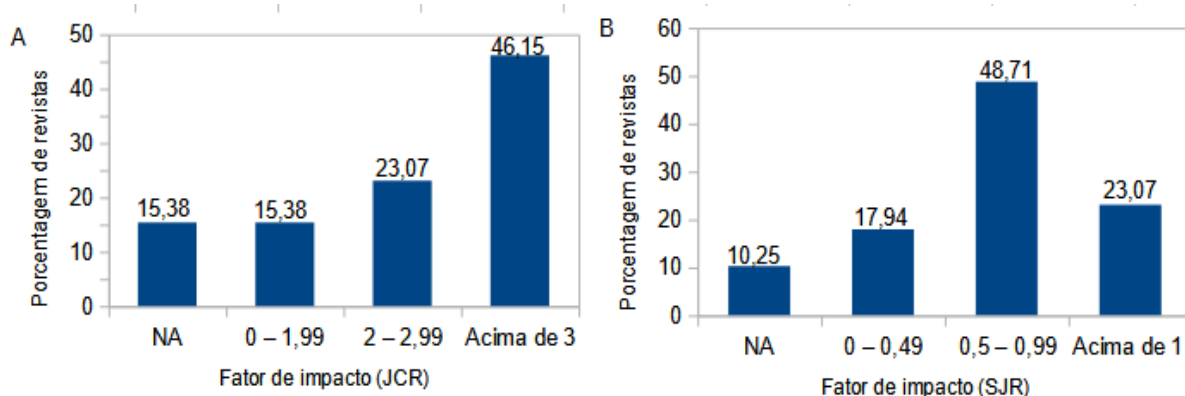
Periódicos	ISSN	Total	Área de avaliação CAPES		Fator de Impacto	
			Biotecnologia	Ciências Ambientais	JCR	SJR
Soil & Sediment Contamination: An International Journal	1549-7887	2	NA	NA	2,061	0,427
International Journal of Environmental Science and Technology	1735-1472	1	B1	A1	2,86	0,512
Journal of Basic Microbiology	0233-111x	1	B2	NA	2,281	0,58
Remediation-The Journal of Environmental Cleanup Costs Technology Techniques	1051-5658	1	NA	NA	NA	0,762
Nexo Revista Científica	1818-6742	1	NA	NA	NA	NA
Journal of Wood Sciences	1611-4663	1	NA	NA	2,17	0,576
Biocatalysis and Agricultural Biotechnology	1878-8181	1	B2	A2	NA	0,588
Journal of Environmental Science and Health Part-B-Pesticides Food Wastes	0360-4109	1	NA	NA	1,99	0,445
Journal of Soils and Sediments	1439-7480	1	NA	NA	3,308	0,885
International Biodeterioration & Biodegradation	0964-8305	1	B1	A2	4,32	1,103
Environmental Earth Sciences	1866-6280	1	B1	A2	2,784	0,641
Applied Biological Chemistry	2468-0834	1	NA	NA	1,813	0,417
Polish Journal of Microbiology	1733-1331	1	NA	NA	1,28	0,312
Turkish Journal of Biology	1300-0152	1	B2	NA	1,452	0,323

Tabela 4 - Relação de periódicos com número de publicações realizadas, Qualis e fator de impacto (Continuação).

Periódicos	ISSN	Total	Área de avaliação CAPES		Fator de Impacto	
			Biotecnologia	Ciências Ambientais	JCR	SJR
Bioscience Biotechnology Research Communications	0974-6455	1	NA	NA	NA	NA
Journal of Soil Science and Plant Nutrition	0718-9516	1	NA	NA	3,872	0,708

NA- não consta

Gráfico 6 - A) Distribuição do número de periódicos de acordo com o fator de impacto JCR. B) Distribuição do número de periódicos de acordo com o fator de impacto SJR.



Fonte: A autora, 2021.

NA- não consta. Os números em destaque representam as porcentagens calculadas.

A análise de fator de impacto é um dos principais indicadores da qualidade das produções científicas, periódicos que estejam melhor avaliados alcançam maior prestígio e visibilidade no meio científico (THOMAZ; ASSAD; MOREIRA, 2011; MOED, 2005).

O fator de impacto JCR é calculado através da contagem de citações que os artigos de um determinado periódico obtiveram nos dois anos anteriores ao ano de referência, dividido pelo número total de artigos que foram publicados no mesmo intervalo de tempo, sendo uma média de citações que uma publicação recebe em um determinado periódico. O fator de impacto SJR, utiliza um algoritmo próprio, expressa o número de citações recebidas no ano de referência por um periódico, dividido pelo número de artigos publicados nos três anos anteriores, baseia cada citação conforme o seu prestígio (PENDLEBURY, 2009; SANTOS *et al.*, 2012a).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, foi constatada a presença de muitos estudos publicados abordando o assunto de biorremediação de solo contaminado por agrotóxicos organoclorados, sendo também constatada um grande número de cepas utilizadas nos trabalhos, apresentando potencial de remediação dos compostos estudados.

A produção de artigos nos últimos 10 anos está fortemente concentrada nas regiões da Ásia, ainda que a América do Sul também tenha se destacado com o número de publicações científicas, sendo estas as regiões mais promissoras nos estudos de biorremediação de organoclorados. A Índia foi o país em que obteve maior número de publicações de biorremediação de organoclorados, ainda que seja um dos maiores produtores de OCP 's.

Todos os países que publicaram sobre o tema são signatários da Convenção de Estocolmo que orienta sobre o uso e produção dos POP 's, grupo de poluentes nos quais diversos agrotóxicos organoclorados fazem parte.

Concluiu-se que artigos concentrados na área de ciências ambientais e biotecnologia, estão frequentemente publicados em periódicos com maior impacto e prestígio, confirmando a relevância do assunto frente a problemática do tema.

A grande problemática da contaminação ambiental tem despertado a atenção da sociedade, os cientistas buscam novas alternativas para reverter os danos ambientais. A análise cienciométrica tem fundamental importância na comunicação e difusão do conhecimento gerado pelas atividades científicas.

7. REFERÊNCIAS

- ABBES, C. *et al.* Aerobic Biodegradation of DDT by *Advenella Kashmirensis* and Its Potential Use in Soil Bioremediation. **Soil and Sediment Contamination: An International Journal**, v. 27, n.8 , p. 455-468, jun. 2018.
- ACOSTA, L.F.D; HERNANDEZ, M.J.L. Bioremediation of soils contaminated by organoclorated by the stimulation of autoconal microorganisms, using biosolids. **Revista Científica**, v. 29, p. 22-28, jun. 2016.
- ADAMS, G.O. *et al.* Bioremediation, Biostimulation and Bioaugmentation: A review. **International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation**, vol. 3, n. 1, p. 28-39, 2015.
- Ali, U. *et al.* Organochlorine pesticides (OCPs) in the South Asian region: A review. **Science of The Total Environment**, v. 476, p. 705–717, abr. 2014.
- APARICIO, J.D. *et al.* Comparative study of single and mixed cultures of actinobacteria for the bioremediation of co-contaminated matrices. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.6, n. 2, p. 2310-2318, abr. 2018.
- APARICIO, J.D. *et al.* Versatility of *Streptomyces sp. M7* to bioremediate soils co-contaminated with Cr(VI) and lindane. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, p. 34-39, jun. 2015.
- BACZYNSKI, T.P; PLEISSNER, D; GROTHENHUIS, T. Anaerobic biodegradation of organochlorine pesticides in contaminated soil – Significance of temperature and availability. **Chemosphere**, v. 78, p. 22-28, jan. 2010.
- BETANCUR-CORREDOR, B. *et al.* Evaluation of biostimulation and Tween 80 addition for the bioremediation of long-term DDT-contaminated soil. **Journal of Environmental Sciences**, v. 28, p. 101-109, fev. 2015.
- BHALERAO, T.S. Bioremediation of endosulfan-contaminated soil by using bioaugmentation treatment of fungal inoculant *Aspergillus niger*. **Turkish Journal of Biology**, v. 36, p. 561-567, jan. 2012.

BISHT, J. *et al.* Biodegradation of chlorinated organic pesticides endosulfan and chlorpyrifos in soil extract broth using fungi. **Remediation- The Journal of Environmental Cleanup Cost, Technologies & Techniques**. v. 29, p. 63-77, jun. 2019.

BRAIBANTE, M.E.F ; ZAAP, J.A. A química dos agrotóxicos. **Química e Sociedade**, v. 34, n.1, p.10-15, fev. 2012.

CALVA, L.G; ALVORADO, M.R.T. Plaguicidas organoclorados. **Revista ContactoS**, p. 35-46, 1998.

CAO, X. *et al.* Degradação simultânea de pesticidas organofosforados e organoclorados por *Sphingobium japonicum* UT26 com hidrolase organofosforada exibida na superfície. **Biodegradation**, v. 24, 295–303, ago. 2013.

CHAURASIA, A.K; ADHYA, T.K; APTE, S.K. Engineering bacteria for bioremediation of persistent organochlorine pesticide lindane (gamma-hexachlorocyclohexane). **Bioresource Technology**, v. 149, p. 430-445, dez. 2013.

COUTINHO, P.W.R. *et al.* Alternativa de remediação e descontaminação de solos: biorremediação e fitorremediação. **Nucleus**, v.12, n.1, p.59-68, abr. 2015.

CUOZZO, S.A. *et al.* Chlordane biodegradation under aerobic conditions by indigenous *Streptomyces* strains. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 66, p. 19-24, jan. 2012.

CURTI, K.C.F. **Estudo comparativo da degradação do inseticida Endosulfan através de: ozônio, fotólise e ozonização fotolítica**. Tese de Doutorado em Química, Faculdade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, p. 134, 2011.

D'AMATO, C; TORRES, J.P.M; MALM, O. DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação- uma revisão. **Química Nova**, v. 25, n. 6, p. 995-1002. nov. 2002.

DIAZ, E. Bacterial degradation of aromatic pollutants: a paradigm of metabolic versatility. **International Microbiology**, v. 7, n. 3, p. 173-180, 2004.

DICKSTEIN, A.C. Entre riscos, utilidades e inovação da indústria química: a Convenção de Estocolmo sobre poluentes orgânicos persistentes (POP's). In: Gomes, Carla Amado (org). **Estudos sobre riscos tecnológicos**, Lisboa, ed. Instituto de Ciências Jurídico-Políticas, Centro de Investigação de Direito Público, p. 8-79, 2017.

EGOROVA, D.O. *et al.* Bioremediation of Hexachlorocyclohexane-Contaminated Soil by the New *Rhodococcus wratislaviensis* Strain Ch628. **Water, Air, & Soil Pollution**, p. 183, abr. 2017.

ERDEM, Z; CUTRIGHT, T.J. Biodegradation Potential of 1,1,1-Trichloro-2,2-Bis(p-Chlorophenyl) Ethane (4,4'-DDT) on a Sandy-Loam Soil Using Aerobic Bacterium *Alcaligenes eutrophus* A5. **Environmental Engineering Science**, v.33, p. 149, 149, mar. 2016.

ERDEM, Z; CUTRIGHT, T.J. Biotransformation of 1,1,1-trichloro-2,2-bis(*p*-chlorophenyl) ethane (4,4'-DDT) on a Sandy Loam Soil using aerobic bacterium *Corynebacterium* sp. **Environmental Earth Sciences**, v. 75, P. 1-9, set. 2016.

FAN, B. *et al.* Co-remediation of DDT-contaminated soil using white rot fungi and laccase extract from white rot fungi. **Journal of Soil and Sediments**, v. 13, p. 1232-1245, ago. 2013.

FANG, H. *et al.* Biodegradability and ecological safety assessment of *Stenotrophomonas* sp. DDT-1 in the DDT-contaminated soil. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 158, p. 145-153, ago. 2018.

FANG, H. *et al.* Characterization of a bacterial strain capable of degrading DDT congeners and its use in bioremediation of contaminated soil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 184, p. 281-289, dez. 2010.

FERREIRA, M. L. A pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. **Revista de Direito Sanitário**, p. 18-45, 2015.

FLORES, A.V. *et al.* Organoclorados: um problema de saúde pública. **Ambiente & Sociedade**, v.7, n.2, p. 111-124, dez. 2004.

FUENTES, M.S. *et al.* Methoxychlor bioremediation by a defined consortium of environmental *Streptomyces* strains. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 11, p. 1147-1156, maio. 2014.

FUENTES, M.S. *et al.* Removal of a mixture of pesticides by a *Streptomyces* consortium: Influence of different soil systems. **Chemosphere**, v. 173, p. 359-367, abr. 2017.

FUENTES, M.S. *et al.* Selection of an actinobacteria mixed culture for chlordane remediation. Pesticide effects on microbial morphology and bioemulsifier production. **Journal of Basic Microbiology**, v. 56, p. 127-137, fev. 2016.

GAYLARDE, C.C; BELLINASSO, M.L; MANFIO, G.P. Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos. **Biotecnologia Ciências & Desenvolvimento**, n. 34, p. 36-43, jan. 2005.

GUPTA, M. *et al.* A study on metabolic prowess of *Pseudomonas* sp RPT 52 to degrade imidacloprid, endosulfan and coragen. **Journal of Hazardous**, v. 301, p. 250-258, jan. 2016.

HAYASHI, M. C. Afinidades eletivas entre a ciétiometria e os estudos sociais da ciência. **Filosofia e Educação**, v. 5, p. 57–88, 15 set. 2013.

ITO, K. *et al.* *Rhodococcus koreensis* strain S1-1 from endosulfan contaminated soil and identification of a novel metabolite, endosulfan diol monosulfate. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 473, p. 1094-1099, maio, 2016.

JIT, S.; *et al.* Evaluation of hexachlorocyclohexane contamination from the last lindane production plant operating in Índia. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 18, p. 586-597, out. 2011.

KAMEI, I; TAKAGI, K; KONDO, R. Degradation of endosulfan and endosulfan sulfate by white-rot fungus *Trametes hirsuta*. **Journal of Wood Science**, v. 57, p. 317-322, ago. 2011.

KAUR, H; KAPOOR, S; KAUR, G. Application of ligninolytic potentials of a white-rot fungus *Ganoderma lucidum* for degradation of lindane. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 188, out. 2016.

LEONEL, L.V. *et al.* Biorremediação do solo. **Revista Terra e Cultura**, n.56, p. 37-52, ago. 2010.

LU, P; LIU, H.M; LIU, A.M. Biodegradation of dicofol by *Microbacterium* sp. D-2 isolated from pesticide-contaminated agricultural soil. **Applied Biological Chemistry**, v. 62, dez. 2019.

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

MATTOS, M.L.T. Microbiologia do Solo. In NUNES, R.R; REZENDE, M.O.O, (org) **Recurso do solo: Propriedades e Usos**. São Carlos, ed. Cubo, p. 250-272, 2015.

MODEL, K.J. **Pesticidas organoclorados e organofosforados no sedimento do Rio Pelotas: Risco ecológico, distribuição temporal e espacial**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade do Oeste do Paraná, Cascavel, p. 59, 2017.

MOED, H. F. **Citation Analysis in Research Evaluation**. [s.1] Springer Netherlands, 2005.

NAKAMURA, E. **Avaliação das concentrações de pesticidas organoclorados em águas superficiais pela otimização da técnica USAEME**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, p. 88, 2015.

NARKHEDE, C.P. *et al.* Studies on endosulfan degradation by local isolate *Pseudomonas aeruginosa*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 4, p. 259-265, abr. 2015.

NEERJA, *et al.* Biodegradation of 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl) ethane (DDT) by using *Serratia marcescens* NCIM 2919. **Journal of Environmental Science and Health Part B-Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes**, v. 51, p. 809-816, 2016.

NORONHA, D. P.; POBLACIÓN D. A.; SANTOS C. B.. Produção científica: análise Ciencimétrica das comunicações apresentadas nos SNBU's: 1978-1998. In Seminário nacional de bibliotecas universitárias. **Anais**, p. 11, 2000.

ODUKKATHIL, G; VASUDEVAN, N. Residues of endosulfan in surface and subsurface agricultural soil and its bioremediation. **Journal of Environmental Management**, v. 165, p.72-80, jan. 2016.

OLISAH, C; OKOH, O, OKOH, I. O. Global evolution of organochlorine pesticides research in biological and environmental matrices from 1992 to 2018: A bibliometric approach. **Emerging Contaminants**, v.5, p. 157,167, 2019.

ORTIZ, I. *et al.* Biodegradation of DDT by stimulation of indigenous microbial populations in soil with cosubstrates. **Biodegradation**, v. 24, p. 215-225, abr. 2013.

PARRA, M.R; COUTINHO, R.X; PESSANO, E. F.C. Um breve olhar sobre a ciencimetria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o Ensino de Ciências. **Revista Contexto & Educação**, v.34, p. 126-141, jan. 2019.

PENDLEBURY, D.A. The use and misuse of journal metrics and other citation indicators. **Scientometrics**, v.57, p. 1-11, fev. 2009.

PERES, F; MOREIRA, J.C; DOUBOIS, G.S. Agrotóxicos, saúde e ambiente In: Frederico Peres; Josino Costa Moreira (Org). **É veneno ou remédio?**, 1ed. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, v.1, p.21-41, 2003.

PRADEEP, V; SUBBIAIAH, U.M. Use of Ca-alginate immobilized *Pseudomonas aeruginosa* for repeated batch and continuous degradation of Endosulfan. **3 Biotech**, v. 6, n. 124, jun. 2016.

PURNOMO, A.S. *et al.* Biodegradation of heptachlor and heptachlor epoxide-contaminated soils by white-rot fungal inocula. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p. 11305-11312, maio. 2014.

QU, J. *et al.* Novel Chryseobacterium sp PYR2 degrades various organochlorine pesticides (OCPs) and achieves enhancing removal and complete degradation of DDT in highly contaminated soil. **Journal of Environmental Management**, v. 161, p. 350-357, set. 2015.

RAIMONDO, E.E, *et al.* Bioremediation of lindane-contaminated soils by combining of bioaugmentation and biostimulation: Effective scaling-up from microcosms to mesocosms. **Journal of Environmental Management**, v. 276, dez. 2020.

RAIMONDO, E.E, *et al.* Coupling of bioaugmentation and biostimulation to improve lindane removal from different soil types. **Chemosphere**, v. 238, jan. 2020.

RAIMONDO, E.E. *et al.* Enhanced bioremediation of lindane-contaminated soils through microbial bioaugmentation assisted by biostimulation with sugarcane filter cake. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v 190, mar. 2020.

RAIMONDO, E.E. *et al.* Lindane Bioremediation in Soils of Different Textural Classes by an Actinobacteria Consortium. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 19, p. 29-41, mar. 2019.

RAZERA, J. C. C. Contribuições da cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. **Ciências e Educação**, v. 22, n.3, p,557-560, 2016.

RIBAS, P.P; MATSUMURA, A.T.S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde humana e o meio ambiente. **Revista Liberato**, p. 149-158, 2009.

RIBEIRO, D.S; PEREIRA, T.S. O agrotóxico nosso de cada dia. **Vitalle- Revista de Ciências da Saúde**, v. 28, p. 14-26, 2016.

ROMERO-AGUILAR, M. *et al.* *Penicillium* sp. as an organism that degrades endosulfan and reduces its genotoxic effects. **Springerplus**, v. 3, set. 2014.

RUSSO, F. *et al.* Bioremediation of Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT)- Contaminated Agricultural Soils: Potential of Two Autochthonous Saprotrophic Fungal Strains. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 85, out. 2019.

SADIQ, S. *et al.* Bioremediation Potential of White Rot Fungi, *Pleurotus* Spp against Organochlorines. **Bioremediation & Biodegradation**, vol. 6, p.6, ago. 2015.

SAEZ, J.M. *et al.* Improvement of lindane removal by *Streptomyces* sp M7 by using stable microemulsions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 144, p. 351-359, out. 2017.

SAEZ, M.J; BENIMELI, C.S; AMOROSO, M.J. Lindane removal by pure and mixed cultures of immobilized actinobacteria. **Chemosphere**, v. 89, p. 982-987, nov. 2012.

SAGAR, V; SINGH, D.P. Biodegradation of lindane pesticide by non white- rots soil fungus *Fusarium* sp. **World Journal of Microbiology & Microbiotechnology**, v. 27, p. 1747-1754, ago. 2011.

SAGHEE, M.R; BIDLAN, R. Simultaneous Degradation of Organochlorine Pesticides by Microbial Consortium. **Bioscience Biotechnology Research Communications**, v.11, mar. 2018.

SALAM, J.A. *et al.* Biodegradation of lindane using a novel yeast strain, *Rhodotorula* sp. VITJzN03 isolated from agricultural soil. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 29, n. 3, p. 475-487, out. 2012.

SALAM, J.A; DAS, N, Enhanced Biodegradation of Lindane Using Oil-in-Water Bio-Microemulsion Stabilized by Biosurfactant Produced by a New Yeast Strain, *Pseudozyma* VITJzN01. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 23, n. 11, p. 1598-609, nov. 2013.

SANTOS, T. *et al.* Reflexões sobre a utilização de indicadores cienciométricos. **Motricidade**, v. 8, p. 15–22, 1 jan. 2012a.

SANTOS, V.M.R. *et al.* Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos, de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais, **Química Nova**, v. 30, n.1, fev. 2007b.

SAURABH, G. *et al.* Enhanced Biodegradation of Endosulfan by *Aspergillus* and *Trichoderma* spp. Isolated from an Agricultural Field of Tarai Region of Uttarakhand. **Pesticide Research Journal**, v. 27, p. 223-230, jan. 2015.

SHARMA, S. Bioremediation: Features, Strategies and applications. **Asian Journal of Pharmacy and Live Science**, v.2, p. 202-213, 2012.

SILAMBARASAN, S; ABRAHAM, J. Halophilic bacterium JAS4 in biomineralization of endosulfan and its metabolites isolated from *Gossypium herbaceum* rhizosphere soil. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, p. 1748-1756, jul. 2014.

SILVA, R.R. **Biorremediação de solos contaminados com organoclorados por fungos basidiomicetos em biorreatores**. Tese de Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica e Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo, p. 186. 2009a.

SILVA, T. F. *et al.* Systematic review of bibliometric studies on SARS-CoV-2. **Revista Ciência em Saúde**, v. 10, n. 3, p. 116–125, 24 set. 2020b.

SOARES, I.A.*et al.* Fungos na biorremediação de áreas degradadas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.2, p. 341-350, 2011.

SPADOTTO, C.A. *et al.* Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. **Embrapa Meio Ambiente**, p. 8-24, 2004

SPINAK, E. **Diccionario enciclopédico de Bibliometría, cienciometría e informetría**. Caracas: Unesco -CII/II, 1996.

TEJOMYEE, S.B. Biomineralization and Possible Endosulfan Degradation Pathway Adapted by *Aspergillus niger*. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 23, p. 1610-1616, nov. 2013.

THOMAS, J.E; GOHIL, H. Microcosm studies on the degradation of *o,p'*- and *p,p'*-DDT, DDE, and DDD in muck soil. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 27, p. 619–625, jul. 2011.

THOMAZ, P.G; ASSAD, R.S; MOREIRA; L.F.P. Uso do Fator de Impacto e do Índice H para avaliar pesquisadores e produções. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, fev. 2011.

TOMASSONI, F. *et al.* Técnicas de biorremediação do solo. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 3, p. 46-56, 2013

United Nations Environmental Program (UNEP) Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POP's), 2019. Disponível em <http://www.POP's.int/Convention/ConventionText/tabid/2232/Default.aspx>. acesso em 22 de setembro de 2021.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 369–379, 2002.

VERÍSSIMO, J.M.D. **As bibliotecas universitárias face ao desafio Google Scholar: ameaça ou oportunidade? Dissertação** de Mestrado em Informação, Comunicação e Novos Media, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal, p. 90, 2012.

WANG, C. *et al.* Turmalina combinada com *Phanerochaete chrysosporium* para remediar solo agrícola contaminado com PAHs e OCPs. **Journal of Hazardous Materials**, v. 264, p.339-448, jan. 2014.

WANG, H. *et al.* In-Situ Bioremediation of DDTs and PAH Contaminated Aging Farmland Soil Using Blood Meal. **Soil and Sediment Contamination: An International Journal**, v. 26, p. 623-635, out. 2017.

WANG, X. *et al.* Surfactant-enhanced bioremediation of DDTs and PAHs in contaminated farmland soil. **Environmental Technology**, v. 39, n. 13, p. 1733-1744, jun. 2017.

WANG, Y, *et al.* Effective biodegradation of pentachloronitrobenzene by a novel strain *Pseudomonas putida* QTH3 isolated from contaminated soil. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 282, out. 2019.

WINTER, J.C.F; ZADPOOR, A.A; DODOU, D. The expansion of Google Scholar versus Web of Science: a longitudinal study. **Scientometrics**, 2013.

YOGUI, G.T. **Ocorrência de compostos organoclorados (pesticidas e PCBs) em mamíferos marinhos da costa de São Paulo (Brasil) e da ilha Rei George (Antártica).**

Dissertação de Mestrados em Oceanografia Química e Geológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

YU, F.B. *et al.* Isolation and characterization of an endosulfan-degrading strain, *Stenotrophomonas* sp. LD-6, and its potential in soil bioremediation. **Polish Journal of Microbiology**. v. 61, n. 4, p. 257-262, 2012.

ZHANG, N. *et al.* Microbial remediation of a pentachloronitrobenzene-contaminated soil under *Panax notoginseng*: A field experiment. **Pedosphere**, v.30, p. 563-569, ago. 2020.

ZHANG, Y. *et al.* Biodegradation of Endosulfan by Bacterial Strain *Alcaligenes faecalis* JBW4 in Argi-Udic Ferrosols and Hapli-Udic Isohumosols. **Water Air and Soil Pollution**, v. 227, n. 425, nov. 2016.