



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CAMPUS PLANALTINA

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Ana Clara Mendes da Silva

**BIOFERTILIZANTES:
ESTUDO DE OPINIÃO, TENDÊNCIA DAS PESQUISAS E
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**

Brasília-DF, Brasil
Junho, 2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CAMPUS PLANALTINA

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**BIOFERTILIZANTES:
ESTUDO DE OPINIÃO, TENDÊNCIA DAS PESQUISAS E
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**

Mestranda: Ana Clara Mendes da Silva

Orientadora: Tatiana Barbosa Rosado Laviola.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Faculdade UnB de Planaltina, como requisito para a obtenção de título de Mestra em Ciências Ambientais.

Habilitação: Estrutura, Dinâmica e Conservação Ambiental.

Brasília-DF, Brasil
Junho, 2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MS586b MENDES DA SILVA, ANA CLARA
BIOFERTILIZANTES: ESTUDO DE OPINIÃO, TENDÊNCIA DAS
PESQUISAS E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA / ANA CLARA MENDES DA
SILVA; orientador TATIANA BARBOSA ROSADO LAVIOLA. --
Brasília, 2021.
79 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Ambientais)
- Universidade de Brasília, 2021.

1. BIOINSUMOS. 2. CIENCIOMETRIA. 3. AGRICULTURA. 4.
SUSTENTABILIDADE. 5. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA. I. BARBOSA
ROSADO LAVIOLA, TATIANA, orient. II. Título.

ANA CLARA MENDES DA SILVA

**Biofertilizantes: Estudo de Opinião, Tendência das Pesquisas e
Legislação Brasileira**

Dissertação apresentada ao corpo docente da Universidade de Brasília em cumprimento parcial dos requisitos para o grau de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Tatiana Barbosa Rosado Laviola / PPGCA - UnB (Presidente/Orientadora)

Prof. Dr. Éder de Souza Martins / EMBRAPA - UnB (Membro Titular)

Prof. Dr. Milton Sérgio Dornelles/ Instituto Federal Goiano (Membro Titular)

Dr. Bruno Galvêas Laviola/EMBRAPA (Membro Suplente)

Aprovada em 11/06/2021.

Ao meu esposo, **Alex Nunes de Oliveira**,
companheiro de mestrado e sobretudo,
companheiro de vida. Por estar sempre ao meu
lado, pela força, pela paciência, por ser meu
porto seguro, sempre. Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus, por me munir de força e perseverança diante das dificuldades nestes dois anos e quatro meses de curso.

À minha mãe, Maria José, pelo incentivo e amor sem medida. Meus irmãos, sobrinhos e cunhados por todo apoio e carinho.

À Professora Tatiana Barbosa Rosado, por ter aceito o desafio de me orientar e direcionar no desenvolvimento dessa dissertação.

Às doutorandas Fabíula Amorim e Iara Fernandes, que durante esta jornada se tornaram amigas e guardarei sempre em meu coração.

Às amigas Eliete Cruzeiro, Marcelina Teles, Ruberlânia Arrais e Andréia Geisa, pelo incentivo em participar do processo seletivo.

A todos os colegas da turma 01 do PPGCA/UnB 2019.

O Cio da Terra

Chico Buarque

Debulhar o trigo

Recolher cada bago do trigo

Forjar no trigo o milagre do pão

E se fartar de pão

Decepar a cana

Recolher a garapa da cana

Roubar da cana a doçura do mel

Se lambuzar de mel

Afagar a terra

Conhecer os desejos da terra

Cio da terra, a propícia estação.

APRESENTAÇÃO GERAL

No decorrer da história da humanidade a agricultura vem influenciando nas mudanças políticas, sociais e culturais. No período pré-histórico o fogo era utilizado para limpar áreas para plantio e, mesmo sem o devido preparo do solo, o cultivo de terras possibilitou a formação dos primeiros aglomerados humanos, que nesse período não viviam completamente fixos (Olson, 2003). Todavia, este padrão de comportamento se alterou e a cultura agrícola espalhou-se por todo mundo e com isso aumentou a variedade de produtos obtidos por meio dos cultivos agrícolas.

Contudo, dois pontos permaneceram imutáveis: para produzir alimentos em quantidades suficientes para atender às necessidades da população humana é preciso fazer agricultura em larga escala e, praticá-la, causa impactos ambientais. Esses impactos tendem a aumentar devido ao crescimento populacional e, em consequência disso, aumentam também os processos de urbanização e industrialização (Glick, 2012).

A degradação ambiental pode ser causada por múltiplos fatores, isolados ou em conjunto, entre eles, a exploração descontrolada de recursos naturais e o aumento do consumo de bens e de serviço. A agricultura quando não praticada com os devidos cuidados também pode poluir a água, os lençóis freáticos e o solo; causar erosões, atingir os animais que compõem a biodiversidade, entre outros (Cordeiro, 2004). Ainda de acordo com Carneiro (2005) em dossiês da ABRASCO, a utilização de agrotóxicos na agricultura pode contaminar os alimentos que nos alimentam, o solo que produz, a água que nos mata a sede e sustenta a vida e o ar que respiramos.

Atualmente o uso dos insumos agrícolas está diretamente ligado ao crescimento da produção garantindo ou melhorando a produtividade no cultivo. Eles podem ser classificados como mecânicos, biológicos ou químicos (Maguire et al., 2009).

Fazem parte dos insumos mecânicos as máquinas, implementos e equipamentos agrícolas, que se caracterizam pelos arados, tratores, pulverizadores, equipamentos de irrigação, entre outros. Dentre os insumos químicos, que são os mais difundidos nos processos agrícolas, temos os inoculantes, que facilitam a absorção do nitrogênio do ar; os defensivos, popularmente conhecidos como agrotóxicos, pesticidas, praguicidas ou ainda produtos fitossanitários; que são utilizados no combate de doenças e pragas, e os fertilizantes – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2004).

Os fertilizantes são também conhecidos como adubo sintético ou adubo inorgânico. São normalmente de origem mineral e processados em indústrias químicas. Classificam-se em

nitrogenados, fosfatados, potássicos, mistos e calcários e são compostos por macronutrientes que são necessários, em maiores quantidades, para o desenvolvimento das plantas (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio e potássio) e micronutrientes, que são necessários para o desenvolvimento das plantas em menores quantidades (Shankar, 2013).

Os recursos minerais, principal fonte de matéria-prima dos fertilizantes industrializados sintéticos, além de não serem renováveis e terem um alto custo na cadeia de produção devido aos gastos com energia, causam impactos negativos no solo, alteram as comunidades microbianas e afetam a vegetação, o que leva à destruição de uma grande quantidade de terra, destruição esta gerada por erosão, salinização, desagregação e compactação do solo (Juwarkar, 2008; FAO, 2015).

Pelo fato dos fertilizantes conterem em sua composição uma grande quantidade de nitratos e fosfatos, eles são considerados altamente poluentes, pois, uma vez em que são aplicados nas lavouras, via solo ou foliar, são posteriormente erodidos para o leito dos rios e lagos ou lixiviados no perfil do solo, contaminando o próprio solo, os lençóis freáticos, as águas subterrâneas, ou os rios e lagos. Para que isso não ocorra, essa produção precisa atingir níveis de desenvolvimento sustentável, que associe o crescimento econômico sem agredir o ambiente (Chen, 2006a).

Considerando todos os efeitos adversos do uso prolongado de fertilizantes químicos, a agricultura biológica emergiu como uma alternativa em termos de demanda crescente por alimentos saudáveis, sustentabilidade a longo prazo e preocupações com a poluição (Reddy, 2013). Embora o uso de fertilizantes sintéticos seja imprescindível para atender à crescente demanda de alimentos no mundo, há oportunidades em que algumas culturas podem ser bem cultivadas através da agricultura biológica (Macilwain, 2004). Os insumos biológicos são constituídos por materiais orgânicos diversos, adubos de esterco de animais, compostagem, microrganismos, fertilizantes orgânicos, biofertilizantes, etc. Os biofertilizantes incluem principalmente a fixação de nitrogênio, solubilização de fosfato e microrganismos que promovem o desenvolvimento de plantas (Goel, 1999).

No entanto, existem questionamentos quanto à pesquisa, produção, registro e uso desses insumos. Por isso, essa pesquisa objetivou conhecer, analisar e descrever sobre o atual contexto de biofertilizantes no Brasil, englobando sua relação com a mitigação de impactos ambientais, a percepção de agricultores e estudiosos, as tendências da pesquisa científica e o ambiente legal de produção, registro e comércio do produto, segundo as leis brasileiras.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Resultado das 229 respostas obtidas referentes às áreas de atuação/interesse dos pesquisados participantes da pesquisa	28
Figura 1.2	Total das 229 respostas obtidas sobre os possíveis entraves para a produção em larga escala e comercialização de biofertilizantes no Brasil	29
Figura 1.3	Total das 229 respostas apresentadas sobre o nível de conhecimento relacionado à legislação brasileira de insumos agrícolas, sendo 1 “nenhum conhecimento” e 5 “total conhecimento”	30
Figura 1.4	Respostas sobre conhecimento de instituição que desenvolve pesquisa de biofertilizante, diferença entre biofertilizante e composto orgânico e possibilidade dos biofertilizantes mitigar impactos ambientais	31
Figura 1.5	Porcentagens das 229 respostas obtidas sobre a capacidade do biofertilizante de agregar valor ao produto cultivado e a sua relação com a produtividade e sustentabilidade no plantio	32
Figura 1.6	Indicação das matérias-primas com potencial para ser o principal elemento de um biofertilizante produzido no Brasil oriundas das 229 respostas obtidas	33
Figura 1.7	Respostas obtidas sobre o uso de biofertilizantes e sua capacidade de aumentar ou diminuir os custos de produção do plantio	33
Figura 2.1	Exemplos de indicadores Cienciométricos	39
Figura 2.2	Distribuição do número de artigos que tratam de biofertilizantes entre 1991 e 2020	43
Figura 2.3	Mapa da distribuição do número de artigos voltados aos biofertilizantes publicados em cada país	44
Figura 2.4	Mapa de associações entre autores dos países que publicaram sobre biofertilizantes entre 1991 e 2002	44
Figura 2.5	Mapeamento das tendências e lacunas das publicações sobre biofertilizantes entre os anos de 1991 e 2020, a partir das palavras que mais ocorreram dentre os trabalhos	45
Figura 2.6	Autores mais citados juntamente com o ano de publicação do artigo	47
Figura 3.1	Linha do tempo dos instrumentos jurídicos brasileiros que regulamentam os biofertilizantes	52
Figura 3.2	Classificação dos biofertilizantes quanto ao tipo de matéria-prima empregada, de acordo com a IN nº61/2020	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Biofertilizantes de acordo com suas características, modos de atuação e microrganismos de composição	23
Tabela 2.1	Aplicabilidade do Estudo Cienciométrico	39
Tabela 3.1	Etapas da pesquisa documental	51
Tabela 3.2	Características dos fertilizantes orgânicos, conforme IN nº 61 de 08/07/2020	57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
GAAS	Grupo Associado de Agricultura Sustentável
GAPES	Grupo de Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFA	International Fertilizer Association
IN	Instrução Normativa
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NR	Norma Regulamentadora
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
UniRV	Universidade de Rio Verde
USDA	United States Department of Agriculture
WoS	Web of Science Core Collection

ÍNDICE

CAPÍTULO I BIOFERTILIZANTES NO BRASIL: ESTUDO DE CASO

RESUMO	15
ABSTRACT	15
INTRODUÇÃO	16
1. AGRICULTURA E FERTILIZAÇÃO	18
1.1 História da agricultura	18
1.2 A Fertilidade do Solo	19
2. TRANSIÇÃO PARA OS BIOFERTILIZANTES	20
2.1 Os biofertilizantes	20
2.2 Tipos de Biofertilizantes	22
2.3 Agronegócio brasileiro e perspectivas ambientais	23
3. METODOLOGIA	25
3.1 Pesquisa Quantitativa	25
3.2 Coleta de Dados	26
3.3 Amostragem	26
4. RESULTADOS e DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	34

CAPÍTULO II TENDÊNCIAS NAS PESQUISAS COM BIOFERTILIZANTES: UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA

RESUMO	35
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
1. CIENCIOMETRIA	38
1.1 O papel da Cienciometria	38
1.2 Indicadores Cienciométricos	39
2. METODOLOGIA	40
2.1 Amostragem	40
2.2 Análises	41
3. RESULTADOS e DISCUSSÃO	42
4. CONCLUSÃO	47

CAPÍTULO III PANORAMA DOS BIOFERTILIZANTES: UMA REVISÃO NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

RESUMO	48
ABSTRACT	48
INTRODUÇÃO	49
1. BIOFERTILIZANTES E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	50
1.1 Hierarquia dos Instrumentos Legais e Análise Documental	50

2. METODOLOGIA	51
3. RESULTADOS e DISCUSSÃO	52
3.1 Das Leis Nº 6.894 de 1980 e Lei nº 12.890 de 10/12/2013	53
3.2 Dos Decretos nº 4.954/2004 e nº 8.384/2014	53
3.3 Das Instruções Normativas de 2003 a 2020.....	54
4. CONCLUSÃO	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	68

CAPÍTULO I

BIOFERTILIZANTES NO BRASIL: DA PESQUISA AO CAMPO

*“Se não tiver flor, não tem fruto
Se não tiver fruto, não tem comida.”
Mercedes Bustamante*

RESUMO

Atualmente um grande desafio para a agricultura é o desenvolvimento de sistemas de cultivo sustentáveis do solo, que produzam alimentos em grande quantidade e com qualidade suficiente, sem prejudicar os recursos do meio ambiente. O plantio sustentável se destaca pela busca de uma agricultura que tenha menores impactos ao ambiente e ao homem, propondo alternativas de plantio aos modelos convencionais. O uso de insumos à base de matéria-prima biológica pode ser uma alternativa ao modelo produtivo vigente, com o intuito de produzir em larga escala, mas mitigando os impactos ambientais negativos. Nesta perspectiva, o biofertilizante surge como uma alternativa ao agricultor, que poderá diminuir ou até substituir o uso de fertilizantes químicos. Os biofertilizantes agem de forma direta ou indireta sobre toda a planta cultivada ou em partes dela e fornecem nutrientes que são capazes de elevar sua capacidade produtiva, utilizando de microrganismos que, através de processos biológicos, são capazes de aumentar os nutrientes oferecidos à planta. Este estudo tem por objetivo conhecer a percepção de agricultores, pesquisadores e estudantes em relação à produção e ao uso dos biofertilizantes no Brasil. Para tanto foi utilizado o método de pesquisa quantitativo em uma amostra de 229 pesquisados. Conclui-se que há um grande interesse por parte de agricultores e pesquisadores na produção e uso de biofertilizantes, por acreditarem que os mesmos podem ter custos mais baixos e mitigar impactos ambientais. O estudo também aponta a necessidade de maior clareza no conceito de biofertilizante em relação aos demais insumos agrícolas orgânicos. **Palavras-chaves:** Bioinsumos, Bioprodutos, Sustentabilidade, Agricultura, Brasil.

ABSTRACT

Currently a major challenge for agriculture is the development of sustainable soil cultivation systems that produce food in large quantities and with sufficient quality, without harming the resources of the environment. Sustainable planting stands out for its search for agriculture that has less impact on the environment and on man, proposing planting alternatives to conventional models. The use of inputs based on biological raw materials can be an alternative to the current production model, with the aim of producing on a large scale, but mitigating the negative environmental impacts. In this perspective, the biofertilizer appears as an alternative to the producer, who can reduce or even replace the use of chemical fertilizers. Biofertilizers act directly or indirectly on the entire cultivated plant or on parts of it and provide nutrients that are capable of increasing its productive capacity, using microorganisms that, through biological processes, are able to increase the nutrients offered to the plant. This study aims to understand the perception of farmers, researchers and students in relation to the production and use of biofertilizers in Brazil. For this purpose, the quantitative research method was used in a sample of 229 respondents. There is great interest on the part of farmers and researchers in the production and use of biofertilizers, as they believe that they can have lower costs and mitigate environmental impacts. The study also points out the need for greater clarity in the concept of biofertilizer in relation to other organic agricultural inputs.

Keywords: Bioinputs, Bioproducts, Sustainability, Agriculture, Brazil.

INTRODUÇÃO

Um grande desafio a ser enfrentado nas próximas décadas será suprir as demandas alimentares mitigando danos ambientais (Odegard e Voet, 2014). O crescimento da população mundial associado com dietas alimentares a base de carnes e laticínios representam esgotamento dos recursos naturais. O uso em excesso de agroquímicos sintéticos resultou em impactos ambientais negativos em todo o mundo, causando infertilidade do solo, eutrofização das águas e perda de biodiversidade (Köhler e Triebkorn 2013; Chagnon et al. 2014; Hallmann, et al. 2014; FAO, 2015). Por essa razão, um desafio da atual sociedade é criar sistemas de cultivo mais eficientes e aumentar a demanda da produção agrícola através de tecnologias capazes de diminuir tanto a quantidade de produtos químicos como os impactos ambientais. (Tilman et al., 2002; Foley et al., 2011).

Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), a população mundial que atualmente ultrapassa 7,5 bilhões de pessoas, provavelmente ultrapassará 9,5 bilhões em 2050. Corroborando com essa estimativa, um relatório da Food and Agriculture Organization (FAO, 2019) estima que para alimentar esse número populacional, a produção de alimentos deve aumentar em cerca de 70%. Segundo este mesmo relatório da FAO, a produção alimentícia deve crescer em torno de 70%, no entanto, a previsão de pessoas desnutridas de 1 para 9, deve permanecer. Atualmente, a população humana da Terra já possui dois bilhões de pessoas acima da sua capacidade natural de carga (Erisman et al., 2008).

Há uma grande contradição no uso excessivo de fertilizantes químicos, porque se de um lado eles garantem uma maior produtividade das culturas, por outro eles causam impactos ambientais negativos, como o excesso de nitrogênio no solo e nos corpos hídricos, atacando os serviços ecossistêmicos, reduzindo dessa forma, a biodiversidade (Lewis et al., 2011). A resistência de bactérias aos antibióticos humanos também está sendo associada ao excesso de nitrogênio na alimentação (Singer et al., 2016).

Biofertilizantes são considerados uma alternativa amigável, econômica e sustentável em relação aos fertilizantes sintéticos, uma vez que eles podem aumentar a produção agrícola causando menos poluição ambiental (Kawalekar, 2013). Biofertilizantes contém microrganismos vivos ou compostos naturais que são derivados de organismos como algas, fungos e bactérias que melhoram as propriedades do solo, restaurando sua fertilidade e estimulando o crescimento da planta (Abdel-Raouf et al. 2012).

Em várias pesquisas os biofertilizantes são amplamente testados como forma de acelerar os processos de fornecimento de nutrientes que devem ser incorporados pelas plantas. Por meio

da fixação de nitrogênio e disponibilização de fosfatos, eles melhoram a fertilidade do solo (Mazid e Khan, 2015). Os biofertilizantes tem como finalidade a utilização dos recursos biológicos que estão disponíveis naturalmente no solo para aumentar o rendimento das culturas.

Para conhecer a percepção de agricultores, pesquisadores e estudantes em relação à produção e ao uso dos biofertilizantes no Brasil, optou-se pelo método de pesquisa quantitativo. A pesquisa quantitativa, tanto na coleta quanto no tratamento das informações, prioriza a mensuração, através de estatísticas, de forma que se evite deturpações, tanto na análise quanto na interpretação, possibilitando uma maior margem de segurança em seus resultados (Diehl, 2004). Uma das técnicas conhecidas e utilizadas para trabalhar com este tipo de dados é o método de *Survey*. A pesquisa de *Survey* pode ser descrita como aquela que obtém dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de um determinado grupo de pessoas, que representam uma população-alvo, normalmente utilizando um questionário como método de pesquisa (Pinsonneault e Kraemer, 1993). Comumente, está associada às pesquisas sociais e seus resultados são apresentados através de gráficos e tabelas (Hyman, 1967).

Este estudo tem por objetivo conhecer a percepção de pesquisadores, agricultores e demais envolvidos no setor agrícola, em relação ao uso dos biofertilizantes, bem como destacar a importância da utilização de fertilizadores menos poluentes e oriundos de matérias-primas renováveis, fomentando uma forma mais sustentável de desenvolver a agricultura.

1. AGRICULTURA E FERTILIZAÇÃO

1.1 História da agricultura

A história da agricultura é intrínseca à história da humanidade. Sabe-se através de estudos antropológicos e historiográficos que, durante o período neolítico, o homem, que era caçador, pescador e coletor, migrava de região à medida que os recursos se esgotavam. Ao encontrar locais com grande abundância de espécies, vegetais e animais, ali se instalavam e permaneciam enquanto houvesse esses suprimentos. A partir daí, o ser humano dá início às suas atividades de criação de animais e de cultivo, na qual as primeiras formas de agricultura foram praticadas próximas aos rios, onde a terra era naturalmente fértil e não se exigia o uso de técnicas tão desenvolvidas (Mazoyer e Roudart,1997).

O aperfeiçoamento das práticas de criação de animais e cultivo do solo, considerando as características climáticas e ambientais, como também a biodiversidade da região, permitiu a aglomeração de pessoas e o surgimento dos primeiros acampados. No entanto, com o crescimento da população, conseqüentemente cresceu também a demanda pela produção de alimentos. O excesso de uso do solo começou a empobrecê-lo, e, mesmo seguindo o princípio nômade de se mudar de região, o mesmo ocorria com as demais áreas encontradas que eram cultivadas. Percebeu-se que era necessário desenvolver técnicas de plantio, e assim, surgiram as primeiras ferramentas e o uso de excrementos de animais com o objetivo de melhorar a qualidade da terra e fixar definitivamente os acampamentos (Mazoyer e Roudart,1997).

A revolução agrícola principia o cultivo através da prática de se lavrar a terra e depois deixá-la descansar, juntamente com pastagens e criação. No vale do Nilo, por exemplo, utilizava-se as culturas de sistema de cultivo irrigado nas estações onde não haviam chuvas. Instrumentos como arados e enxadas foram introduzidos no preparo da terra. Posteriormente, na Europa, as derrubadas e queimadas também foram utilizadas no preparo agrícola. Somente em meados de 1.600 e 1.700 empregou-se o sistema de rotação de culturas, dando início a revolução agrícola (Ghidini e Mormul, 2020).

Com a elevada mecanização e motorização na segunda metade do século XX surge a revolução agrícola contemporânea e, através dela, a seleção de plantas e raças de animais com grande potencial de rendimento. Como agravante, surge na década de 60 a revolução verde, com ideias baseadas na seleção e variedade das culturas e em um melhor controle no uso da água para irrigação e drenagens (Mazoyer e Roudart,1997).

Hoje, com mais de 7 bilhões de habitantes no mundo, estima-se que mais de 800 milhões de pessoas ainda são afetadas com subnutrição e de acordo com as previsões feitas, mesmo em 2030, com todos os recursos tecnológicos empregados na produção de alimentos, mais de 650 milhões de pessoas ainda farão parte deste quadro (FAO, 2013). Com recursos naturais cada vez mais escassos é urgente pensar em novas formas de cultivo, sem aumentar áreas e uso de recursos naturais, mas sim utilizando processos de forma a produzir de maneira inteligente, eficiente e sustentável. Também é imperativo menores desperdícios e melhor distribuição dos alimentos.

1.2 A Fertilidade do Solo

O solo é um organismo vivo e é essa vida que vai mobilizar os nutrientes que a planta precisa. Para isso é preciso compreender as necessidades da terra e fornecer a ela o que de fato ela precisa (Primavesi, 1989). Pode ser encontrado em sua composição 92 elementos de ocorrência natural. A maior parte deles é encontrada em sua forma mineral. A fertilidade de um solo depende de seu fundamento geológico, de suas características físicas, químicas e topográficas. O conceito de fertilidade está intrinsicamente ligado à capacidade de um ecossistema produzir de maneira durável a biomassa vegetal (Resende, 1988).

A fertilização natural acontece quando frações de minerais e matérias orgânicas presentes no solo são transformadas por microrganismos deixando o solo fértil, rico em nutrientes disponíveis e húmus. Após a oxidação, o húmus libera água, sais minerais e gás carbônico, que retornam ao solo. Essa interação é capaz de extrair sais minerais e água presente no solo. Em resumo, o húmus favorece o desenvolvimento dos microrganismos e das plantas, através da solubilização da rocha-mãe e viabilizando os nutrientes que nela estão presentes (Mazoyer e Roudart, 1997).

Esse processo acontece de maneira lenta e os ciclos pelos quais passam cada material nutritivo, geram solos pobres ou ricos em fertilidade natural, tornando-os mais erosivos ou permeáveis. Por isso é extremamente importante a presença de microrganismos: para decompor a biomassa e fixar carbono e adsorver os nutrientes no solo. Sem estes microrganismos o solo seria pouco fértil.

O solo brasileiro era conhecido desde seu descobrimento por sua fertilidade sem fim e isso influenciou a agricultura até meados do século XIX (Camargo, 2010). Neste período começaram os problemas nos cultivos de cana-de-açúcar e café, os produtos economicamente

mais importantes da época. Este fato impulsionou os estudos em relação a fertilidade do solo e novas tecnologias agrícolas (Domingues, 2006).

É sabido que maior parte do solo brasileiro é formado por rochas metamórficas e sedimentares; as magmáticas em menor representatividade. Segundo o IBGE (2007) e a EMBRAPA (2014), existem 13 tipos de solo no Brasil, dentre estes há quatro com maior predomínio: latossolo, argilossolo, planossolo e plintossolo. Isso caracteriza o solo brasileiro como argiloso, rico em alumínio e ferro e com acúmulo residual de óxidos.

Neste contexto, diversos estudos foram desenvolvidos especificamente para as práticas agrícolas, principalmente devido ao fato de o Brasil possuir a maior e mais extensa agricultura em área tropical do mundo. Pode-se citar como resultado dessas iniciativas o plantio em regiões em solos tido como pobres, como no Cerrado, por exemplo, onde ocorreu adaptação genética de sementes, manejo de culturas, fertilização química, entre outros (Coelho et al., 2002).

Um solo que naturalmente apresenta riqueza de nutrientes é considerado com boa fertilidade. O clima, a sua geomorfologia e os microrganismos que o compõem são fatores determinantes para essa condição. Nesse caso, não é necessária a intervenção humana para torná-lo próprio para cultivo.

No território brasileiro, a maior parte de sua extensão territorial possui baixa produtividade agrícola devido a formação rochosa e condicionamento característicos do solo. Para que haja enriquecimento do solo e boas condições de plantio são utilizados os fertilizantes. O uso excessivo de fertilizantes químicos causa muitos efeitos negativos ao meio ambiente, mas é preciso enriquecer o solo para que haja boas condições de plantio. Nesse contexto, mostra-se urgente o desenvolvimento, comercialização e utilização de fertilização biológica nas culturas agrícolas.

2. TRANSIÇÃO PARA OS BIOFERTILIZANTES

2.1 Os biofertilizantes

A produção agrícola tem a sua disposição uma variedade bem diversificada de fertilizantes, cada qual com,

suas especificidades e características. Esses insumos são conceituados de acordo com as matérias-primas que os compõem, sendo eles minerais e/ou orgânicos. Os fertilizantes minerais, também conhecidos como sintéticos ou inorgânicos, são produzidos através de processos industriais e normalmente constituídos por macronutrientes: nitrogênio

(nitrogenado), fósforo (fosfatado) e potássio (potássico) (Brunelle et al., 2015). Além dos macronutrientes essenciais, têm os micronutrientes e são geralmente caracterizados por serem absorvidos em menor quantidade pelas plantas.

Fertilizantes orgânicos, por vezes confundidos com biofertilizantes, têm como principal característica a utilização de resíduos vegetais ou animais em seu processo produtivo. Normalmente esses fertilizantes causam menos impactos ambientais, entretanto, a aplicação de orgânicos isoladamente, pode resultar em menores níveis de produtividade das culturas do que a aplicação de fertilizantes minerais (Trewavas, 2001; Seufert et al., 2012). Além de fertilizar o solo, permitem a reprodução de bactérias que são benéficas para a agricultura, pois podem auxiliar na recuperação da terra e acelerar ainda mais a atuação dos fertilizantes minerais. Os fertilizantes orgânicos comumente utilizados na agricultura, em especial na agricultura familiar, são oriundos de esterco bovino, suíno ou de aves, resíduos de matadouros, de oleaginosas e compostagem.

Já os fertilizantes organominerais são constituídos por material orgânico (fertilizante orgânico) enriquecidos com alguns minerais, para serem absorvidos mais rapidamente. Produtos orgânicos e inorgânicos trazem vantagens diferentes ao manejo do solo; uma combinação de ambos pode levar a efeitos interativos positivos na produtividade das culturas (Vanlauwe et al., 2001). Esta junção de orgânicos/minerais tem como objetivo melhorar o solo e suas características físicas e também torná-lo capaz de ofertar nutrientes à planta, para que a mesma cresça de forma rápida e saudável. Esses fertilizantes também têm vantagens potenciais como seu uso como corretivos, pois equilibram o pH do solo e mantêm sua porosidade próxima do ideal.

Os biofertilizantes são fertilizantes naturais produzidos através da presença de microrganismos, que realizam a fermentação anaeróbica dos compostos orgânicos. Por possuírem microrganismos vivos em sua composição, quando aplicados na planta, os elementos do biofertilizante colonizam a rizosfera ou o interior da planta promovendo o crescimento e aumentando o fornecimento de nutrientes para a planta hospedeira; por essa razão, é plausível esperar que o uso do biofertilizante ofereça formas para o desenvolvimento sustentável do campo agrícola (Malusá, 2014). O biofertilizante deve conter microrganismos vivos, esses microrganismos atuam aumentando o status nutricional do vegetal, o que conseqüentemente reduz o uso de fertilizantes químicos (Vessey, 2003). O uso dos biofertilizantes promove a produção de substâncias húmicas que são essenciais para garantir a fertilidade do solo e obter ganhos na produção (Malusá, 2012).

Biofertilizante é um termo que pode ser interpretado de várias maneiras. Não raro encontra-se definições que identificam biofertilizante como extrato de algas marinhas, resíduos urbanos compostos, misturas microbianas com constituintes não identificados ou produtos de fertilizantes minerais enriquecidos com compostos orgânicos. Curiosamente, os artigos de pesquisa científica apresentam uma interpretação muito ampla deste termo, representando, desde os adubos oriundos de animais, a extratos de plantas (Maçik, 2020).

Contudo, são poucos os estudos de campo que relatam a eficiência de aplicação na fertilização da planta e melhoria da qualidade do solo, sendo necessárias maiores investigações acerca da composição desses produtos. Também são poucos os estudos que relatam a composição microbiológica dos biofertilizantes e se as matérias-primas podem conter patógenos que podem trazer danos ao vegetal. Todavia, devido ao aumento do custo dos fertilizantes químicos, redução da oferta de combustíveis fósseis e a crescente preocupação acerca dos riscos ambientais que os fertilizantes químicos oferecem, os biofertilizantes apresentam-se como uma alternativa para a reposição e fonte de macro e micronutrientes às plantas.

2.2 Tipos de Biofertilizantes

Biofertilizantes são fertilizadores compostos de microrganismos vivos (fungos e bactérias) utilizados para melhorar a qualidade e a saúde do solo e das plantas, disponibilizando os nutrientes oriundos do próprio solo para as plantas (Abbasniyazare et al., 2012). Os microrganismos mais comuns nos biofertilizantes (Tabela 1.1) podem ter sistemas simbióticos, como *Rhizobium* spp, um gênero de bactérias gram-negativas que vivem nas células das raízes de leguminosas, ou não; como *Azospirillum* spp., que também é um gênero bacteriano gram-negativo, mas, de vida livre (Bashand e Hoguein, 1997).

Os microrganismos dos biofertilizantes atuam em uma relação de simbiose com a planta, onde um fornece benefícios ao outro. A fixação biológica de nitrogênio por meio de seres vivos ajuda a mitigar o uso de produtos químicos, diminuindo os custos de produção e os riscos ambientais (El-Hawary et al., 2002).

Os microrganismos desempenham papel fundamental na fixação de nitrogênio, convertendo o nitrogênio atmosférico em formas orgânicas utilizáveis pelas plantas (Saikia e Jain, 2007). Em experiências de campo, o biofertilizante se apresentou como fonte de nutrientes, melhorando a microbiologia do solo, mantendo a qualidade na produção dos frutos

e promovendo suprimento nutricionais com custos de produção mais baixos (Cavalcante et al., 2012).

Tabela 1.1 Biofertilizantes de acordo com suas características, modos de atuação e microrganismos de composição

Características	Forma de Atuação	Microrganismos
Fixadores de nitrogênio	Obtém nitrogênio da atmosfera e o converte em formas orgânicas utilizáveis pelas plantas	Rhizobium, Azospirillum e Azotobacter
Solubilizantes de fósforo	Solubiliza compostos de fosfatos inorgânicos insolúveis	Bacilos, Pseudomonas, Trichoderma. sp e Aspergillus
Mobilizadores de fosfato	Associação simbiótica entre plantas hospedeiras e certo grupo de fungos no sistema radicular	Micorriza
Promovedores de crescimento da planta	Aumentando o crescimento e rendimento da planta	Pseudomonas sp.

Fonte: Bashand e Hognin (1997)

2.3 Agronegócio brasileiro e perspectivas ambientais

Ao se falar em segurança alimentar, compreende-se que em todo momento, todas as pessoas têm acesso econômico e físico a alimentos que sejam nutritivos e suficientes para atender as suas necessidades de dieta para uma vida saudável (FAO, 1996). Para isso, os alimentos precisam estar disponíveis fisicamente, ser economicamente acessíveis e possuir boa qualidade nutricional (Gomes et al., 2013).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população brasileira em 2007 era de aproximadamente 191 milhões. Em 2017 este número saltou para mais de 209 milhões, e, segundo projeções do próprio Instituto, em 2047 a população brasileira ultrapassará os 230 milhões de habitantes. Este crescimento populacional resultará na demanda de produção de alimentos (IBGE, 2018).

A safra de grãos 2017/18 divulgada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018) foi de 228,5 milhões de toneladas e as projeções para 2027/28 são de uma safra de grãos por volta de 301,8 milhões de toneladas, o que corresponde a um acréscimo de

29,8% sobre a última safra. Globalmente, em uma projeção para 2050 as produções e o consumo de produtos agrícolas tendem a ser 60% maiores que em 2007. Espera-se ainda, que este crescimento na produção venha em maior parte de países emergentes, entre eles, o Brasil.

O uso de fertilizantes tem ajudado a aumentar de forma drástica a produtividade nas culturas em todo o globo. Onde 1 Kg de fertilizantes é equivalente a uma produtividade (Kg/ha) até três vezes maior do que sem fertilizantes (Erisman et al., 2008). Contudo, tanto a FAO (2013) como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2013), advertem que o cultivo das terras e o aumento da produção fomentados pelo uso de fertilizantes e tecnologia, não conseguirão manter o mesmo ritmo de crescimento no futuro.

Nos últimos 10 anos, países da antiga União Soviética e do Leste Europeu, através de reestruturação econômica, apresentaram uma queda acentuada no consumo de potássio. Já a Europa Ocidental e a América do Norte apresentaram queda no consumo de potássio devido a questões ambientais e ao uso mais eficiente de fertilizantes. Atualmente, os países em desenvolvimento são responsáveis por mais da metade do consumo mundial de potássio. O Brasil, com sua diversidade de solos e climas, ainda é dependente do uso desses insumos agrícolas para garantir a colheita de grandes safras.

É importante ressaltar que a produção agrícola é uma emissora significativa de gases de efeito estufa. A gestão inadequada de nitrogênio pode aumentar a concentração atmosférica de N_2O , um gás de efeito estufa considerado 298 vezes mais potente do que o CO_2 (IFA, 2012). Dessa forma, uma questão que afeta agricultura e desafia o Brasil é saber como aumentar a produtividade de uma forma mais sustentável.

O atual modelo agrícola alimentado por fertilizantes químicos pode ser considerado insustentável devido aos efeitos negativos no meio ambiente. Especialistas indicam como solução deste problema, a utilização de formas biológicas para alimentar a agricultura (Reganold e Wachter, 2016).

Os biofertilizantes, produto final da decomposição de compostos orgânicos, que contêm células vivas de microrganismos eficientes (Alfa, 2014), diferentemente dos fertilizantes químicos, possuem baixo valor agregado (Magrini, 2009), já que utilizam materiais de baixo custo na sua formulação, incluindo restos de produtos agrícolas, como: esterco bovino, resíduos da colheita em geral, rochas moídas, melaço de cana, leite, ossos, entre outros (Ogbo, 2010).

A principal característica do produto são os microrganismos que o compõe, que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e liberação de metabólitos, enzimas, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres, ácidos e antibióticos que promovem o crescimento vegetal ao se integrar à planta após a sua aplicação (Marrocos, 2012).

Segundo a ficha agroecológica, elaborada por Moreira (2006), é possível encontrar macro e micronutrientes, hormônios, álcool e fenol além dos microrganismos benéficos. Nesta mesma ficha, afirma que em um pacote de adubo químico concentram-se três nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio. Em um biofertilizante o número de nutrientes aumenta para doze.

O uso de biofertilizantes em qualquer sistema de produção agrícola traria grandes benefícios sem exercer um impacto prejudicial ao meio ambiente. No entanto, no Brasil, a tecnologia voltada aos biofertilizantes ainda não foi permitida para a comercialização e para os produtores.

É necessário mencionar que o controle de qualidade é uma ferramenta necessária para a produção dos biofertilizantes para que os mesmos possam ser inseridos no mercado. Também é necessário um maior vínculo entre cientistas, indústria e legislação para o funcionamento dos sistemas de produção e utilização dos biofertilizantes.

Acredita-se que a mudança para biofertilizantes é uma forma promissora de garantir a agricultura de forma mais sustentável. Todavia, essa mudança enfrenta grandes desafios, como a incerteza e o receio do mercado (Sharifi et al., 2010), tecnologia escassa e altos custos de pesquisa e, especificamente no Brasil, dificuldades relacionadas ao ambiente legal de registro e comercialização do produto.

3. METODOLOGIA

3.1 Pesquisa Quantitativa

- Este estudo foi uma pesquisa online totalmente voluntária e anônima, com atores envolvidos direta ou indiretamente no processo agrícola, para verificar quais empecilhos e lacunas dificultam o uso dos biofertilizantes por parte do setor agrícola brasileiro.
- Utilizou-se da pesquisa quantitativa para analisar a correlação de descritivos ou variáveis através de técnicas estatísticas, procurando explicar como se conectam e como são empregados (Diehl, 2004).
- Foram considerados para os resultados, amostras representativas de uma determinada população. Os fatos foram compreendidos através da análise dos dados brutos e estratificados com a utilização de instrumentos adequados e imparciais (Fonseca, 2002).
- Os dados foram organizados e metodizados de forma a autenticar, avaliar ou comprovar o tema estudado e suas relações (Polit et al., 2004).

- Houve monitoramento máximo com o intuito de conter ou eliminar variáveis interferentes e irrelevantes, neutralidade do pesquisador com o objeto de estudo.
- A linguagem matemática foi utilizada para interpretar os resultados obtidos e fazer a correlação da realidade empírica com a teoria que embasa o estudo (Günther, 2006).

3.2 Coleta de Dados

Foi realizada uma pesquisa quantitativa por amostragem empregando-se o método *Survey* (Romei e Ruggieri, 2014). Devido ao contexto da Pandemia de Covid-19, o procedimento adotou o formulário online (Anexo 1). Estudos realizados por intermédio de questionários online apresentam resultados equivalentes aos realizados presencialmente, portanto é uma opção confiável, prática e viável quando aplicado ao público-alvo correto (Riva et al., 2003). O formulário online compunha de nove (9) questões estruturadas e fechadas, com alternância na tipologia das respostas e uma (1) com opções de múltipla escolha, todavia com uma opção aberta para apresentar uma nova perspectiva ou para questionar as opções apresentadas.

O formulário foi criado no *Google Forms*, um aplicativo de gerenciamento utilizado para pesquisar e coletar informações e também possui recursos de colaboração e compartilhamento para vários usuários. Em março de 2021 foi realizado um pré-teste do formulário, aplicado a um grupo de 10 pessoas previamente informadas quanto ao objetivo da realização do pré-teste, para verificar os métodos de envio e as possíveis dificuldades ou falhas na aplicabilidade do mesmo.

A coleta de dados foi iniciada no dia 12 de abril, através de disparo nos grupos de WhatsApp do “7º Encontro Técnico de Agricultura Sustentável – As bases para um solo vivo”, todavia houve baixa receptividade de respostas. Nos dias em que ocorreram o encontro; 27, 28 e 29 do mês de abril de 2021, realizou-se novos disparos durante as atividades e palestras do Encontro, dessa vez, através dos chats no *Youtube*, novamente nos grupos de *WhatsApp* e também via e-mail. Duzentas e vinte e nove (229) pessoas participaram voluntariamente da pesquisa.

Para tabulação dos dados foi utilizado o Programa Microsoft Excel pacote Office 16.0 em sistema operacional Microsoft Windows 10 Pro. O Excel é um editor de planilhas (folhas de cálculo) e através do quantitativo numérico de respostas, foram criadas tabelas que posteriormente foram plotadas e os dados finais apresentados em forma de figuras.

3.3 Amostragem

O público-alvo para a aplicação do formulário foram os participantes inscritos no “7º Encontro Técnico de Agricultura Sustentável – As bases para um solo vivo”, organizado pelo Grupo Associado de Agricultura Sustentável (GAAS), em parceria com o Grupo de Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (GAPES) e a Universidade de Rio Verde (UniRV). O evento ocorreu virtualmente entre os dias 27 e 29 de abril de 2021 e, de acordo com organizadores do evento, houve 3.058 inscritos, oriundos de 8 países e até o dia 30 de abril de 2021 as palestras contavam com 18 mil visualizações no Canal do Encontro no *Youtube*.

A amostra é um recorte populacional que respeita critérios e proporções da população para representá-la corretamente, por essa razão, os participantes foram previamente selecionados como amostra da pesquisa por seus membros terem interesse e alguma expertise no tema abordado. O grupo teve em sua composição pesquisadores, estudantes, produtores rurais, trabalhadores do ramo de insumos agrícolas, membros da esfera política, entre outros.

Considerando que o curso teve 3.058 inscritos, mas não se pode precisar quantos desses efetivamente participaram, e sabendo que houve devolutiva de 229 formulários, podemos afirmar que a margem de erro considerando a proporção de inscritos e entrevistados é de 6,2 pontos percentuais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi obtido um retorno de 229 formulários e todas as questões foram respondidas. Na figura 1.1 vemos a área de interesse/atuação dos entrevistados. Um total de 126 pesquisados se identificou como agricultor/produtor rural, seguido de 63 estudantes. Pesquisadores e “outros” computaram 15 respostas cada e 10 pesquisados se declararam como membros da esfera política.

O uso do formulário online potencializou a coleta de dados deste estudo científico e o link via WhatsApp foi o meio de divulgação mais ágil para captar os participantes da pesquisa, aumentando em mais de 50% a quantidade de respostas. O uso do formulário online permite a obtenção automática de um banco de dados que foi transferido direto para o Microsoft Excel®, não gerando erros de digitação na transcrição das respostas.

O ambiente virtual para coleta de dados foi muito vantajoso. De acordo com van Gelder, (2010) entre as vantagens do uso do ambiente virtual para coleta de dados estão: a possibilidade

de captar participantes de diversas localizações geográficas com baixo custo; capacidade de imparcialidade e anonimato não expondo os participantes à influência da pessoa do pesquisador; possibilidade de comodidade aos participantes que respondem ao instrumento no momento que lhes é mais apropriado; facilidade do pesquisador em aplicar o instrumento a vários participantes.

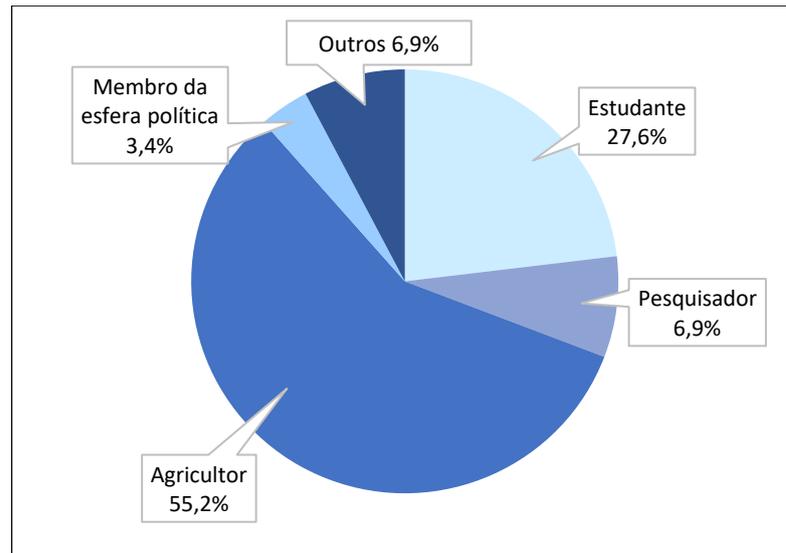


Figura 1.1 – Resultado das 229 respostas obtidas referentes às áreas de atuação/interesse dos pesquisados participantes da pesquisa.

Na pergunta fechada de múltipla escolha com opção de acréscimo de uma nova opinião caso a opção escolhida fosse “outros”, foi questionado qual poderia ser o maior entrave para a produção, registro e comercialização de biofertilizantes no Brasil (Figura 1.2). Representada por 34,5% das respostas, 79 participantes apontaram que o principal gargalo é a falta de clareza nos resultados dos produtos. As opções que apontam a falta de pesquisas sobre o assunto e a legislação brasileira não possuir um arcabouço claro para comercialização e aplicação do produto, indicaram 48 respostas cada, representadas por 20,7%. Ainda foi citado por 16 participantes (6,9%) que o principal entrave é o risco de contaminação por patógenos. Nenhum participante indicou a falta de matérias-primas no Brasil.

A opção outros totalizou 17,2% de respostas, equivalente a 38 participantes. Mesmo não marcando obrigatoriedade, nenhum participante deixou de responder, todavia, apenas 6 participantes indicaram novas possibilidades, entre elas:

- a falta de pesquisas e conseqüente disseminação desses conhecimentos através das instituições ligadas à agricultura, privadas ou estatais;

- não identificação das barreiras técnicas para o lançamento e registro de novos produtos;
- a falta de um conceito claro e objetivo das terminologias “fertilizante orgânico” e “biofertilizante”;
- o fato de não existir uma orientação específica sobre os procedimentos de validação agrônômica para os biofertilizantes de forma a viabilizar sua regularização na agricultura nacional;
- as situações regionais que variam muito, falta de pesquisa e controle de qualidade; e,
- falta de conhecimento do produtor.

No conjunto de respostas foi possível verificar que a falta de validação agrônômica e a falta de arcabouço na legislação brasileira, segundo os pesquisados, são entraves para produção e disseminação dos biofertilizantes em larga escala no Brasil. Todavia, é majoritário o número de respostas relacionadas à falta de pesquisas e conseqüentemente falta de clareza nos resultados do produto. Essas duas opções juntas somaram mais de 50% das respostas.

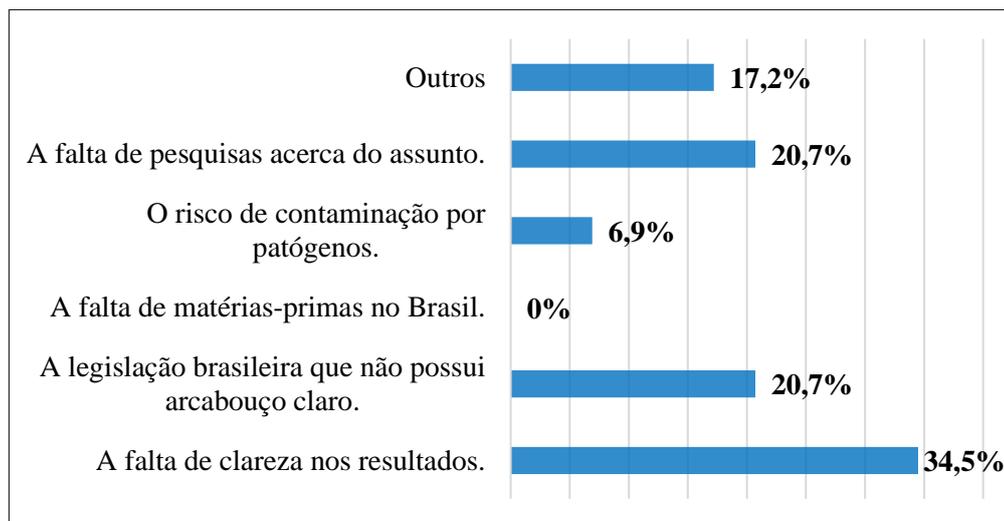


Figura 1.2 – Total das 229 respostas obtidas sobre os possíveis entraves para a produção em larga escala e comercialização de biofertilizantes no Brasil.

Sobre o conhecimento da Legislação Brasileira acerca dos insumos agrícolas (Figura 1.3), as alternativas de resposta ofertadas para essa questão foram elaboradas utilizando a escala de mensuração Likert (Malhotra, 2006), com variação de 1 a 5, sendo 1 nenhum conhecimento, 2 pouco conhecimento, 3 médio conhecimento, 4 muito conhecimento e 5 total conhecimento. Dentre o total, 48 pesquisados afirmaram não ter nenhum conhecimento, 16 disseram ter pouco conhecimento. Alcançando 37,9% das respostas, 87 pesquisados indicaram médio

conhecimento. Muito conhecimento foi representado por 55 respostas e 23 pesquisados afirmaram ter total conhecimento.

Quanto ao maior volume de respostas indicando de nenhum a médio conhecimento da legislação brasileira sobre insumos agrícolas, tais respostas se justificam dentro na própria legislação. Embora o biofertilizante seja citado na Lei Nº 6.894 de 1980, as informações claras sobre produção, registro e comércio foram citadas apenas na Instrução Normativa nº61/2020, uma lacuna de quase 40 anos (Brasil, 1980 e Brasil, 2020).

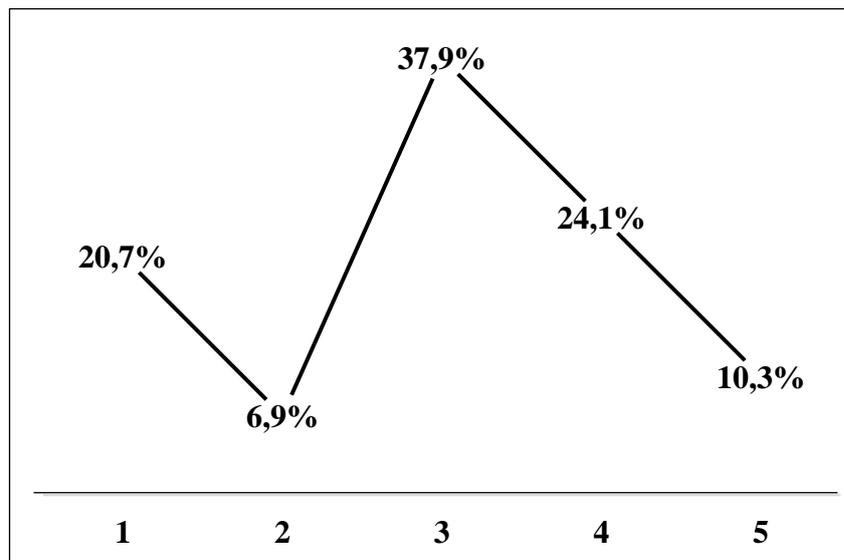


Figura 1.3 – Total das 229 respostas apresentadas sobre o nível de conhecimento relacionado à legislação brasileira de insumos agrícolas, sendo 1 “nenhum conhecimento” e 5 “total conhecimento”.

Nas perguntas fechadas com respostas estruturadas em SIM/NÃO, foi perguntado aos pesquisados se conheciam alguma instituição pública ou privada que atualmente pesquisam sobre biofertilizantes; se sabiam a diferença entre composto orgânico e biofertilizante e, ainda, se acreditavam na capacidade dos biofertilizantes de mitigarem os impactos ambientais. Houve predomínio da resposta SIM (Figura 1.4) para as três perguntas apresentadas, com percentuais de 61%, 66% e 96%, respectivamente.

Pode-se constatar que a maioria conhece alguma instituição que trabalhe com o desenvolvimento deste produto, o que contradiz a resposta que aponta como lacuna a falta de pesquisas. Também foi possível verificar que mesmo entre as pessoas com algum envolvimento ou interesse na área agrícola, alguns têm dificuldade de diferenciar biofertilizante de fertilizante

orgânico. Por fim, grande maioria crê que, por se tratar de um produto com características biológicas, pode mitigar os impactos ambientais.

Embora exista um grande volume de pesquisas sobre biofertilizantes, o que será abordado no capítulo 2 desta pesquisa, pode-se afirmar, de acordo com um relatório de 2019 do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) que muitas pesquisas saem dos laboratórios e dos campos de testagem diretamente para a publicação de revistas científicas, mas não chegam ao conhecimento do grande público.

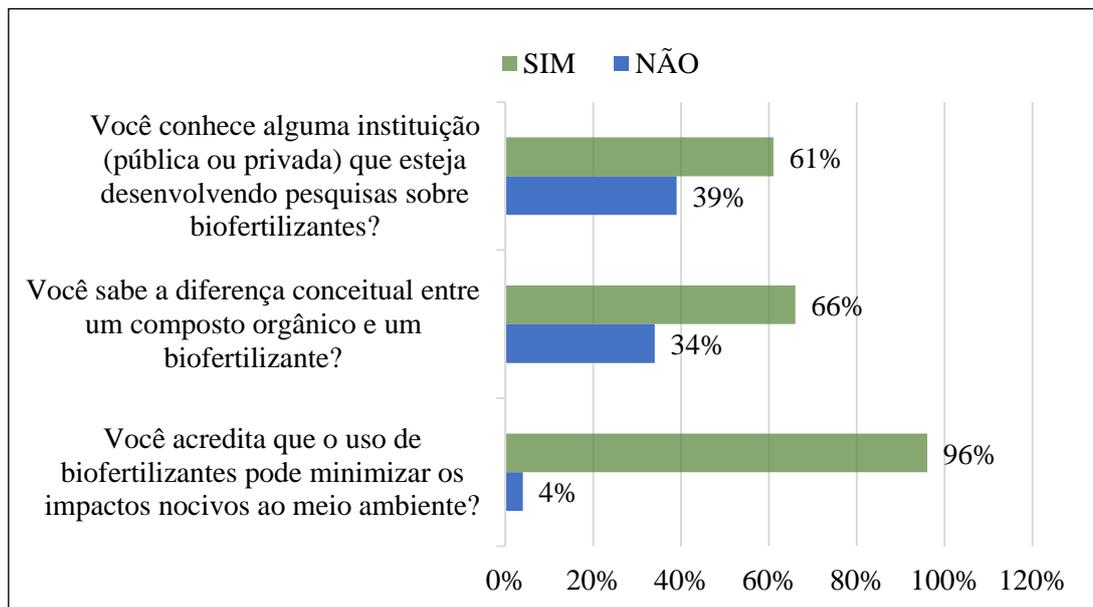


Figura 1.4 – Total das 229 respostas sobre conhecimento de instituição que desenvolve pesquisa de biofertilizante, diferença entre biofertilizante e composto orgânico e possibilidade dos biofertilizantes mitigar impactos ambientais.

Em perguntas fechadas com respostas estruturadas em SIM/TALVEZ/NÃO, foi perguntado se o uso de biofertilizantes pode agregar valor ao produto cultivado e também se era possível aumentar a produtividade com sustentabilidade. Em ambas perguntas não houve indicação de resposta “NÃO” e a resposta predominante para as duas perguntas foi “SIM” (Figura 1.5).

No que se refere ao aspecto ambiental é unânime o pensamento de que o uso da microbiologia e de matérias-primas naturais podem mitigar os impactos ambientais e produzir em larga escala com sustentabilidade. Esse conhecimento sobre os benefícios microbianos tem data de um longo tempo, tendo seu início com a produção de compostagem em pequena escala, que foi passada de geração em geração de agricultores (Abdul Halim, 2009).

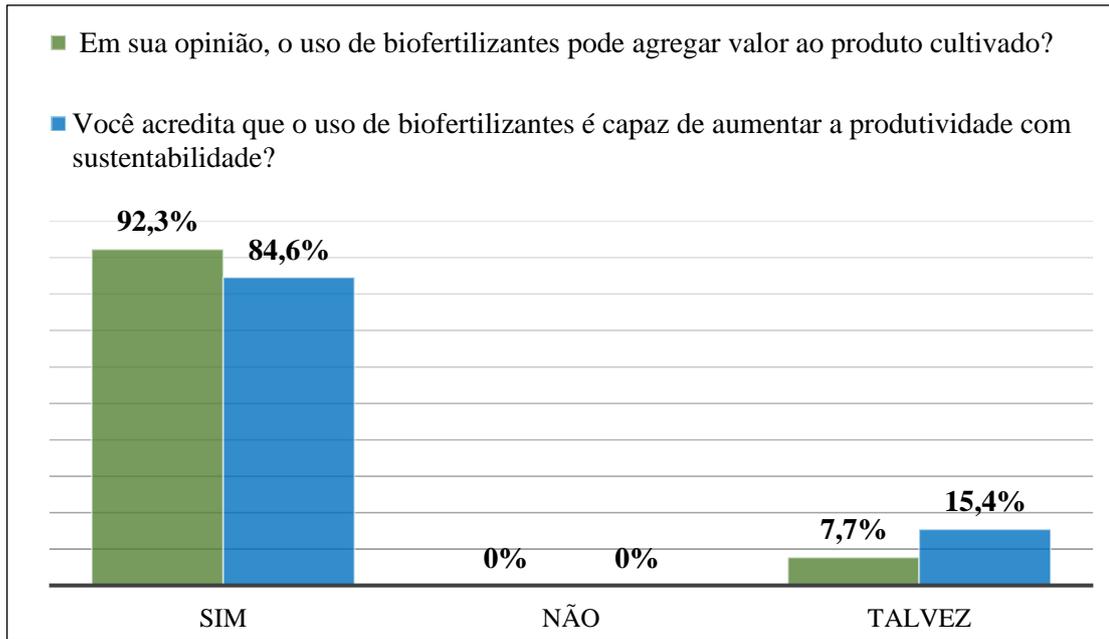


Figura 1.5 – Porcentagens das 229 respostas obtidas sobre a capacidade do biofertilizante de agregar valor ao produto cultivado e a sua relação com a produtividade e sustentabilidade no plantio.

Sobre a composição dos biofertilizantes, foi perguntado ao pesquisado: “*Acerca das matérias-primas utilizadas como elementos na composição de um biofertilizante, qual você acredita ser mais comum no Brasil?*” (Figura 1.6). Foi ofertado como resposta as opções - algas, cama de aviário, esterco bovino, húmus e outros -, caso o pesquisado tivesse uma opinião diferente das ofertadas.

O esterco bovino foi escolhido por 126 pesquisados, somando 55,2% das respostas. Em seguida, cama de aviário com 48 respostas. Húmus figurou em terceiro com 17,2%, equivalente a 41 respostas. Algas e outros obtiveram a mesma quantidade de indicações com 7 respostas cada.

As respostas apontadas são justamente as matérias-primas das atividades em que o Brasil é considerado um dos mais produtivos do mundo: pecuária onde é o maior exportador global e avicultura onde se destaca como o segundo maior exportador de frango do mundo (USDA Brazil, 2019). Todavia, os estercos de um modo geral, são matérias-primas comumente utilizadas para a produção de fertilizantes orgânicos. O que demonstra que ainda não está clara a diferença entre fertilizante orgânico e biofertilizante.

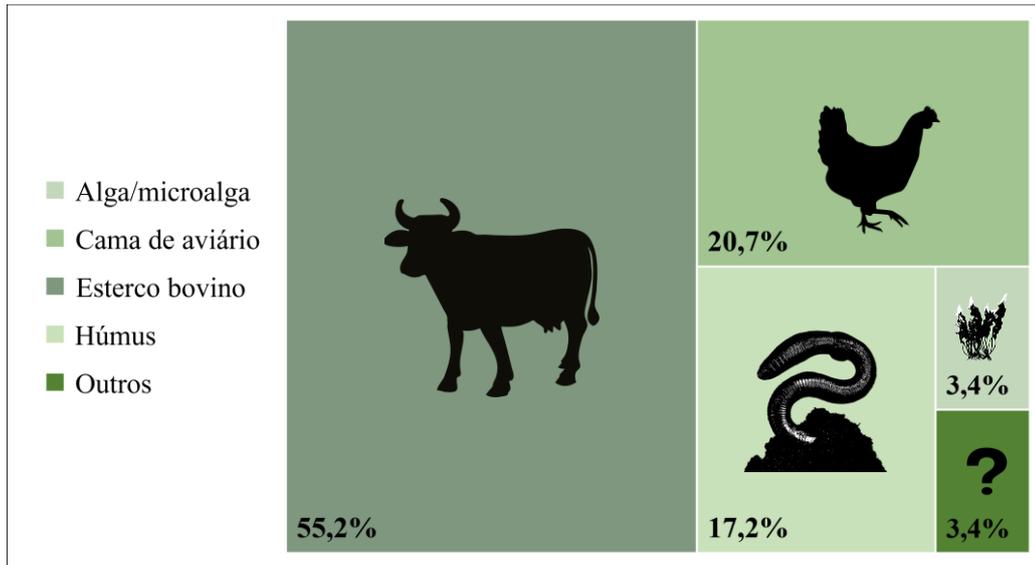


Figura 1.6 – Indicação das matérias-primas com potencial para ser o principal elemento de um biofertilizante produzido no Brasil oriundas das 229 respostas obtidas.

Na pergunta fechada com resposta estruturada em AUMENTA/DIMINUI, foi perguntado aos pesquisados se o uso de biofertilizantes aumenta ou diminui os custos de produção do plantio. Do total de respostas (Figura 1.7), para 41 pesquisados os custos aumentam. A maioria composta por 82,8%, equivalente a 188 respostas acredita que com o uso de biofertilizantes os custos se tornam mais baixos. Tal afirmação é encontrada também na literatura. O uso de fertilizantes químicos na agricultura, além dos vários efeitos adversos nos solos, como o esgotamento da capacidade de retenção de água, da fertilidade do solo e a disparidade em nutrientes do solo, tem custos elevadíssimos com importação, taxas, transporte e logística (Meena and Bahadur, 2014).

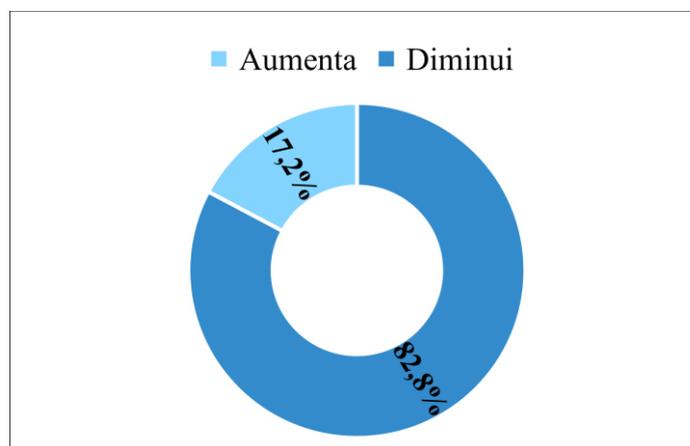


Figura 1.7 – Porcentagem do total das 229 respostas obtidas sobre o uso de biofertilizantes e sua capacidade de aumentar ou diminuir os custos de produção do plantio.

5. CONCLUSÃO

- Há um grande interesse por parte de agricultores e pesquisadores na produção, registro, comercialização e uso dos biofertilizantes, por acreditarem que os mesmos podem mitigar impactos ambientais e agregar valor ao produto cultivado, por serem oriundos de matéria-prima abundantes no Brasil e não gerarem ônus com taxas de importação.

- A divulgação de pesquisas, comprovação de eficiência, validação agronômica e o ambiente legal de produção, registro e comércio ainda possuem lacunas que precisam ser sanadas, pois estes fatores são obstáculos que impedem um maior desenvolvimento e conseqüentemente, disseminação e uso do produto.

- Ainda existe, mesmo dentre as pessoas envolvidas com o processo agrícola, dificuldade de diferenciação entre fertilizante orgânico e biofertilizante e suas respectivas matérias-primas.

- Conforme a pesquisa feita, dadas as características do solo vivo e a grande oferta de matérias-primas, principalmente quando observadas as riquezas locais/regionais, a produção e uso de biofertilizantes pode reduzir os custos de produção das culturas.

CAPÍTULO II
TENDÊNCIAS NAS PESQUISAS COM BIOFERILIZANTES:
UMA REVISÃO CIENCIOMÉTRICA

“Daqui algumas décadas, a relação entre o meio ambiente, os recursos e os conflitos será tão óbvia como a conexão que vemos agora entre os direitos humanos, democracia e paz”.

Wangari Maathai, Prêmio Nobel da Paz, 2004.

RESUMO

A partir do grande interesse do mercado agrícola por produtos menos poluentes, aliado à evolução científica sobre os verdadeiros efeitos de substâncias à base de microrganismos, muitas instituições e autores têm se interessado em pesquisas que investiguem essas fontes. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi, através de análises cientométricas, indicar a distribuição espaço-temporal, as tendências e lacunas nas investigações mundiais sobre biofertilizantes. As análises indicaram que há uma crescente nas pesquisas sobre biofertilizantes e que os países que mais publicam sobre o assunto são Índia, seguida de Irã e Brasil. Identificou ainda que há um grande volume de pesquisas que indicam as cianobactérias como matérias-primas. Por fim, conclui-se que os biofertilizantes são uma forte alternativa ao uso de fertilizantes químicos, com dois grandes benefícios que são a redução, tanto de impactos ambientais, quanto dos gastos com insumos importados.

Palavras-chave: Cienciometria, Fertilizantes biológicos, Agricultura, Conservação, Poluição.

ABSTRACT

From the great interest of the agricultural market for less polluting products, allied to the scientific evolution on the true effects of substances based on microorganisms, many institutions and authors have been interested in researches that investigate these sources. Thus, the objective of this study was, through scientometric analysis, to indicate the spatiotemporal distribution, trends and gaps in global investigations on biofertilizers. The analyzes indicated that there is an increase in research on biofertilizers and that the countries that publish the most on the subject are India, followed by Iran and Brazil. He also identified that there is a large volume of research indicating cyanobacteria as raw materials. Finally, it is concluded that biofertilizers are a strong alternative to the use of chemical fertilizers, with two great benefits, which are the reduction, both in environmental impacts, and in spending on imported inputs.

Keywords: Scientometrics, Biological Fertilizers, Agriculture, Conservation, Pollution.

INTRODUÇÃO

O uso dos insumos agrícolas possui relação direta com o aumento da produção, garantindo ou melhorando a produtividade de diversas culturas (Bhardwaj, 2014). Entretanto, os recursos minerais são a principal fonte de matéria-prima dos fertilizantes. Porém, além de não serem renováveis este uso resulta em danos extensivos ao solo, altera as dinâmicas naturais das comunidades microbianas e afeta a vegetação, o que leva à destruição de uma grande quantidade de terra (Sheoran et al., 2010).

Considerando todos os efeitos adversos do uso prolongado de fertilizantes químicos, a agricultura biológica emergiu como uma alternativa em termos de demanda crescente por alimentos saudáveis, sustentabilidade a longo prazo e preocupações com a poluição (Reddy, 2013). Observando o grande interesse do mercado por energias menos poluentes e com o crescimento científico na compreensão dos verdadeiros efeitos de substâncias a base de microrganismos, que constituem matéria-prima de diversos biofertilizantes, muitas empresas têm se interessado em pesquisas que investiguem essas fontes.

Como um fundamento básico para a produção de alimentos é a fertilidade do solo, as deficiências de nutrientes são corrigidas com o uso de fertilizantes (Bouwman et al., 2013). Além de fazer com que a produção se torne ainda mais cara, devido aos altos custos dos produtos, há uma estimativa que menos da metade dos produtos aplicados são absorvidos, o restante é perdido contaminando lençóis freáticos, sendo lixiviados para corpos de água, causando eutrofização de rios, aumento do efeito estufa, entre outros (Duxbury, 1994).

Focando na rentabilidade e produtividade da atividade agrícola, as inovações tecnológicas devem apresentar a atividade microbiológica como uma alternativa aos fertilizantes químicos sem perder a capacidade de produção (Malusá et al., 2012). É cada vez mais nítida a relação entre homem e microrganismos naturais (Parnell, 2016). Na agricultura, os microrganismos têm papel fundamental, pois eles são matéria-prima essencial para composição de biofertilizantes, produtos estes que podem ser considerados uma alternativa ao uso dos fertilizantes químicos (Jeffries et al., 2003).

Muitas são as matérias-primas utilizadas nas pesquisas de biofertilizantes: vinhaça, chorume, lodo de esgoto, águas residuais da indústria de etanol, camas de animais, dentre outros (Vassilev et al., 2015). Todavia, é importante salientar que o processo de criação de um biofertilizante não é um processo de compostagem. O desenvolvimento e a produção de um biofertilizante bem-sucedido é um procedimento que envolve vários estágios, sendo eles: seleção de uma cultura adequada e isolamento de micróbios eficazes, determinação das

propriedades do microrganismo selecionado em um meio adequado com as condições de crescimento apropriadas, aumento da escala de biomassa microbiana, seleção de um transportador, formulação do bioinoculante, estudos de campo, experimentos em grande escala e produção em nível industrial e também estabelecimento de um sistema de controle de qualidade, armazenamento e transporte (Shaikh e Sayyed, 2015; Stamenkovic et al. , 2018).

Existe todo um arcabouço científico para elucidar as propriedades químicas desses materiais, estudos toxicológicos e verificação laboratorial para detectar presença de metais pesados e patógenos; testes para verificação da capacidade de liberação de potássio, fósforo e nitrogênio, presença de macro e micronutrientes, entre outros (Murphy et al.,2016).

A busca por novas fontes de fertilização da terra, está intimamente ligada com as matérias-primas disponíveis no ambiente e o custo que as mesmas possuem. Esses fatores aliados ao menor custo-benefício dos fertilizantes tradicionais, exigiram da comunidade científica alternativas para manter o sistema agrícola sustentável, explorando racionalmente os recursos naturais e aplicando medidas que sejam capazes de preservar o meio ambiente (Choi e Hassanzadeh, 2019). Por essa razão, acredita-se que há muito interesse nas pesquisas sobre biofertilizantes, todavia, ainda são escassos os trabalhos que reúnem as tendências espaço-temporais e das abordagens que envolvem essa temática. Para verificar essa hipótese, foram utilizados os métodos cienciométricos.

Cienciométrica é um método de pesquisa que se refere à visualização ou mapeamento do domínio do conhecimento (Pollack e Adler, 2015). O estudo cienciométrico analisa a paisagem intelectual de um domínio do conhecimento e percebe as questões que os pesquisadores vêm tentando responder, bem como os métodos desenvolvidos para atingir seus objetivos (Chen, 2006b). Enfim, os objetivos deste estudo foram:

- Verificar se na distribuição espaço-temporal, houve ou não, um aumento no número de pesquisas envolvendo biofertilizantes entre 1991 e 2020. Tanto em relação ao total de artigos publicados na plataforma nesse período, quanto em relação aos trabalhos que envolvem fertilizantes de forma geral.
- Verificar quais países mais publicam sobre biofertilizantes e se há alguma correlação entre eles.
- Detectar tendências e lacunas quando observados os tópicos tratados dentro das investigações sobre biofertilizantes.

1. CIENCIOMETRIA

1.1 O papel da Cienciometria

Como o desenvolvimento metodológico deste estudo é uma análise cienciométrica, faz-se necessário descrever o que é Cienciometria: o ramo da ciência que analisa o impacto de artigos revisados por pares e periódicos científicos (Nair, 2019). O impacto pode ser avaliado de forma quantitativa ou qualitativa, sendo mais comum a cienciometria quantitativa, que geralmente inclui índices que são utilizados para medir produção acadêmica e classificar pesquisadores e instituições acadêmicas. Já a cienciometria qualitativa identifica artigos, pesquisadores, instituições acadêmicas e temas de um campo e mapeia as interações entre eles. Um banco de dados amplamente utilizado para realização das análises cienciométrica é a Web of Science Core Collection (WoS) por conter dados completos e com controle de qualidades desde 1985 (He, 2020).

O conceito de cienciometria evoluiu ao longo do tempo, não se limitando à medição de informações (Spinak, 1996). Atualmente o foco da Cienciometria é a avaliação da produção científica centrando-se na mensuração da ciência (Hayashi, 2013), ressaltando que o termo “ciência” se refere às ciências físicas e naturais e também sociais. As análises quantitativas da cienciometria consideram a ciência como uma disciplina ou atividade econômica. Por esta razão, a cienciometria pode estabelecer comparações entre políticas de pesquisa entre países, analisando seus aspectos econômicos e sociais (Spinak, 1998).

A Cienciometria utiliza como objetos de suas análises a produção, principalmente de artigos, a circulação e o consumo da produção científica, preocupando-se com a dinâmica da ciência, qual a sua utilidade científica e qual o impacto desse produto. Os tópicos de interesse para a cienciometria incluem o crescimento quantitativo da ciência, o desenvolvimento de disciplinas e subdisciplinas, a relação entre ciência e tecnologia, a obsolescência dos paradigmas científicos, a estrutura de comunicação entre cientistas, a produtividade e criatividade dos pesquisadores, as relações entre o desenvolvimento científico e o crescimento econômico, etc. Para alcançar os resultados numéricos desses dados a cienciometria utiliza de técnicas matemáticas e análises estatísticas (Börner et al., 2003).

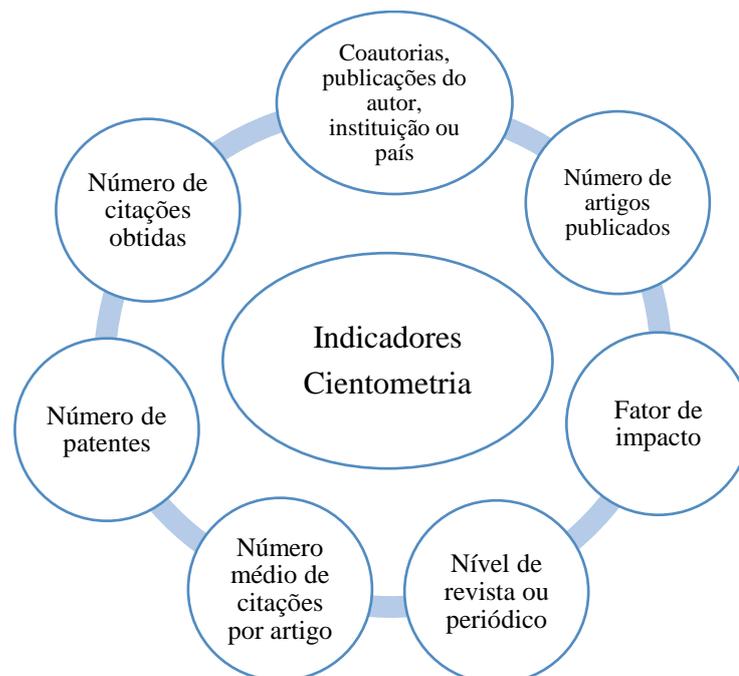
Tabela 2.1 – Aplicabilidade do estudo cientométrico

Objeto de estudo	- Disciplinas, disciplinas, áreas, campos.
Variáveis	- Fatores que diferenciam disciplinas e subdisciplinas. - Revistas, autores, documentos. - Como os cientistas se comunicam.
Métodos	- Análise de conjuntos e correspondência.
Objetivos	- Identifique áreas de interesse. - Verifique onde os assuntos estão concentrados. - Entenda como e quanto os cientistas se comunicam.

Fonte: McCrath (1989).

1.2 Indicadores Cientométricos

A Cienciometria faz uma avaliação do todo, não entrando no mérito dos resultados de cada trabalho. Para a Cienciometria faz-se necessário uma sistematização dos métodos, abordagens, áreas, etc., a partir da quantificação do progresso científico. Para tanto são definidos previamente e estabelecidos os elementos e quesitos que nortearão o processo de investigação e mensuração. Esses elementos são denominados “Indicadores Cientométricos” (Wang et al., 2013).

**Figura 2.1** - Exemplo de indicadores cientométricos

Neste contexto e a partir dos diversos indicadores existentes, a Cienciometria pode resultar em dados possíveis de serem utilizados em variados programas, desde políticas públicas, até pela própria ciência, avaliando a evolução ou estagnação de um específico campo de pesquisa e também indicando a necessidade de investigação em determinado campo. Cabe ressaltar que determinar a correta alocação de recursos para a produção da pesquisa é de suma importância, para que não haja um desperdício de dinheiro, tempo e pessoas, em áreas já amplamente investigadas, enquanto outras com grande potencial ficam deixadas de lado. Assim a Cienciometria ganha destaque e relevância (Donovan, 2011).

Esse levantamento científico também pode determinar onde estão as principais demandas do mercado e onde este já está saturado, e também em questões de patentes e de novos métodos, tecnologias de produção, entre outros, que poderão proporcionar avanços para a humanidade, gerando a possibilidade de incluir novas ideias no mercado.

A utilização desses indicadores e a forma de aplicação deve ser cuidadosa, pois podem levar a conclusões precipitadas, devendo-se levar em conta o contexto, a realidade e as peculiaridades de onde os dados são retirados (Ibrahim, 2017).

2. METODOLOGIA

2.1 Amostragem

A fim de identificar as publicações relacionadas aos biofertilizantes, realizou-se uma busca em 20 de maio de 2021, na base de dados principal do Web of Science (WoS). Foram selecionados artigos completos, sem restrições de idiomas e publicados entre os anos de 1991 a 2020. O período se inicia em 1991, pois somente a partir desse ano os resumos são obrigatoriamente indexados à plataforma. O WoS foi usado neste estudo porque é amplamente reconhecido pela comunidade científica e abriga as principais plataformas e tópicos de publicações (Li *et al.*, 2018).

Para obtenção das publicações, foi utilizada uma busca avançada do WoS, considerando a seguinte estratégia de busca: *TI[título]= [biofertiliz* OR "bio-fertiliz*" OR "biologic* fertiliz*"]*. O uso do asterisco permite a pesquisa de palavras em formas derivadas e plurais. Para evitar a inserção de estudos que não se enquadrassem no tema de pesquisa, alguns refinamentos foram feitos. Por exemplo, foram excluídos os artigos que não se aplicavam à agricultura. Dessa forma, a busca inicial resultou em 1.170 publicações, porém, 21 artigos que não se enquadravam no foco da pesquisa foram excluídos, resultando em 1.149 publicações.

2.2 Análises

Para verificar se havia uma tendência temporal de aumento das publicações científicas sobre biofertilizantes em relação ao total da plataforma e em relação ao número de trabalhos que investigam sobre fertilizantes de maneira geral, primeiramente extraiu-se o número total de artigos publicados na plataforma para os mesmos anos. Além disso, também foi realizada uma busca para avaliar o quantitativo de publicações sobre fertilizantes de forma geral, para fazer uma comparação com biofertilizantes. Para isso, foi empregada a seguinte estratégia de busca: *TI=[*fertili*] AND TS [resumo e/ou palavras-chaves]=[agricult* OR crop OR tillage OR farm* OR crop* OR yield OR plant* OR soil* OR horticult* OR garden*]*.

Após a obtenção desses dados, foram calculadas as proporções de publicações sobre biofertilizantes em relação ao total por ano do WoS e, também, em relação ao total de publicações por ano sobre fertilizantes. Obtidas as proporções, considerando que os dados não são paramétricos, realizou-se correlações de *Kendall* entre os valores dos anos e o número de publicações ou a proporção desses em relação aos ponderadores anteriormente citados, obtidas para cada ano. Para esse teste, foi empregada a função *cor.test* do pacote *Stats* a nível de significância de 5% (Hollander and Wolfe 1973, McLeod, 2005).

A fim de observar se a distribuição do número de artigos é desigual entre os países que investigaram a temática, elaborou-se uma análise descritiva por meio de um mapa de localização. Neste, foi destacado o número de artigos publicados em cada país. Posteriormente, para avaliação das dinâmicas de publicações e parcerias entre os países que publicam sobre biofertilizantes, foram ordenadas as interações de coautorias entre os autores de diferentes países por uma ordenação do programa VOSviewer com base em matrizes de força de associação (Van Eck and Waltman, 2010). Para isso, foram selecionados aqueles países tiveram co-autores presentes em, pelo menos, 10 publicações. Nesse caso, palavras [países] mais próximos entre si apresentam maiores associações nas publicações. Além disso, o tamanho do círculo é proporcional a quantidade de artigos publicado nos respectivos países.

Dados sobre autores, anos de publicação e instituições foram extraídos em formato de texto da WoS. Afim de evitar erros interpretativos dos softwares, os nomes dos autores foram padronizados. Também com o software VOSviewer foram construídas conexões de rede de publicações científicas e revistas científicas para verificar as pesquisas com maior número de citações. Através da contagem do número de links e a força total desses links, foi plotada uma representação gráfica, onde o tamanho do círculo representa a quantidade de citações e as conexões representam as citações entre os artigos (Van Eck and Waltman, 2010).

Por fim, para detectar tendências e lacunas dentro dos tópicos tratados dentro das investigações sobre biofertilizantes, também foi feita uma ordenação com o programa VOSviewer. Aqui, foram projetadas as palavras que ocorreram em pelo menos dez títulos ou resumos de diferentes publicações. Considerando que, para este caso, também se utilizou as matrizes de força de associação, as mais próximas entre si tendem a ocorrer simultaneamente. O mesmo programa também permite que as palavras sejam agrupadas nas ordenações de acordo com as suas co-ocorrências.

É importante ressaltar que as análises descritivas que não foram obtidas no VOSviewer, assim como os testes estatísticos, foram realizados via pacote *ggplot2* (Wickham, 2016), no programa R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As buscas resultaram em 1.149 publicações entre os anos de 1991 e 2020. Foi verificado que o número absoluto de trabalhos sobre biofertilizantes apresenta uma tendência temporal crescente [$tau= 0,83$; $p<0,001$]. A proporção desse quantitativo de publicações em relação ao total de artigos publicados na plataforma também é crescente [$tau= 0,75$; $p<0,001$], da mesma forma quando observado em proporção ao número de artigos que, de forma geral, investigam biofertilizantes na agricultura [$tau= 0,76$; $p<0,001$] (Figura 2.2).

Havia uma expectativa que diante do crescente interesse sobre segurança alimentar e produção agrícola sustentável, o número de artigos envolvendo a temática de biofertilizantes aumentasse ao longo dos anos, tanto em relação ao total publicado na plataforma WoS, quanto em relação aos artigos que envolvem biofertilizantes de forma geral. Verificando a tendência temporal, de fato houve aumento significativo, tanto na publicação absoluta (azul), quanto na pesquisa padronizada na WoS (verde). Houve também uma tendência crescente das pesquisas de biofertilizantes em relação aos fertilizantes (laranja). De acordo com Raja (2013) esforços têm sido concentrados com o objetivo de produzir através de bases biológicas ‘alimentos ricos em nutrientes de alta qualidade’, em um comportamento sustentável com a finalidade de garantir a biossegurança.

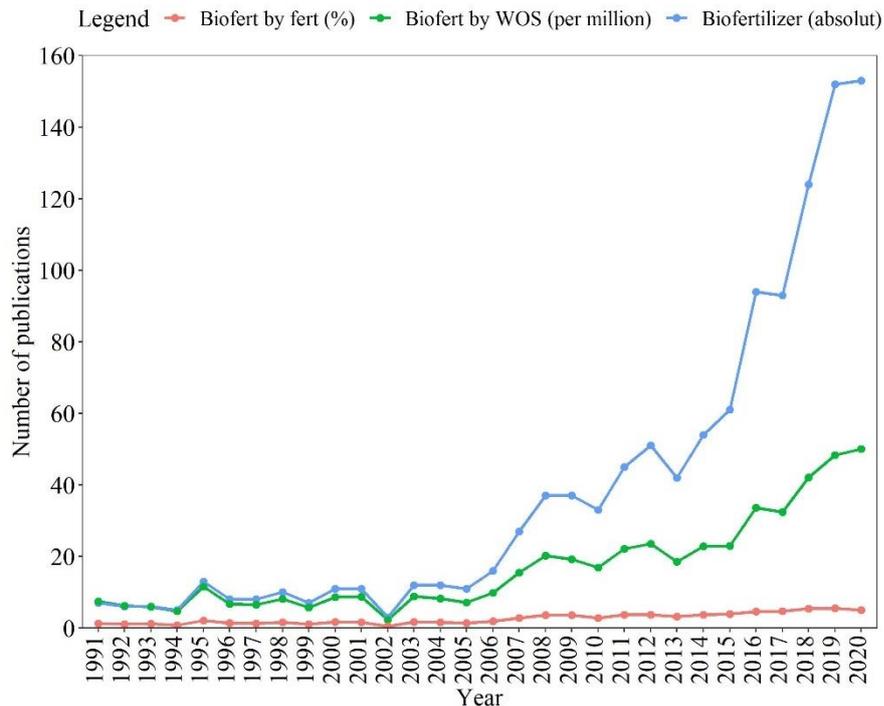


Figura 2.2 - Distribuição do número de artigos que tratam sobre biofertilizantes entre 1991 e 2020.

Verificou-se também que a quantidade de artigos publicados entre os países é desigual (Figura 2.3). Nesse contexto, houve publicações endereçadas à 88 países, dentre esses, destacam-se a Índia [n= 317; 27,6% das publicações), Irã (n= 105; 9,14%), Brasil (n= 95; 8,27%) e China (n= 85; 7,4%). Além disso, pode-se evidenciar que a parceria científica entre autores desses países é um fator determinante para que eles apresentem maior número de publicações.

De acordo com os estudos, boa parte do solo indiano precisa ser enriquecido com fósforo (P) e potássio (K) dois dos três principais nutrientes necessários para o crescimento das plantas. O custo de importação destes nutrientes é altíssimo, gerando impactos na receita do setor agrícola do país, por essa razão há um enorme empenho em estudos de biofertilizantes que utilizem bactérias como solubilizadoras de fósforo e potássio (Pramanik, 2021).

Esperava-se que países mais desenvolvidos tivessem maiores números de publicações dentro dessa temática, visto que possuem maiores investimentos em pesquisas de forma geral; todavia, a Índia apresentou maior número de publicações, não somente em números de publicações, mas também aparece como figura central em números de pesquisas em parceria com outros países como Brasil, Irã e China (Figura 2.4).

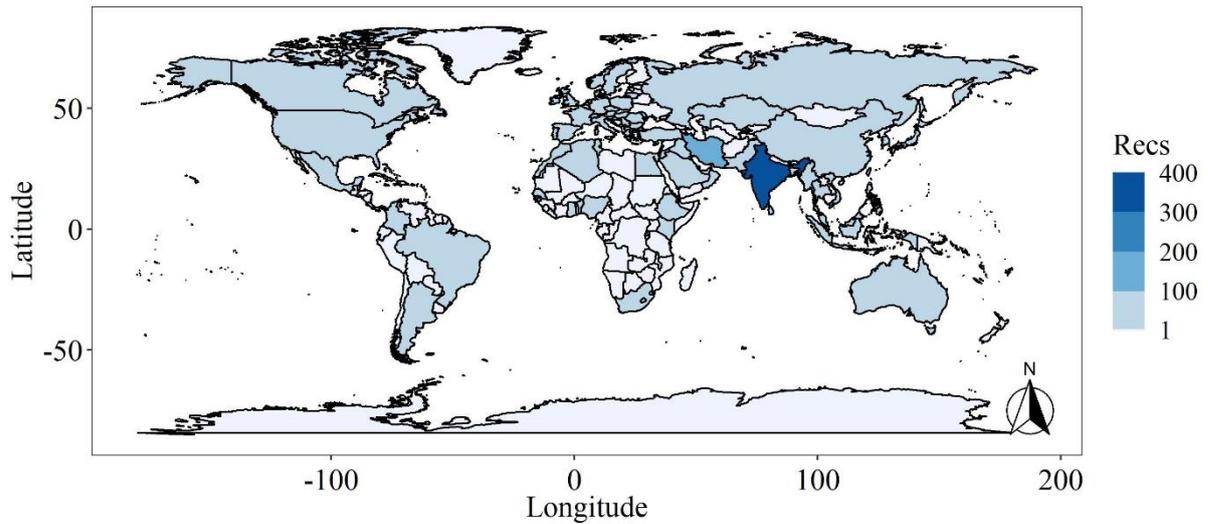


Figura 2.3 - Mapa de distribuição do número de artigos voltados aos biofertilizantes, publicados em cada país.

Assim como a Índia, China e Brasil também são grandes importadores de fertilizantes químicos. De acordo com o Ministério da Economia, em 2019 o Brasil importou 10,45 milhões de toneladas de cloreto de potássio, o equivalente a 96,5% do total que foi utilizado na agricultura e, apesar das adversidades climáticas, a agricultura desempenha um importante papel na composição do PIB do Irã. Esses dados corroboram com o resultado de pesquisas por países. De acordo com Nina e Thomas (2014), as pesquisas de biofertilizantes buscam métodos seguros e ecológicos, explorando os microrganismos benéficos na produção agrícola sustentável e diminuindo custos com importação de insumos químicos.

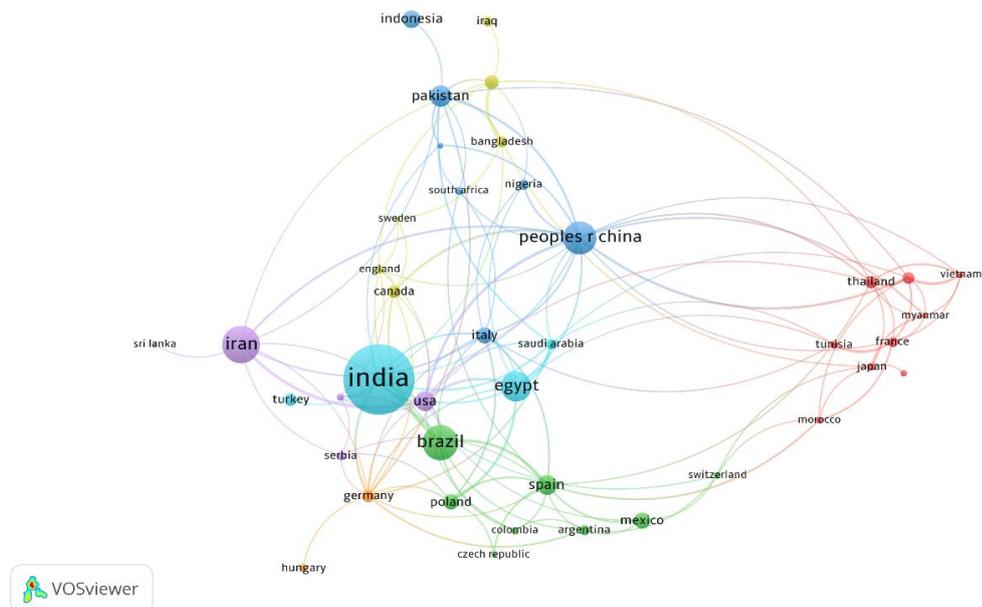


Figura 2.4 Mapa de associações entre autores dos países que publicaram sobre biofertilizantes entre 1991 e 2020.

O nitrogênio pode ser obtido através de processos industriais ou de fixação biológica, entretanto, o fósforo é obtido em maior parte por meio da mineração e é um recurso não renovável fundamental para a agricultura. Segundo Cordell e White (2011) o fósforo na crosta terrestre é relativamente abundante, mas não no contexto de alimentar um futuro com 9 bilhões de pessoas. Cerca de um quinto do fósforo na rocha fosfática chega aos alimentos consumidos pela população global. Esse fósforo é, em grande parte lixiviado para o meio aquático ou para sedimentos de lagos, rios e oceanos ou depositado em aterros sanitários.

De acordo com o artigo publicado na revista Science “*World population stabilization unlikely this century*”, uma vez que a população mundial ultrapassou os sete bilhões de indivíduos, com previsão de onze bilhões em 2.100, é esperado também o aumento do consumo diário de toneladas de alimentos e outros recursos (Patrick et al., 2014). Entretanto, o desenvolvimento de sistemas de cultivos mais eficientes, regenerativos e autossustentáveis, poderão mudar a forma de fazer agricultura, forma de se alimentar e de se viver.

Em relação ao grupo amarelo, que indicam majoritariamente cianobactérias como matéria-prima no cultivo do arroz, justifica-se pelo fato de que os países que mais publicaram sobre biofertilizantes, Índia e China, são o 2º e o 1º, respectivamente, maiores produtores mundiais de arroz.

O grupo azul representa as atividades desenvolvidas em laboratório e o verde as pesquisas de campo, onde os experimentos laboratoriais são testados para provar ou não, sua eficácia. O grupo verde, por se tratar de pesquisas de campo é associado a outras condições ambientais como, impactos ambientais, eutrofização de ambientes aquáticos, ciclos de carbono, entre outros.

Dentre os 1.149 artigos selecionados para este estudo, até o dia 21 de maio de 2021, 43 possuíam mais de 50 citações (Anexo 2). “Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers” de Vessey, J. K. (2003) publicado no periódico *Plant and Soil*, foi o mais citado, com 1.326 indicações. Dentre os artigos mais recentes, “Improving Crop Yield and Nutrient Use Efficiency via Biofertilization-A Global Meta-analysis” de Schutz, L. (2018) publicado no periódico *Frontiers in Plant Science*, obteve 64 citações (Figura 2.6).

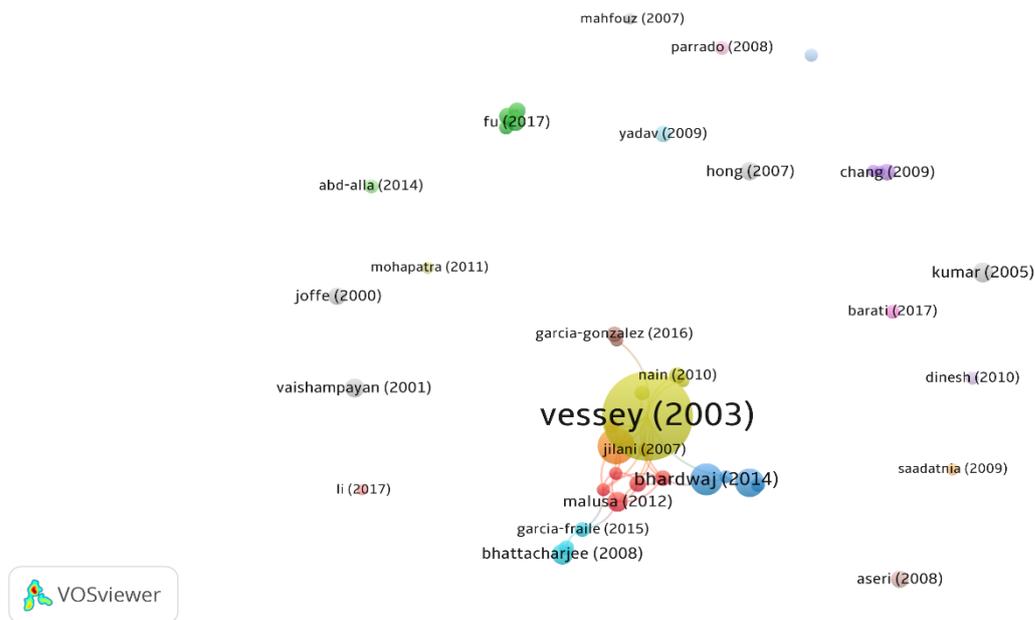


Figura 2.6 Autores mais citados juntamente com o ano de publicação do artigo.

4. CONCLUSÃO

- Houve um aumento no número de publicações das pesquisas envolvendo biofertilizantes entre 1991 e 2020, tanto em relação ao número total de artigos publicados sobre os próprios biofertilizantes, quanto em relação aos trabalhos que envolvem fertilizantes de uma forma geral.

- Os países que mais publicam sobre biofertilizantes são Índia, seguida de China, Irã e Brasil.

- A distribuição do número de artigos é desigual entre os países que investigam essa temática e há um predomínio de publicações da Índia.

- As pesquisas são direcionadas a encontrar mecanismos que deem suporte no processo agrícola com foco nos macro nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), e o uso dos microrganismos está intimamente ligado com a absorção e aproveitamento destes e de outros nutrientes por parte das plantas.

- Quanto aos aspectos de mitigação dos impactos ambientais, há informações e citações informando que o uso de biofertilizantes é economicamente viável e ecologicamente sustentável, todavia, na maior parte dos estudos este fato é uma consequência do uso dos biofertilizantes e não a finalidade deles.

CAPÍTULO III

PANORAMA DOS BIOFERTILIZANTES: UMA REVISÃO NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

(Artigo 225 da Constituição Federal do Brasil)

RESUMO

É cada vez maior a preocupação dos setores da cadeia produtiva agrícola com o meio ambiente. A busca por práticas, insumos e tecnologias com vistas à sustentabilidade tem fomentado a agricultura ecológica. No entanto, o uso de alguns insumos e práticas precisam estar previstos em lei. É o caso dos biofertilizantes. Dessa forma, através de uma pesquisa dos instrumentos legais que dispõem sobre este insumo ao longo de 40 anos (1980-2020), foi realizada uma análise documental para verificar as razões para a falta de registro desses produtos e quais caminhos percorrer para se obter o registro junto ao MAPA. Por fim, concluiu-se que durante muito tempo, a própria legislação dificultou o processo de validação agrônômica e registros, uma vez que os textos de lei não eram claros e até se contradiziam entre si. Mas, a IN nº 61/2020 surge como alternativa para facilitar a regulamentação da produção e uso desses produtos no país.

Palavras-chave: Biofertilizante, Registro, Instrução Normativa nº61, Brasil.

ABSTRACT

The concern of the sectors of the agricultural production chain with the environment is growing. The search for practices, inputs and technologies with a view to sustainability has fostered ecological agriculture. However, the use of some inputs and practices must be provided for by law. This is the case with biofertilizers. Thus, through a survey of the legal instruments that provide for this input over 40 years (1980-2020), a documental analysis was carried out to verify the reasons for the lack of registration of these products and which paths to take to obtain the registration with MAPA. Finally, it was concluded that for a long time, the legislation itself made the process of agronomic validation and records difficult, since the texts of the law were not clear and even contradicted each other. However, IN nº 61/2020 appears as an alternative to facilitate the regulation of the production and use of these products in the country.

Palavras-chave: Biofertilizante, Registro, Instrução Normativa nº61, Brasil.

INTRODUÇÃO

Muito tem se falado dos conceitos de sustentabilidade na agricultura e os biofertilizantes têm potencial para seguir o caminho do desenvolvimento sustentável de forma que possam mitigar problemas ambientais e obter retornos financeiros. Mesmo com tantos aspectos positivos, houve uma grande lacuna temporal (1980 a 2018) desde a primeira citação em lei até o primeiro registro junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), de um biofertilizante produzido no Brasil.

Dentro das ramificações da lei, temos aquelas voltadas à regulação agrícola, nas quais se fixam fundamentos, definem objetivos e competências institucionais, previsão de recursos e também estabelecem as ações e instrumentos da política agrícola. A produção, registro, comercialização e utilização dos insumos agrícolas (defensivos, fertilizantes, pesticidas, compostos, entre outros), devem estar dispostos nos mecanismos legais que regulamentam estes produtos no país.

Para compreender a atual regulamentação de insumos agrícolas, com foco nos biofertilizantes fez-se necessário uma criteriosa pesquisa qualitativa com análise documental sobre a atuação prática do MAPA e também verificar a regulação que o ambiente institucional oferece ao setor de biofertilizantes, identificando quais são os caminhos norteadores sobre os procedimentos de validação agrônômica, produção, registro e comercialização dos mesmos.

A pesquisa documental consiste num intenso e amplo exame de diversos materiais que ainda não sofreram nenhum trabalho de análise, ou que podem ser reexaminados, buscando-se outras interpretações ou informações complementares, chamados de documentos (Oliveira, 2007). A metodologia de pesquisa qualitativa, pode estar direcionada a métodos orientados à compreensão, tais como pesquisa etnográfica, estudos de casos, estudos biográficos, etc (Esteban, 2010). Como outros métodos analíticos da pesquisa qualitativa, a análise de documentos exige que os dados sejam examinados e interpretados a fim de obter significado e entendimento e desenvolver conhecimento empírico. (Corbin e Strauss 2008).

Dessa forma, por meio da análise de Leis, Decretos e Instruções Normativas que regulamentam estes produtos no país, este estudo tem por objetivo identificar quais caminhos legais deve-se percorrer para validar a pesquisa, a produção e o registro de biofertilizantes no Brasil.

1. BIOFERTILIZANTES E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

1.1 Hierarquia dos Instrumentos Legais e Análise Documental

O termo “biofertilizante” é citado pela primeira vez na Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980 e conceituado no Decreto 4.954 de 14 de janeiro de 2004, no entanto, o primeiro registro de biofertilizante brasileiro - Vorax® - foi concedido em dezembro de 2018, 38 anos após a primeira citação e 14 após a sua conceituação. De acordo com as informações da Microquímica Tradecorp, empresa brasileira produtora do Vorax®, o biofertilizante é produzido a partir da fermentação biológica do melaço de cana de açúcar. Após um extenso trabalho de pesquisa em várias culturas em parceria com universidades e fundações, tratativas com o órgão regulador e alto investimento, seu processo levou cerca de seis anos para ser concluído.

Pode-se perceber que o longo período de pesquisas, o alto investimento financeiro, a comprovação de eficiência através de estudos científicos, as barreiras regulatórias e, além disso, as exigências quanto à descrição de compostos, microrganismos, processos de avaliação e inclusão de microrganismos em bancos de germoplasma oficiais que podem representar ameaças à propriedade intelectual de empresas, são aspectos que justificam essa lacuna de 38 anos para a introdução de um produto no mercado.

Como a comercialização de biofertilizantes brasileiros é bastante atual, não há um volume de dados oficiais em relação ao seu desempenho comercial, o que dificulta maior precisão na análise de evolução do setor no Brasil, por essa razão, para pautar este estudo, as normas jurídicas de 1980 até 2020, foram analisadas afim de nortear os aspectos legais do ambiente regulatório dos biofertilizantes no Brasil.

Oriunda do latim *legere*, que significa "aquilo que se lê" ou *ligare*, que significa "aquilo que liga", lei é uma diretriz ou um conjunto de diretrizes jurídicas criadas e estabelecidas pelas autoridades competentes através de atos normativo. O vocábulo “lei” pode ser admitido em sentidos diferentes, tal seja o alcance que se pretenda dar a ele. Em sentido amplo, lei é toda regra jurídica que abarca costumes e normas dogmaticamente produzidas pelo Estado, e são representadas, por exemplo, pela Constituição Federal, leis ordinárias, leis complementares, medidas provisórias, decretos, etc. (Bastiat, 1991).

Decreto executivo ou regulamentar é uma norma jurídica despachada pelo chefe do Poder Executivo no intuito de especificar as disposições gerais e intangíveis da lei, viabilizando

sua aplicação em casos específicos, sendo amparado pelo artigo 84, inciso IV, da Constituição Federal do Brasil (Ataliba, 1969).

Instrução Normativa (IN) se define como um ato estritamente administrativo, não mais que uma norma complementar administrativa. Tende a completar o que está em uma Portaria de um superior hierárquico (Decreto Presidencial ou Portaria Interministerial). Assim sendo, a IN nunca poderá contradizer Leis ou decretos, já que estes vigoram em consonância com as Leis (Oliveira, 2020).

A pesquisa documental constitui-se de um amplo e intenso estudo de documentos que são examinados na busca de informações ou interpretações. São considerados documentos, os materiais que são fontes oficiais de informações, como leis, regulamentos, normativas, arquivos escolares, etc. Importante ressaltar que a pesquisa documental não é uma pesquisa bibliográfica. Ambas utilizam documentos, mas, oriundos de fontes diferentes. A pesquisa documental realiza seu estudo com documentos, que são considerados fontes primárias (ex. uma lei), já a pesquisa bibliográfica, analisa fontes secundárias (ex. estudos e interpretações feitas da lei) (Marconi e Lakatos, 2007).

Tabela 3.1 – Etapas da análise documental:

Pré-análise:	- Traçar objetivos.
	- Elaborar o plano de trabalho.
	- Identificar fontes de dados.
	- Formular hipóteses a serem confirmadas ou rejeitadas.
Exploração do material:	- Localizar e obter material de pesquisa.
	- Preparar o material para análise.
	- Criar fichas ou tabelas documentais.
Tratamento dos resultados:	- Analisar cada fonte escolhida.
	- Interpretar os dados. - Extrair conclusões.

Fonte: Flick (2009).

2. METODOLOGIA

- Foi realizada uma pesquisa qualitativa (análise documental), dos atos administrativos – instrumentos legais – que regulamentam os biofertilizantes no Brasil;

- Buscou-se através de instrumentos oficiais - Diário Oficial da União - as Leis, Decretos e Instruções Normativas relacionadas aos insumos agrícolas de 1980 a 2020;
- Retirou-se todos aqueles que foram revogados.;
- Agrupou-se para análise a mesma tipologia de atos administrativos, ficando para estudo 03 Leis, 02 Decretos (que são os anexos da Lei) e 10 Instruções Normativas e, dentro de cada grupo, foram verificados os acréscimos, as revogações e as alterações dos textos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os grupos validados, foi feita uma filtragem sobre os biofertilizantes e construída uma linha do tempo (Figura 3.1) para analisar os mecanismos legais que, de fato, norteiam os biofertilizantes.

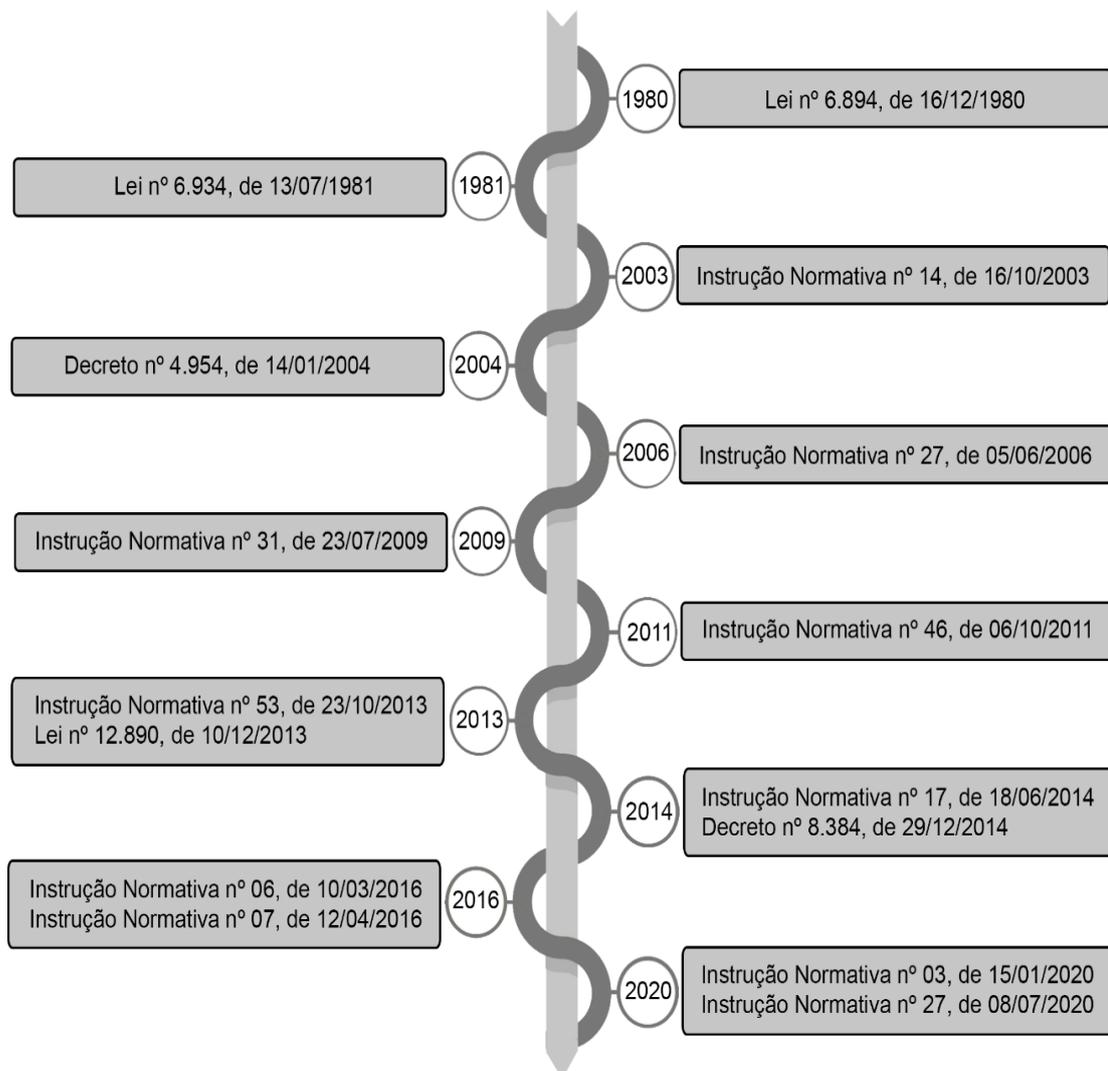


Figura 3.1: Linha do tempo dos instrumentos jurídicos brasileiros que regulamentam os biofertilizantes.

3.1 Das Leis nº 6.894 de 1980 e Lei nº 12.890 de 10/12/2013

Com a análise das leis pode-se constatar que o termo “biofertilizante” foi citado pela primeira vez na Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980, no entanto, esta lei foi alterada pela Lei nº 6.934/81 e, posteriormente pela Lei nº 12.890/13, que se encontra em vigor atualmente:

Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou **biofertilizantes**, destinados à agricultura, e dá outras providências.

Art. 1º Fica estabelecida a obrigatoriedade da inspeção e da fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou **biofertilizantes**, destinados à agricultura.

Art. 3º Para efeitos desta Lei, considera-se:

d) estimulante ou **biofertilizante**, o produto que contenha princípio ativo apto a melhorar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento das plantas.

Art. 4º As pessoas físicas ou jurídicas que produzam ou comercializem fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou **biofertilizantes** ficam obrigadas a promover o seu registro no Ministério da Agricultura, conforme dispuser o regulamento.

(Brasil, 2013)

A alteração feita pela Lei nº 12.890/13 foi tão somente para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura e dar outras providências a respeito dos mesmos e não há normativas ou regulamentações direcionadas aos biofertilizantes. Por essa razão, para sanar as lacunas presentes na lei e criar mecanismos de como proceder com o processo de conceituação, produção, registro e comercialização dos biofertilizantes, foram publicados decretos e instruções normativas. É válido ressaltar que em alguns países, os biofertilizantes são conhecidos como bioestimulantes, mas no Brasil, a legislação não prevê o uso desse termo.

3.2 Dos Decretos nº 4.954/2004 e nº 8.384/2014

Decreto nº 4.954, de 14/01/2004

Aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências.

(BRASIL, 2004)

Decreto nº 8.384, de 29/12/2014 (Emenda)
 Altera o Anexo ao Decreto no 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura.”

(Brasil, 2014)

O Decreto nº 4.954/04 (com as alterações do Decreto 8.384/14) encontra-se em vigor e, com seus 111 artigos, dispõe sobre inspeção e fiscalização da produção e comércio dos insumos agrícolas. No entanto ainda deixa lacunas quanto a validação agronômica, produção e registro dos biofertilizantes.

O Decreto nº 4.954/04 conceitua pela primeira vez o biofertilizante:

Artigo 2º, inciso VI - biofertilizante: produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante;

(BRASIL, 2004)

Caracteriza também outros tipos de fertilizantes que também apresentam propriedade orgânica em sua composição. Entre a primeira citação e o conceito, houve um intervalo de quase 25 anos. O anexo 3 deste estudo apresenta um compilado de todas as informações que se referem aos biofertilizantes dentro do referido Decreto.

3.3 Das Instruções Normativas de 2003 a 2020

Também foi realizada uma varredura nas Instruções Normativas, e, entre os anos de 2003 e 2020, dez (10) delas dispõe sobre os biofertilizantes, sendo:

IN nº14, de 16/10/2003: Dispõe sobre a aplicação das normas para registro no SISCOMEX em relação às importações de [...] biofertilizantes, e suas respectivas matérias-primas.

IN nº27, de 05/06/2006: Dispõe sobre a importação ou comercialização, para produção, de [...] biofertilizantes. Alterada pela IN nº 07 de 12/04/2016.

IN nº31, de 23/07/2009: Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos [...] biofertilizantes destinados à agricultura, na forma dos anexos à presente instrução normativa. Revoga a Instrução Normativa nº 23, de 31 de agosto de 2005.

IN nº46, de 06/10/2011: Estabelece o Regulamento Técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal.

IN nº53, de 23/10/2013: Estabelece as disposições e critérios para as definições, a classificação, o registro e renovação de registro de estabelecimento, o registro de produto, a autorização de comercialização e uso de materiais secundários, o cadastro e renovação de cadastro de prestadores de serviços de armazenamento, de acondicionamento, de análises laboratoriais, de empresas geradoras de materiais secundários e de fornecedores de minérios, a embalagem, rotulagem e propaganda de produtos, as alterações ou os cancelamentos de registro de estabelecimento, produto e cadastro e os procedimentos a serem adotados na inspeção e fiscalização da produção, importação, exportação e comércio de [...] biofertilizantes [...]; o credenciamento de instituições privadas de pesquisa; e os requisitos mínimos para avaliação da viabilidade e eficiência agrônômica e elaboração do relatório técnico-científico para fins de registro de fertilizante, corretivo, biofertilizante, remineralizador e substrato para plantas na condição de produto novo.

IN nº17 DE 18/06/2014: Altera os Artigos. 1, 2, 3, 8, 13, 14, 15, 20, 21, 29, 34, 35, 38, 39, 42, 59, 60, 63, 80, 81, 82, 85, 89, 100, 101, 103, 106 e 108 da Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011.

IN nº06, de 10/03/2016: Altera a Instrução Normativa nº 53 de 2013.

IN nº07, de 12/04/2016: Estabelece os limites de concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas para produzir, importar ou comercializar [...] biofertilizantes.

IN nº03 de 15/01/2020: Altera a Instrução Normativa MAPA nº 53 de 2013.

IN nº61, de 08/07/2020: Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura.

O primeiro passo regulatório para os biofertilizantes no Brasil, depois de 33 anos citado em lei, foi a IN nº53/2013. Todavia, o contexto legal regrediu com a publicação da IN nº 06 de 10/03/2016 apresentando uma limitação para os biofertilizantes: a necessidade de durante o processo de experimentação para validação agrônômica demonstrar de maneira isolada seu efeito, ou seja, sem apresentar as interações promovidas pelo biofertilizante com a nutrição convencional ou orgânica praticada no cultivo escolhido. Isso reduzia consideravelmente a capacidade de resposta do produto, já que os biofertilizantes, em geral, promovem interação no sistema solo-planta e tem sua resposta não isoladamente, mas justamente entre as relações bióticas e abióticas. Neste sentido a IN nº 06/2016 contradizia o conceito do decreto Nº 4.954/04.

Em janeiro de 2020 é publicada a IN nº3 que revoga informações inviáveis e contraditórias dos arranjos feitos na IN nº53/2013, para, após seis meses, publicar a IN nº 61, de 08/07/2020. A norma visa adequar e melhorar o mecanismo legal para a concessão de registros dos fertilizantes orgânicos e biofertilizantes, com procedimentos mais rápidos e eficientes e incluir parâmetros adequados às mudanças tecnológicas dos últimos anos. Há no anexo II da própria IN, uma listagem dos aditivos autorizados para uso em biofertilizantes e fertilizantes orgânicos. Houve melhoria na definição de parâmetros na legislação, como a indicação do tipo de biofertilizante de acordo com a matéria-prima empregada (Figura 3.2).

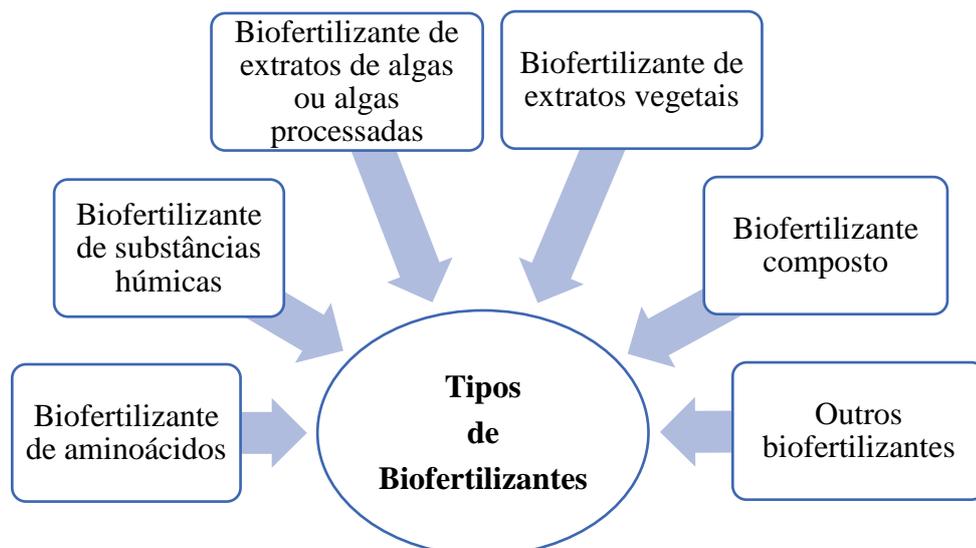


Figura 3.2 - Classificação dos biofertilizantes quanto ao tipo de matéria-prima empregada, de acordo com a IN nº61/2020.

No que tange aos registros de biofertilizantes, além de separação de conceituação dos fertilizantes orgânicos (Tabela 3.2), ocorreu a regulação de bioatividade (efeito benéfico que o produto biofertilizante apresenta sobre o todo ou partes das plantas cultivadas) e bioensaio (trabalho de pesquisa que tem por objetivo comprovar a bioatividade dos biofertilizantes).

Além disso, a IN trás especificações de acordo com a natureza do biofertilizante (física, sólida ou fluída); indica os teores dos macronutrientes primários, macronutrientes secundários e micronutrientes; regulamenta também sobre a solubilidade dos nutrientes (massa de nutrientes por massa de produto).

Tabela 3.2 – Características dos fertilizantes orgânicos, conforme IN nº 61 de 08/07/2020.

Tipos de Fertilizante	Características do Produto
Orgânico	
Fertilizante orgânico simples	- Produto natural de origem vegetal ou animal, contendo um ou mais nutrientes de plantas.
Fertilizante orgânico misto	- Produto de natureza orgânica, resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples, contendo um ou mais nutrientes de plantas.
Fertilizante orgânico composto	- Produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas.
Fertilizante organomineral	Produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos.

Cabe ainda ressaltar que, em acesso realizado no dia 24/05/2021, a página oficial do MAPA com instruções a respeito do processo a ser seguido para a obtenção do registro de biofertilizantes encontra-se desatualizada (última atualização foi feita em 2019).

4. CONCLUSÃO

- Houve um hiato entre os processos de pesquisa e a legislação brasileira, dificultando que os biofertilizantes fossem difundidos no país.

- Para nortear os processos de biofertilizante, da pesquisa ao registro junto ao MAPA, deve-se atender os seguintes instrumentos legais: Lei nº 6.894/80, Decreto nº 4.954/2004 e a Instrução Normativa nº61, de 08/07/2020.
- Não há previsão da nomenclatura “bioestimulantes” na Lei brasileira e, os bioestimulantes importados não são os mesmos produtos que os biofertilizantes no Brasil, uma vez que eles englobam, além dos biofertilizantes, outros de base microbiológica, que aqui no Brasil pertencem a categorias distintas, como os inoculantes, os condicionadores biológicos de solo, os agentes biológicos de controle e ainda os biodefensivos.
- São necessários para o pedido de registro de biofertilizantes, os seguintes elementos informativos e documentais: descrição completa do processo de obtenção do produto, declaração da origem das matérias primas, relatório de Bioensaio, conforme protocolo mínimo a ser publicado no site do MAPA, elaborado por Instituição de pesquisa oficial brasileira ou credenciada, que demonstre a bioatividade do produto, e outras informações sobre suas especificações para melhor caracterização do produto que não necessariamente serão itens de garantia do mesmo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi realizar um estudo abrangente sobre os biofertilizantes, devido ao seu grande potencial de tornar os sistemas agrícolas prósperos e sobretudo, preservando o meio ambiente. Inclusive o uso de biofertilizantes como possibilidade de mitigar os impactos ambientais foi a razão de ser desta pesquisa: cultivar, mas preservar.

O primeiro passo do trabalho foi identificar, quais são as frentes que podem fazer os biofertilizantes saírem do papel e ir para o campo. Então foram encontrados três vieses que num determinado momento se encontram e se convergem: aquele que produz (a pesquisa), aquele que legaliza (poder legislativo) e aquele que usa (o campo). Vendo que a atuação de um reflete na atuação dos demais, este trabalho não poderia se limitar a um viés, e, diante disso foram abertas as três frentes de trabalho.

O capítulo I vislumbrou a ótica campo: aquele que produz. E, nessa perspectiva, os biofertilizantes têm sim, todas as potencialidades apresentadas no texto para ser uma alternativa ao sistema agrícola, mas, segundo os pesquisados, os estudos não comprovam a eficácia do produto e a legislação também não favorece a atuação do produto no setor.

O segundo capítulo buscou responder os apontamentos acerca das pesquisas sobre os biofertilizantes e após a separação e leitura de cada um dos 1.149 resumos, foi feita uma filtragem e verificou-se que as pesquisas sobre biofertilizantes, suas aplicações e resultados são muitas, e, como foi comprovado por este estudo, o Brasil é o 4º país dentre os que mais pesquisam sobre biofertilizantes no mundo.

Então, partiu-se para o terceiro e último capítulo: a legislação. Onde tudo foi lido e esmiuçado, cada normativa, cada adendo, cada mudança. Com isso chegou-se a conclusão que, na perspectiva da pesquisa e uso de biofertilizantes, a legislação brasileira caminha a passos lentos, muito lentos. Sem o amparo legal para produzir e registrar o produto pesquisado e testado no laboratório e também no campo, a pesquisa não sai do papel para ir efetivamente para o campo, sem ir para o campo, o produtor não conhece o produto oriundo da pesquisa e se cria um círculo vicioso.

Ainda em 2019, no início dessa pesquisa, as lacunas eram ainda maiores. A instrução normativa nº 61 de 2020, é um grande passo para se romper com este ciclo e uma possibilidade de os biofertilizantes adquirirem cada vez mais espaço dentro da produção agrícola brasileira. Por fim, para que haja uma perspectiva de crescimento deste setor no Brasil, faz-se necessário que sejam criadas Instruções Normativas direcionadas especificamente para cada insumo, e que na construção dos textos, sejam levados em conta a experiência e conhecimentos de pesquisadores e agricultores com expertise na área, para que os textos não sejam alterados com tanta frequência devido a posterior percepção de falhas e sobretudo, que o ambiente legal não aja tão tardiamente, quando comparado à ciência e a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbasniayzare, S.K., Sedaghathoor, S. and Dahkaei, M.N.P. (2012). *Effect of Biofertilizer Application on Growth Parameters of Spathiphyllum illusion*. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci., 12 (5): 669-673.

Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A.A. and Ibrahim, I.B.M. (2012) *Agricultural importance of algae*. Afr J Biotechnol 11:11648–11658.

Abdul Halim N.B., (2009). *Effects of using enhanced biofertilizer containing N-fixer bacteria on patchouli growth*. Thesis. Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering University Malaysia Pahang. pp.145.

Alfa, M.I.; Adie, D. B.; Igboro S. B.; Oranusi U. S.; Dahunsi S. O. and Akali D. M. (2013). *Assessment of biofertilizer quality and health implications of anaerobic digestion effluent of cow dung and chicken droppings*. Renewable Energy, v. 63, 2014, p. 681-686.

- Ataliba, G. (1969). *Decreto regulamentar no sistema brasileiro*. Revista De Direito Administrativo, 97, p. 21-33. <https://doi.org/10.12660/rda.v97.1969.32548>.
- Bashand, Y. and Hoguein, G. (1997). *Azospirillum-plant relationship: Environmental and physiological advances (1990-1996)*. Canadian Journal Microbiology, Ottawa, , v. 43, p. 103-121.
- Bastiat, Frédéric. (1991). *A lei*. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Liberal.
- Bhardwaj, D., Ansari, M.W., Sahoo, R.K. et al. (2014). *Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity*. Microb Cell Fact 13, 66. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-66>.
- Börner, K., Chen, C., & Boyack, K.W., (2003). *Visualizing knowledge domains. Annual review of information science and technology*, 37(1), 179-255.
- Bouwman L, Goldewijk K.K., Hoek, K.W.V.D., Beusen, A. H. W., Van Vuuren, D. P., et al. (2013). *Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period*. Proc Natl Acad Sci USA 110: 20882–20887. pmid:21576477.
- Brasil. *Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004*. Diário Oficial da União. Brasília, 2004.
- Brasil. *Instrução Normativa nº 5, de 6 de agosto de 2004*. DOU, Brasília, 2004.
- Brasil. *Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009*. DOU, Brasília, 2009.
- Brasil. *Instrução Normativa nº 53, de 23 de outubro de 2013*. DOU, Brasília, 2013.
- Brasil. *Instrução Normativa nº61, de 23 de julho de 2020*. DOU, Brasília, 2020.
- Brasil. *Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980*. DOU, Brasília, 1980.
- Brasil. *Lei nº 6.934, de 13 de julho de 1981*. DOU, 1981.
- Brasil. *Lei nº 12.890 de 10 de dezembro de 2013*. DOU, Brasília, 2013.
- Brunelle, T., Dumas. P., Souty, F., Dorin, B. and Nadaud, F. (2015). *Evaluating the impact of rising fertiliser prices on crop yields*. Agric Econ 46(5):653–666.
- Camargo, F.A.O.; Alvarez V. V. H.; Baveye, P. C. (2010). *Brazilian soil science: from its inception to the future, and beyond*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 589-599.
- Carneiro, F.F. et al. (2015). *Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: <https://abrasco.org.br/dossieagrotoxico>

Cavalcante, I.H.L., et al. (2012). *Impact of Biofertilizers on Mineral Status and Fruit Quality of Yellow Passion Fruit in Brazil*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43:15, p. 2027-2042.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, *Relatório Anual 2020*. https://www.cgee.org.br/documents/10182/7184733/relatorio_anual_2020.pdf

Chagnon, M. et al. (2014). *Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services*. *Environ Sci Pollut Res*. doi:10.1007/s11356-014-3277-x

Chen, C., (2006b). *CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature*. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, 57(3), 359-377.

Chen, J.H. (2006a). *The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility*. *International Workshop on Sustained Management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use Land Development Department Bangkok* 16:20

Choi, S. and Hassanzadeh, N., (2019). *BSFL Frass: a novel biofertilizer for improving plant health while minimizing environmental impact*. *The Canadian Science Fair Journal* 2: 41-46

Coelho, M.R.; Santos, H.G.; Silva, H. F; Aglio, M.L.D. (2002). *O Recurso Natural Solo*. In: Manzatto, C. V.; Freitas Junior, E.; Peres, J. R. R. [Ed.]. *Uso agrícola dos solos brasileiros*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.1-11.

Corbin, J. And Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA.

Cordeiro, F.C.; Dias, F.C.; Merlin, A.O.; Correia, M.E.F.; Aquino, A.M. e Brown, G. (2004). *Diversidade da Macrofauna Invertebrada do Solo Como Indicadora da Qualidade do Solo em Sistema de Manejo Orgânico de Produção*. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida*. 24. 29-34.

Cordell, D. & White, S. (2011). *Peak phosphorus: clarifying the key issues of a vigorous debate about long-term phosphorus security*. *Sustainability* 3, 2027–2049.

Cordell, D. (2010). *The story of phosphorus: sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security*. Doctoral thesis. Collaborative PhD between the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney (UTS) & Department of Thematic Studies—Water and Environmental, Linköping University, Sweden. No.509. Linköping University Press, Linköping.

Diehl, A.A. (2004). *Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas*. São Paulo: Prentice Hall.

Domingues, H.M.B. (2006). *Ciência, um caso de política: as relações entre as ciências naturais e a agricultura no Brasil Império*. *Resgate: Revista Interdisciplinar de Cultura*. 6, 1 (dez. 2006), 121–126. DOI:<https://doi.org/10.20396/resgate.v6i7.8645533>.

Donovan, C. (2011). *State of the art in assessing research impact: introduction to a special issue*. Research Evaluation, 20(3), 175–179

Duxbury, J.M. (1994). *The significance of agricultural sources of greenhouse*. Fert Res. 38: 151-163.

El-Hawary, M.I., et al. (2002). *Effect of application of biofertilizer on the yield and NPK uptake of some wheat genotypes as affected by the biological properties of soil*. Pakistan Journal of Biological Sciences, vol. 5, pp. 1181–1185.

EMBRAPA. (2014) *Solos do Brasil*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/solos-do-brasil>. Acesso em: fevereiro de 2019.

Erismann, J., Sutton, M., Galloway, J. et al. (2008). *How a century of ammonia synthesis changed the world*. Nature Geosci 1, 636–639, <https://doi.org/10.1038/ngeo325>

Esteban, M.P.S. (2010). *Bases conceituais da pesquisa qualitativa*. In: Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições. Porto Alegre: Artmed, p. 122-144.

FAO – *Food, Agriculture and Food Security: Developments since the World Food Conference and Prospects*. (1996). Technical Background Document N°1 for the World Food Summit, Roma.

FAO - FAO Statistical Yearbook (2013). *World food and agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

FAO - The State of Food Security and Nutrition in de Word. (2019). *Safeguarding Against Economic Slowdowns and Downturns*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

FAO and ITPS. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Technical Sumamary*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Panel on Soils, Rome, Italy. 608 p.

Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa*. Trad. Joice Elias Costa. 3. ed., Porto Alegre: Artmed.

Foley, J., Ramankutty, N., Brauman, K. et al. (2011). *Solutions for a cultivated planet*. Nature 478, 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>

Fonseca, J.J.S. (2002). *Apostila de metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, p. 20.

Ghidini, R. and Mormul, N. M. (2020). *Revolução agrícola neolítica e o surgimento do Estado classista: breve reconstituição histórica*. Revista de Ciências do Estado, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 1–20.

Glick, B.R. (2012). *Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications*. *Scientifica*, Article ID 963401, 15 pages, <https://doi.org/10.6064/2012/963401>

Goel, A.K., Laura, R.D. and Pathak, D.V. (1999). *Use of biofertilizers: Potential, constraints and future strategies – a review*. International Journal of Tropical Agriculture. Haryana, India. V. 17, p. 1-18.

Gomes, M.B.N et al. (2013). Guerra, Alimento e Poder: A problemática da segurança alimentar em situações de conflito. In: Simulação das Nações Unidas para secundaristas, p. 28.

Günther, H. (2006). *Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?* Psicologia: Teoria e Pesquisa, vol. 22, nº 02, Brasília.

Hallmann C.A., Foppen R.P.B., van Turnhout C.A.M., de Kroon, H., Jongejans, E. (2014) *Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations*. Nature 511:341–343

Hayashi, M.C.P. (2013). *Afinidades eletivas entre a ciétiometria e os estudos sociais da ciência*. Filosofia e Educação, São Carlos, v. 5, n. 2, p. 33-46.

He, D.; Bristow, K.; Filipović, V.; Lv, J.; He, H. (2020). *Microplastics in terrestrial ecosystems: A scientometric analysis*. Sustainability, 12, 8739.

Hollander, M. and Wolfe, D.A. (1973). *Nonparametric Statistical Methods*. New York: John Wiley & Sons.

Hyman, H. (1967). *Planejamento e análise da pesquisa: princípios, casos e processos*. Rio de Janeiro: Lidador. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: fevereiro 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2007). *Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais*. Manual Técnico de Pedologia 2.ed. Rio de Janeiro, (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). *Coordenação de População e Indicadores Sociais*. Projeções da população: Brasil e unidades da federação. 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE.

Ibrahim, N., Chaibi, A.H. and Ghézala, H.B. (2017). *Scientometric re-ranking approach to improve search results*. Procedia Computer Science, Volume 112, Pages 447-456, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.020>.

IFA - International Fertilizer Association (2012). Disponível em: <http://rootsforgrowth.com/food-nutrition-security/> Acesso em 27/01/2020.

Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S. et al. (2003). *The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility*. Biol Fertil Soils 37, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0546-5>

Juwarkar, A.A. and Jambhulkar, H.P. (2008). *Phytoremediation of coal mine spoil dump through integrated biotechnological approach*. Bioresource Technol 99:4732–4741.

Kawalekar, S.J. (2013). *Role of biofertilizers and biopesticides for sustainable agriculture*. J Biol Innov 2:73–78.

- Köhler H.R. and Triebskorn, R. (2013). *Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond?* Science. Aug 16;341(6147):759-65. doi: 10.1126/science.1237591. PMID: 23950533.
- Lewis, M.W., Wurtsbaugh, W.A. and Paerl, H.W. (2011). *Rationale for Control of Anthropogenic Nitrogen and Phosphorus to Reduce Eutrophication of Inland Waters*. Environmental Science & Technology, 45 (24), 10300-10305, doi: 10.1021/es202401p
- Li, K., Rollins, J. & Yan, E. (2018). *Web of Science use in published research and review papers 1997–2017: a selective, dynamic, cross-domain, content-based analysis*. Scientometrics 115: 1–20.
- Maçik, M. et al. (2020). *Biofertilizers in agriculture: An overview on concepts, strategies and effects on soil microorganisms*. Chapter Two. Advances in Agronomy, volume 162, p.31-87.
- Macilwain, C. (2004). *Organic: is it the future of farming?* Nature. United Kingdom, v. 428, p. 792-793.
- Magrini, F.E.; Camatti-Sartori, V.; Venturin, L. (2009). *Avaliação Microbiológica, pH e Umidade de Diferentes Fases de Maturação do Biofertilizante Bokashi*. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, n. 2, p. 431–435.
- Maguire, R.; Alley, M.M. and Flowers, W. (2009). *Fertilizer Types and Calculating Application Rates; Communications and Marketing*, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University: Blacksburg, VA, USA.
- Malhotra, N. (2006). *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Laura Bocco. [Trad.], 4 ed., Porto Alegre: Bookman.
- Malusá, E. and Vassilev, N. (2014). *A contribution to set a legal framework for biofertilisers*. Appl Microbiol Biotechnol 98, 6599–6607. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5828-y>
- Malusá, E., Sas-Paszt, L., and Ciesielska, J. (2012). *Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers*. Sci. World J. 98, 6599–6607. doi: 10.1100/2012/491206
- Marconi, M. A. e Lakatos, E. M. (2007). *Fundamentos da Metodologia Científica*. 6. ed., São Paulo: Atlas.
- Marrocos, S.T.P. et al. (2012). *Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição*. Revista Caatinga, v. 25, n. 4, p. 34–43.
- Mazid, M. & Khan, T.A. (2014). *Future of Bio-fertilizers in Indian Agriculture: An Overview*. International Journal of Agricultural and Food Research, 3, 10-23.
- Mazoyer, M. e Roudart, L. (1997). *História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea*. São Paulo. Editora UNESP, 567.
- McCraith, W. (1989). *What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion*. In: International Conference on

- Bibliometrics, Scientometrics And Informetrics, 1989, Ontario. Second Conference. Ontario: The University of Western Ontario.
- McLeod, A.I. (2005). Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R Package Kendall.
- Meena, V. and Bahadur, Dr. (2014). *Importance and Application of Potassic Biofertilizer in Indian Agriculture*. International Research Journal of Biological Sciences.
- Moreira, V.R.R, Capelesso, E. (2006). *Orientações para uma Agricultura de Base Ecológica no Pampa Gaúcho*. Gráfica Instituto de Menores, Bagé.
- Murphy, S., Gaffney, M.T., Fanning, S. & Burgess, C.M. (2016). *Potential For transfer of Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes and Salmonella Senftenberg from contaminated food waste derived compost and anaerobic digestate liquid to lettuce plants*. Food Microbiology, 59, 7-13.
- Nair, A.S. (2019). *Scientometrics in medical journals: indices, their pros and cons*. Indian J Anaesth. 63:955–7.
- Nina, K., Thomas, W.K. (2014). Prem SB: Beneficial organisms for the absorption of nutrients. VFRC Report 2014/1, Virtual Fertilizer Research Center. 63-Washington, DC: Wageningen Academic Publishers
- OCDE - *Painel de Avaliação da OCDE para Ciência, Tecnologia e Indústria em 2013*. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/sti-scoreboard-2013-brazil-portuguese.pdf>
- Odegard, R.Y.I. and Voet, E.V.D. (2014). *The future of food - scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050*. Ecological Economics, 97, p. 51–59.
- Ogbo, F.C. (2010). *Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi*. Bioresource Technology, Volume 101, Issue 11, Pages 4120-4124, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.057>.
- Oliveira, M.M. (2007). *Como fazer Pesquisa Qualitativa*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Olson, S. (1991). *A história da humanidade*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2003.
- Palmer, J. *Scientists and information: II. Personal factors in information behaviour*. Journal of Documentation, v. 47, n. 3, p. 254-275.
- Parnell J.J. et al. (2016). *From the Lab to the Farm: An Industrial Perspective of Plant Beneficial Microorganisms*. Frontiers in Plant Science, 7. DOI=10.3389/fpls.2016.01110
- Patrick, G. et al. (2014). *World population stabilization unlikely this century*. volume 346, nº 6206, p.234-237, Science, doi10.1126/science.1257469.
- Pinsonneault, A and Kraemer, K.L. (1993). *Survey research in management information systems: an assesment*. Journal of Management Information System.

- Pollack, J. & Adler, D., (2015). *Emergent trends and passing fads in project management research: A scientometric analysis of changes in the field*. International Journal of Project Management, 33(1), 236-248.
- Polit, D.F.; Beck, C.T.E Hungler, B. P. (2004). *Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização*. 5ª Edição. Porto Alegre: Artmed.
- Pramanik, P., Kalita, C., Borah, C. and Kalita, P. (2021). *Combined application of mica waste and Bacillus pseudomycooides as a potassium solubilizing bio-fertilizer reduced the dose of potassium fertilizer in tea-growing soil*. Agroecology and Sustainable Food Systems, 45:5, 732-744, DOI: 10.1080/21683565.2020.1847232.
- Primavesi, A. (1989). *Manejo biológico do solo: A agricultura em regiões tropicais*. 8.ed. São Paulo: Nobel, 541p.
- R development core team (2020). *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. [available on internet\http://www.Rproject.org].
- Raja, N. (2013). *Biopesticides and biofertilizers: ecofriendly sources for sustainable agriculture*. J Biofertil Biopestici. 1000e112: 1000e112.
- Reddy, B.S. (2013). *Soil health: issues and concerns: a review*. Research Unit for Livelihoods and Natural Resources. Begumpet, Hyderabad, India. Nº. 23, p´.01-44.
- Reganold, J., Wachter, J. (2016). *Organic agriculture in the twenty-first century*. Nature Plants 2, 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>
- Resende, M., Curi, N. & Santana, D. P. (1988). *Pedologia e fertilidade do solo: interações e interpretações*. Ministério da Agricultura, Brasília, e Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Riva, G., Teruzzi, T. and Anolli, L. (2003). *The use of the internet in psychological research: comparison of online and offline questionnaires*. Cyberpsychol Behav; 6(1): 73-80.
- Romei, A. and Ruggieri, S. (2014). *A multidisciplinary survey on discrimination analysis*. Knowl. Eng. Rev. 29, 5, 582–638.
- Saikia, S.P. and Jain, V. (2007). *Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable target or a dogma?* Current Science, v. 92, p. 317–322.
- Seufert, V., Ramankutty, N. & Foley, J. (2012). *Comparing the yields of organic and conventional agriculture*. Nature 485, 229–232. <https://doi.org/10.1038/nature11069>
- Shaikh, S.S., Sayyed, R.Z., (2015). *Role of plant growth-promoting rhizobacteria and their formulation in biocontrol of plant diseases*. In: Arora, N.K. (Ed.), Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets. Springer, India, pp. 337–351. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2068-8>.
- Shankar, M.R.; et al. (2013). *Effect of Micronutrient-Based Integrated Use of Nutrients on Crop Productivity, Nutrient Uptake, and Soil Fertility in Greengram and Fingermillet Sequence Under Semi-arid Tropical Conditions.*, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 44:19, 2771-2787, DOI: 10.1080/00103624.2013.824462

- Sharifi, O. et al. (2010). *Barriers to conversion to organic farming: a case study in Babol County in Iran*. African Journal of Agricultural Research, 5.
- Sheoran, V.; Sheoran, A. S.; and Poonia, P. (2010). *Soil Reclamation of Abandoned Mine Land by Revegetation: A Review*. International Journal of Soil, Sediment and Water, vol. 3, Article 13.
- Spinak, E. (1996). *Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e informetria*. Caracas: UNESCO.
- Spinak, E. (1998). *Indicadores cienciométricos*. Ciência da Informação, Brasília, v. 27, n. 2, p. 141-148.
- Stamenkovic, S., Beskoski, V., Karabegovic, I., Lazic, M., Nikolic, N., (2018). *Microbial fertilizers: a comprehensive review of current findings and future perspectives*. Spanish J. Agric. Res. 16, 1–18. <https://doi.org/10.5424/sjar/2018161-12117>.
- Tilman, D., Cassman, G. K., Matson, A. P., Naylor, R. and Polasky, S. (2002). *Agricultural sustainability and intensive production practices*. Nature 418:671–677.
- Trewavas, A. (2001). *Urban myths of organic farming*. Nature, 410 (2001), pp. 409-410.
- USDA - United States Agriculture Department. *Foreign Agricultural Service*. Production, Supply and Distribution online data. Acesso em: janeiro/2020.
Disponível em <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>
- Van Eck, N. J., Waltman, L., Dekker, R., van den Berg, J. (2010). *A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS*. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 61, 2405–2416.
- van Gelder, M.M., Bretveld, R.W. and Roeleveld, N. (2010). *Web-based questionnaires: the future in epidemiology?* Am J Epidemiol. Dec 1; 172(11):1292-8.
- Vassilev, N., Vassileva, M., Lopez, A. et al. (2015). *Unexploited potential of some biotechnological techniques for biofertilizer production and formulation*. Appl Microbiol Biotechnol 99, 4983–4996. <https://doi.org/10.1007/s00253-015-6656-4>.
- Vessey, J.K. (2003). *Plant growth promotor rhizobacteria as biofertilizers*. Plant and Soil 255, 571–586. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>.
- Wang, H., Liu, M., Hong, S., & Zhuang, Y. (2013). *A historical review and bibliometric analysis of GPS research from 1991–2010*. Scientometric, 95, 35–44.

ANEXOS

Anexo 1 - Formulário aplicado aos participantes do “7º Encontro Técnico de Agricultura Sustentável – As bases para um solo vivo”

Cenário dos Biofertilizantes no Brasil

Pesquisa de dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais - Universidade de Brasília
Em poucos minutos você pode responder estas 10 questões e, através de sua valorosa opinião, contribuir com o desenvolvimento desse trabalho.

***Obrigatório**

1. 2. Você sabe a diferença conceitual entre um biofertilizante e um fertilizante orgânico? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

2. 3. Você acredita que o uso de biofertilizantes pode mitigar impactos nocivos ao meio ambiente? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

3. 4. Em uma escala de 1 a 5, quanto você conhece da legislação brasileira acerca dos insumos agrícolas? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

4. 5. Acerca das matérias-primas utilizadas como macro nutrientes na composição de um biofertilizante, qual você acredita ser mais comum no Brasil? *

Marcar apenas uma oval.

- Húmus
- Estercos bovinos
- Cama de aviário
- Algas e microalgas
- Outros

5. 6. Em sua opinião o uso de biofertilizantes aumenta ou diminui os custos de produção do plantio? *

Marcar apenas uma oval.

- Aumenta
- Diminui

6. 7. Em sua opinião, qual o maior entrave para a produção em larga escala e comercialização de biofertilizantes no Brasil?

Marcar apenas uma oval.

- A falta de clareza nos resultados do produto.
- A legislação brasileira que não possui arcabouço claro para comercialização e aplicação do produto.
- A falta de matérias-primas no Brasil.
- O risco de contaminação por patógenos.
- A falta de pesquisas acerca do assunto.
- Outro: _____

7. 8. Você conhece alguma instituição (pública ou privada) que esteja desenvolvendo pesquisas sobre biofertilizantes? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

8. 9. Você acredita que o uso de biofertilizantes é capaz de aumentar a produtividade com sustentabilidade? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Talvez

9. 10. Em sua opinião, o uso de biofertilizantes pode agregar valor ao produto cultivado? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Talvez

Anexo 2 – Tabela: Artigos sobre biofertilizantes com maiores números de citações.

Title	Authors	Source Title	Publication Year	Total Citations
Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers	Vessey, JK	Plant and Soil	2003	1326
Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial	Wu, SC; Cao, ZH; Li, ZG; Cheung, KC; Wong, MH	Geoderma	2005	315
Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity	Bhardwaj, Deepak; Ansari, Mohammad Wahid; Sahoo, Ranjan Kumar; Tuteja, Narendra	Microbial Cell Factories	2014	261
Arbuscular Mycorrhizal Fungi as Natural Biofertilizers: Let's Benefit from Past Successes	Berruti, Andrea; Lumini, Erica; Balestrini, Raffaella; Bianciotto, Valeria	Frontiers in Microbiology	2016	220
Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertiliser for non-legumes: prospects and challenges	Bhattacharjee, Rumpa Biswas; Singh, Aqbal; Mukhopadhyay, S. N.	Applied Microbiology and Biotechnology	2008	129
Technologies for Beneficial Microorganisms Inocula Used as Biofertilizers	Malusa, E.; Sas-Paszt, L.; Ciesielska, J.	Scientific World Journal	2012	124
Characterization of antifungal metabolite produced by a new strain <i>Pseudomonas aeruginosa</i> PUPa3 that exhibits broad-spectrum antifungal activity and biofertilizing traits	Kumar, RS; Ayyadurai, N; Pandiaraja, P; Reddy, AV; Venkateswarlu, Y; Prakash, O; Sakthivel, N	Journal of Applied Microbiology	2005	124
Cyanobacterial biofertilizers in rice agriculture	Vaishampayan, A; Sinha, RP; Hader, DP; Dey, T; Gupta, AK; Bhan, U; Rao, AL	Botanical Review	2001	116
Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer	Hong, D. D.; Hien, H. M.; Son, P. N.	Journal of Applied Phycology	2007	108

Inducing the rhizosphere microbiome by biofertilizer application to suppress banana Fusarium wilt disease	Fu, Lin; Penton, C. Ryan; Ruan, Yunze; Shen, Zongzhuan; Xue, Chao; Li, Rong; Shen, Qirong	Soil Biology & Biochemistry	2017	104
Rhizosphere microbial community manipulated by 2 years of consecutive biofertilizer application associated with banana Fusarium wilt disease suppression	Shen, Zongzhuan; Ruan, Yunze; Chao, Xue; Zhang, Jian; Li, Rong; Shen, Qirong	Biology and Fertility of Soils	2015	95
Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (<i>Punica granatum</i> L.) in Indian Thar Desert	Aseri, G. K.; Jain, Neelam; Panwar, Jitendra; Rao, A. V.; Meghwal, P. R.	Scientia Horticulturae	2008	95
Time trends in biological fertility in Britain	Joffe, M	Lancet	2000	94
Thermo-tolerant phosphate-solubilizing microbes for multi-functional biofertilizer preparation	Chang, Cheng-Hsiung; Yang, Shang-Shyng	Bioresource Technology	2009	92
Induced soil microbial suppression of banana fusarium wilt disease using compost and biofertilizers to improve yield and quality	Shen, Zongzhuan; Zhong, Shutang; Wang, Yangong; Wang, Beibei; Mei, Xinlan; Li, Rong; Ruan, Yunze; Shen, Qirong	European Journal of Soil Biology	2013	89
Challenges of formulation and quality of biofertilizers for successful inoculation	Herrmann, Laetitia; Lesueur, Didier	Applied Microbiology and Biotechnology	2013	88
Bioaccumulation and phyto-translocation of arsenic, chromium and zinc by <i>Jatropha curcas</i> L.: Impact of dairy sludge and biofertilizer	Yadav, Santosh Kumar; Juwarkar, Asha A.; Kumar, G. Phani; Thawale, Prashant R.; Singh, Sanjeev K.; Chakrabarti, Tapan	Bioresource Technology	2009	88
Evaluation of synergistic effects of bacterial and cyanobacterial strains as biofertilizers for wheat	Nain, Lata; Rana, Anuj; Joshi, Monica; Jadhav, Shrikrishna D.; Kumar, Dinesh; Shivay, Y. S.; Paul, Sangeeta; Prasanna, Radha	Plant and Soil	2010	86
Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development	Mahanty, Trishna; Bhattacharjee, Surajit; Goswami, Madhuranthi; Bhattacharyya,	Environmental Science and Pollution Research	2017	81

	Purnita; Das, Bannhi; Ghosh, Abhrajyoti; Tribedi, Prosun			
Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga <i>Acutodesmus dimorphus</i>	Garcia-Gonzalez, Jesus; Sommerfeld, Milton	Journal of Applied Phycology	2016	81
Rhizobium Promotes Non-Legumes Growth and Quality in Several Production Steps: Towards a Biofertilization of Edible Raw Vegetables Healthy for Humans	Garcia-Fraile, Paula; Carro, Lorena; Robledo, Marta; Ramirez-Bahena, Martha-Helena; Flores-Felix, Jose-David; Teresa Fernandez, Maria; Mateos, Pedro F.; Rivas, Raul; Mariano Igual, Jose; Martinez-Molina, Eustoquio; Peix, Alvaro; Velazquez, Encarna	Plos One	2012	77
Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry	Garcia-Fraile, Paula; Menendez, Esther; Rivas, Raol	Aims Bioengineering	2015	74
Contribution of <i>Pseudomonas mendocina</i> and <i>Glomus intraradices</i> to aggregate stabilization and promotion of biological fertility in rhizosphere soil of lettuce plants under field conditions	Kohler, J.; Caravaca, F.; Carrasco, L.; Roldan, A.	Soil Use and Management	2006	74
Comprehensive exergy analysis of a gas engine-equipped anaerobic digestion plant producing electricity and biofertilizer from organic fraction of municipal solid waste	Barati, Mohamad Reza; Aghbashlo, Mortaza; Ghanavati, Hossein; Tabatabaei, Meisam; Sharifi, Mohammad; Javadirad, Ghasem; Dadak, Ali; Soufiyan, Mohamad Mojarab	Energy Conversion and Management	2017	69
Bio-fertilizer application induces soil suppressiveness against <i>Fusarium</i> wilt disease by reshaping the soil microbiome	Xiong, Wu; Guo, Sai; Jousset, Alexandre; Zhao, Qingyun; Wu, Huasong; Li, Rong; Kowalchuk, George A.; Shen, Qirong	Soil Biology & Biochemistry	2017	68
Synergistic interaction of <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> and arbuscular mycorrhizal fungi as a plant growth promoting	Abd-Alla, Mohamed Hemida; El-Enany, Abdel-Wahab Elsadek; Nafady, Nivien Allam; Khalaf, David Mamdouh; Morsy, Fatthy Mohamed	Microbiological Research	2014	68

biofertilizers for faba bean (<i>Vicia faba</i> L.) in alkaline soil				
Production of a carob enzymatic extract: Potential use as a biofertilizer	Parrado, J.; Bautista, J.; Romero, E. J.; Garcia-Martinez, A. M.; Friaiza, V.; Tejada, M.	Bioresource Technology	2008	68
Enhancing ecosystem services in sustainable agriculture: Biofertilization and biofortification of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) by arbuscular mycorrhizal fungi	Pellegrino, Elisa; Bedini, Stefano	Soil Biology & Biochemistry	2014	67
Mycofungicides and fungal biofertilizers	Kaewchai, S.; Soyong, K.; Hyde, K. D.	Fungal Diversity	2009	66
Enhancing crop growth, nutrients availability, economics and beneficial rhizosphere microflora through organic and biofertilizers	Jilani, Ghulam; Akram, Abida; Ali, Raja M.; Hafeez, Fauzia Y.; Shamsi, Imran H.; Chaudhry, Arshad N.; Chaudhry, Abid G.	Annals of Microbiology	2007	65
Improving Crop Yield and Nutrient Use Efficiency via Biofertilization-A Global Meta-analysis	Schutz, Lukas; Gattinger, Andreas; Meier, Matthias; Muller, Adrian; Boller, Thomas; Mader, Paul; Mathimaran, Natarajan	Frontiers in Plant Science	2018	64
Short-term incorporation of organic manures and biofertilizers influences biochemical and microbial characteristics of soils under an annual crop [Turmeric (<i>Curcuma longa</i> L.)]	Dinesh, R.; Srinivasan, V.; Hamza, S.; Manjusha, A.	Bioresource Technology	2010	64
Unexploited potential of some biotechnological techniques for biofertilizer production and formulation	Vassilev, N.; Vassileva, M.; Lopez, A.; Martos, V.; Reyes, A.; Maksimovic, I.; Eichler-Loebermann, B.; Malusa, E.	Applied Microbiology and Biotechnology	2015	62
A contribution to set a legal framework for biofertilisers	Malusa, E.; Vassilev, N.	Applied Microbiology and Biotechnology	2014	62
The qid74 gene from <i>Trichoderma harzianum</i> has a role in root architecture and plant biofertilization	Samolski, Ilanit; Rincon, Ana M.; Mary Pinzon, Luz; Viterbo, Ada; Monte, Enrique	Microbiology-Sgm	2012	62
Seaweeds as a biofertilizer	Zodape, ST	Journal of Scientific & Industrial Research	2001	59

Fertilizer and sanitary quality of digestate biofertilizer from the co-digestion of food waste and human excreta	Owarnah, H. I.; Dahunsi, S. O.; Oranusi, U. S.; Alfa, M. I.	Waste Management	2014	58
Cyanobacteria from paddy fields in Iran as a biofertilizer in rice plants	Saadatnia, H.; Riahi, H.	Plant Soil and Environment	2009	58
Evaluating the influence of novel cyanobacterial biofilmed biofertilizers on soil fertility and plant nutrition in wheat	Swarnalakshmi, Karivaradharajan; Prasanna, Radha; Kumar, Arun; Pattnaik, Sasmita; Chakravarty, Kalyana; Shivay, Yashbir Singh; Singh, Rajendra; Saxena, Anil Kumar	European Journal of Soil Biology	2013	56
Concomitant degradation of bisphenol A during ultrasonication and Fenton oxidation and production of biofertilizer from wastewater sludge	Mohapatra, D. P.; Brar, S. K.; Tyagi, R. D.; Surampalli, R. Y.	Ultrasonics Sonochemistry	2011	55
Chemical, organic and bio-fertilizer management practices effect on soil physicochemical property and antagonistic bacteria abundance of a cotton field: Implications for soil biological quality	Li, Rui; Tao, Rui; Ling, Ning; Chu, Guixin	Soil & Tillage Research	2017	52
Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.)	Mahfouz, S. A.; Sharaf-Eldin, M. A.	International Agrophysics	2007	52
Conversion of spent mushroom substrate to biofertilizer using a stress-tolerant phosphate-solubilizing <i>Pichia farinose</i> FL7	Zhu, Hong-Ji; Sun, Li-Fan; Zhang, Yan-Fei; Zhang, Xiao-Li; Qiao, Jian-Jun	Bioresource Technology	2012	51

Anexo 3 – Tabela: Informações sobre os biofertilizantes contidas no Decreto nº 4.954/04 em vigor, e as alterações no Decreto nº 8.384/2014. Os artigos, parágrafos, incisos e alíneas que não se referem aos biofertilizantes foram suprimidos. Os trechos iniciados com asterisco (*) indicam que os textos não foram alterados e permanecem com a redação do Decreto nº 4.954/04.

Art. 1º

Estabelece normas gerais sobre registro, padronização, classificação, inspeção e fiscalização da produção e do comércio...

Art. 2º

Conceitua o biofertilizante:

*VI - biofertilizante: produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante;

Regulamenta:

*II - comércio, VII - matéria-prima, XI - produto, XVIII - transporte, XIX - armazenamento, XX - embalagem, *XXVII - rótulo, XXXIII - amostra de fiscalização.

Art. 3º

Competencia do MAPA sobre:

I - a inspeção e a fiscalização da produção, importação, exportação e comércio (...)biofertilizantes(...).

Art. 4º

Competencia concorrentemente aos Estados e ao Distrito Federal de fiscalização e legislação sobre comércio observadas as normas federais que dispõem sobre o assunto. (NR)

Art. 5º

Obrigatoriedade de registro junto ao MAPA, dos estabelecimentos que produzem, comercializam, exportam ou importam (...)biofertilizantes(...).

Art. 8º

Registro pelos estabelecimentos produtores e importadores no MAPA.

Art. 23

Proibição de produzir, preparar, beneficiar, acondicionar, embalar, transportar, ter em depósito ou comercializar (...)biofertilizantes(...) em desacordo com as disposições estabelecidas neste Regulamento. (NR)

Art. 24

Movimentação a granel: preenchimento de formulário e envio ao órgão e fiscalização previsto em ato do MAPA dos dados referentes às quantidades de matérias-primas adquiridas e (...)biofertilizantes(...) produzidos, importados, exportados ou comercializados.

***Art. 34**

Facultada a inscrição, nas embalagens, de dados não estabelecidos como obrigatórios, desde que:

*I - não dificultem a visibilidade e a compreensão dos dados obrigatórios; e

*II - não contenham:

*a) denominação, símbolo, figura, desenho ou qualquer outra indicação que induza a erro ou equívoco;

Art. 35

Sobre a propaganda comercial de (...)biofertilizantes(...), em qualquer meio de comunicação.

Art. 36

Sobre comércio, armazenamento e transporte. (NR)

Art. 37

Sobre as informações da nota fiscal.

***Art. 45**

Sobre certificado fitossanitário de lote ou partida importada de misturas que contenham matéria orgânica ou outros produtos que possam abrigar pragas.

Art. 47

Observação das normas nacionais vigentes para o armazenamento de (...)biofertilizantes(...); (NR)

Art. 48

O transporte de (...)biofertilizantes(...) deverá se submeter às regras e aos procedimentos estabelecidos para transporte de produtos perigosos constantes de legislação específica. (NR)

Art. 49

Competência do órgão de fiscalização do MAPA nas atividades de rotina, inspeção e fiscalização de estabelecimentos produtores, comerciais, importadores e exportadores de (...)biofertilizantes(...) e de seus produtos e matérias-primas.

Art. 51

A inspeção e a fiscalização serão exercidas por Fiscais Federais Agropecuários, legalmente habilitados, e far-se-á sobre:

I - os estabelecimentos produtores, comerciais, exportadores e importadores (...)biofertilizantes(...) e sobre os laboratórios de controle de qualidade;

Art. 53

Prerrogativas e as atribuições específicas do Fiscal Federal Agropecuário no exercício de suas funções, dentre outras, são as seguintes:

I - dispor de livre acesso aos estabelecimentos ou a outros locais de produção, guarda, transporte, venda ou uso de (...)biofertilizantes(...);

XI - executar análises laboratoriais concernentes às ações de inspeção e fiscalização de (...)biofertilizantes(...);

XIII - realizar vistoria em estabelecimentos produtores, comerciais, importadores e exportadores de (...)biofertilizantes(...), para fins de concessão de registro ou de renovação de registro, emitindo o laudo competente;

XIV - realizar vistoria em empresas prestadoras de serviços de ensaio ou de análises de (...)biofertilizantes(...) para fins de cadastramento ou credenciamento; (NR)

Art. 57

Disposição de procedimentos escritos e mecanismos de controles e registros que assegurem a qualidade dos produtos e dos pr Continua... io dos
produtos, ndependentemente do controle e da fiscalização do poder público. (NR)

Art. 58

Coleta de amostras com a finalidade de comprovar a conformidade do produto, lavrados os correspondentes termos. (NR)

***Art. 66**

Sobre os casos de divergência entre os resultados obtidos na perícia e na análise de fiscalização;

Art. 68

Os valores de divergência para os (...)biofertilizantes(...) serão estabelecidos em ato administrativo do MAPA. (NR)

Art. 71

Outros métodos analíticos poderão ser utilizados na fiscalização de (...)biofertilizantes(...), desde que reconhecidos pelo órgão central do MAPA. (NR)

Art. 75

Sem prejuízo do disposto neste Regulamento e em atos administrativos do MAPA, as pessoas físicas e jurídicas que produzem, comercializam, importam e exportam (...)biofertilizantes(...) e as que prestam serviços de industrialização, armazenamento, acondicionamento, análises laboratoriais ficam obrigadas a:

IX - produzir, comercializar, importar e exportar (...)biofertilizantes(...), de acordo com as disposições deste Regulamento e em atos administrativos do MAPA.

Art. 76

Sem prejuízo do disposto neste Regulamento e em atos administrativos do MAPA, as pessoas físicas e jurídicas que produzem, comercializam, importam, exportam ou utilizam (...)biofertilizantes(...) e as que prestam serviços de industrialização, armazenamento, acondicionamento, análises laboratoriais e as geradoras de materiais secundários ficam proibidas de:

*I - fraudar, adulterar ou falsificar (...)biofertilizantes(...), matérias-primas, rótulos, embalagens e documentos pertinentes;

XII - substituir, subtrair, remover ou comercializar, total ou parcialmente, matéria-prima, (...)biofertilizantes(...), rótulos ou embalagens ou outros materiais apreendidos pelo órgão fiscalizador;

***Art. 77**

Das infrações:

*§ 1º Para efeito da classificação disposta neste artigo, serão consideradas:

*I - infrações de natureza leve (observado o disposto no art. 83):

*h) produzir, importar, exportar ou comercializar (...)biofertilizantes(...) com teores de qualquer um de seus componentes fora dos limites de tolerância estabelecidos em atos normativos.

*II - infrações de natureza grave (observado o disposto no art. 83):

*g) produzir, importar, exportar ou comercializar (...)biofertilizantes(...) com teores de qualquer um de seus componentes fora Continua... rância estabelecidos em atos normativos.

*III - infrações de natureza gravíssima (observado o disposto no art. 83):

*l) produzir, importar, exportar ou comercializar (...)biofertilizantes(...) com teores de qualquer um de seus componentes fora dos limites de tolerância estabelecidos em atos normativos.

Art. 111

Todo produtor, importador, exportador ou comerciante de (...)biofertilizantes(...) ficará obrigado a comunicar ao órgão de fiscalização competente a transferência ou a venda do estabelecimento ou o encerramento da atividade, para efeito de cancelamento de registro ou, ainda, a desativação temporária da atividade, dentro do prazo de sessenta dias, contado da data em que ocorrer o fato (Brasil, 2014).
