

**BIOECONOMIA DE FUNGOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA**  
**BIOECONOMÍA DE LOS HONGOS: REVISIÓN DE LA LITERATURA**  
**BIOECONOMY OF FUNGI: A LITERATURE REVIEW**

**Felipe Sant'Anna Cavalcante\***  
felipesantana.cavalcante@gmail.com

**Anita Yris Garcia Mendoza\***  
anyrgarcia@hotmail.com

**Miton César Costa Campos\*\***  
felipesantana.cavalcante@gmail.com

**Janaína Paolucci Sales de Lima\***  
paolucci@ufam.edu.br

\*Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM, Brasil  
\*\*Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB

---

### **Resumo**

O desenvolvimento da Bioeconomia representa uma oportunidade promissora para o Brasil. A partir de recursos biológicos renováveis, assim como dos resíduos de processos extrativos ou de transformação, podem ser produzidos alimentos, energia, artigos químicos e têxteis, entre outros, de valor econômico e ambiental. O presente artigo tem como objetivo apresentar a importância Ecológica, Bioeconômica e Biotecnológica de Fungos a partir de uma revisão bibliográfica. Sendo assim, está se deu com base em artigos publicados em periódicos nacionais compreendendo o período de 2014-2019. Com base no estudo realizado, verificou-se a importância da Biotecnologia para a obtenção de diversas substâncias por meio da manipulação de fungos a fim de obter novas tecnologias para benefício da saúde humana e equilíbrio ambiental.

**PALAVRAS CHAVE:** Bioeconomia, Biotecnologia, Fungos.

### **Resumen**

El desarrollo de la bioeconomía representa una oportunidad prometedora para Brasil. A partir de recursos biológicos renovables, así como de residuos de procesos extractivos o de transformación, se pueden producir artículos alimenticios, energéticos, químicos y textiles, entre otros, de valor económico y ambiental. Este artículo tiene como objetivo presentar la importancia ecológica, bioeconómica y biotecnológica de los hongos a partir de una revisión de la literatura. Por tanto, se basa en artículos publicados en revistas nacionales que cubren el período 2014-2019. A partir del estudio realizado, se constató la importancia de la Biotecnología para la obtención de diversas sustancias mediante la manipulación de hongos con el fin de obtener nuevas tecnologías en beneficio de la salud humana y el equilibrio ambiental.

**PALABRAS CLAVE:** Bioeconomía, biotecnología, hongos.

### **Abstract**

The development of Bioeconomics represents a promising opportunity for Brazil. From renewable biological resources, as well as waste from extractive or transformation processes, food, energy, chemicals and textiles, among others, of economic and environmental value can be produced. This article aims to present the Ecological, Bioeconomic and Biotechnological importance of Fungi from a literature

review. Thus, it is based on articles published in national journals covering the period 2014-2019. Based on the study, it was verified the importance of Biotechnology to obtain various substances through the manipulation of fungi in order to obtain new technologies for the benefit of human health and environmental balance.

**KEYWORDS:** Bioeconomics, Biotechnology, Fungi.

---

## **1. INTRODUÇÃO**

A partir do século XX as mudanças climáticas passaram a ser mais discutidas e notadas pelos pesquisadores, que começam a debater como viabilizar um desenvolvimento sustentável. As propostas para um desenvolvimento sustentável impactam diretamente na economia e nas mudanças de tecnologias utilizadas pelos países. Nesse sentido, foram desenvolvidas tecnologias alternativas para conseguir aumentar a produção e, ao mesmo tempo, mantendo a capacidade de produção sustentável, ou seja, conservando o meio ambiente e os recursos naturais para que as próximas gerações também possam deles usufruir, a Bioeconomia surge como uma Ciência transdisciplinar para auxiliar em tais questões (MEJIAS, 2019).

A Bioeconomia ainda é uma Ciência relativamente nova, e diversas pesquisas ressurtem definições e quais seriam as áreas correspondentes a esta Ciência. Já a Biotecnologia possui definições mais precisas, assim como suas áreas de atuação, sendo que, por vezes, se funde com os interesses da Bioeconomia, de modo que alguns pesquisadores se referam à Biotecnologia como sendo um instrumento para aplicação da Bioeconomia. Desta forma, percebe-se cada vez mais que as pesquisas relacionadas à Biotecnologia e à Bioeconomia estão avançando, fortalecendo ambas as áreas, que estão ganhando destaque em diversos países do mundo, e vão se tornando o foco de políticas públicas e pesquisas de diversos países (MEJIAS, 2019).

Na região amazônica a abundante biodiversidade existente representa uma das maiores potencialidades do Brasil no novo milênio. A existência de mais de 90% da área florestal inexplorada na Amazônia, é um dos fatores estratégicos que explica a crescente preocupação de se concentrar os estudos científicos na região, motivados pelas grandes probabilidades de aproveitamento econômico dos recursos. A Biotecnologia surge como um importante eixo estruturante na modelagem desse nosso modelo de desenvolvimento econômico na Amazônia (SOUSA et al., 2016)

A crise ambiental que se deflagrou a partir da década de 70 trouxe consigo a realização de muitos eventos em escala mundial, visando o tratamento do tema. Apesar de indispensável para a humanidade, o desenvolvimento econômico tem sido apontado como a principal causa da grande degradação ambiental que vem se presenciando ao longo das últimas décadas. O desenvolvimento sustentável e a prática da

sustentabilidade são difundidos como sendo o grande norte a ser seguido, contudo, o panorama ambiental mundial não apresenta melhoras significativas (BITTENCOURT et al., 2012).

A Bioeconomia surge como resultado de uma revolução de inovações aplicadas no campo das Ciências Biológicas. Está diretamente ligada à invenção, ao desenvolvimento e ao uso de produtos e processos biológicos nas áreas da saúde humana, da produtividade agrícola e da pecuária, bem como da Biotecnologia. Envolve, por isso, vários segmentos industriais (CNI, 2013). Além disso, as oportunidades de participação dos países em desenvolvimento na Bioeconomia tornam-se uma realidade, cujo o enfoque é mais voltado para o valor criado por novas atividades de negócios oriundas do uso inovador e sustentável dos recursos biológicos.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) definiu o termo Bioeconomia como um mundo onde a Biotecnologia contribui com parcela importante da produção econômica. Sua emergência está relacionada a princípios relativos ao desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ambiental (OBORNE, 2009).

Com uma natureza multidisciplinar a produção de bens e serviços com metabólitos fúngicos, na área Biotecnologia incorpora, um âmbito maior que econômico, mas de caráter ambiental e de cunho inovador para soluções, inovações e barateamento com uma perspectiva mundial a alcançar (SILVA; MALTA, 2016).

A relação da Biotecnologia com a Micologia desenvolveu um conjunto de técnicas e aperfeiçoamento que influenciou o modo do homem desenvolver suas atividades e olhar para os fatores que marcam sua história e interferem no seu cotidiano. Dessa forma, o presente artigo teve como objetivo apresentar a importância ecológica, bioeconômica e biotecnológica de fungos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Neste trabalho foi realizada um estudo bibliográfico com abordagem descritiva e exploratória, com intuito de verificar artigos publicados em periódicos nacionais, compreendendo o período de inclusão 2014-2019. O estudo bibliográfico permite a análise de pesquisas e o manuseio de resultados, tendo como objetivo fundamental expor soluções de problemas ao emprego de procedimentos científicos (MARCONI; LAKATOS, 2003; GIL, 2008).

Sendo assim, por meio de consulta eletrônica nas plataformas eletrônicas Google acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SCIELO), PubMed, Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e MEDLINE (Literatura Internacional em Ciências da Saúde), foram acessados dados de domínio público, como documentos eletrônicos, teses, dissertações, monografias e artigos científicos.

Com o intuito de delimitar e nortear a revisão bibliográfica utilizou-se as seguintes variáveis: Bioeconomia; Recursos Naturais; Micologia; Biotecnologia; Inovação. Iniciou-se a leitura dos títulos, sendo levantadas citações relevantes. Posteriormente foram lidos os resumos, com intenção de averiguar a pertinência em relação aos temas-problema (PIZZANI et al., 2012).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que 19 artigos científicos apresentam dados importantes para essa pesquisa, que são eles representados na tabela 1.

**Tabela 1:** Bioeconomia de Fungos publicados entre 2014-2019

<b>Autores</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Revista</b>	<b>Conteúdo</b>
FISCHER, B.R.	2014	Facef pesquisa: desenvolvimento e gestão	O sistema de certificação Bioeconômica integrada: uma abordagem dos desafios do paradigma Bioeconômico.
SILVA, A.P.; SANTOS, M.S.M; BARROS, N.S.; OLIVEIRA, N.M.; SILVA, G.A.; CARMO, J.S.; BATISTOTE, E.	2015	Revista blucher biochemistry proceedings	Capacidade Celulolítica de fungos isolados do cerrado com potencial para a produção de etanol de segunda geração.
ABREU, J.A.S.; ROVIDA, A.F.S.; PAMPHILE, J.A.	2015	Revista uningá review	Fungos de interesse: aplicações Biotecnológicas.
ROCHA, A.M.; MELRO, M.C.B.F.; SANTOS, D.A.; SILVA, M.S.; SILVA, M.V.D.C.	2015	RDE – revista de desenvolvimento econômico	Estudo de indicadores das pesquisas acadêmicas em Biotecnologia nas regiões brasileiras: uma visão em Torno da Bioeconomia.
BENEVIDES, P.S.; CARVALHO, T.A.	2015	Revista subjetividades	Biopolítica, Bioeconomia, subjetividade: Uma análise das principais transformações laborais no capitalismo contemporâneo.
SOUSA, K.A.; SANTOYO, A.H.; JUNIOR, W.F.R.;	2016	Fronteiras: journal of social, technological and	Bioeconomia na Amazônia: uma análise dos segmentos de fitoterápicos

MATOS, M.R.; SILVA, A.C.		environmental Science	& fitocosméticos, sob a perspectiva da inovação.
SILVA, C.J.A.; MALTA, D.J.N.	2016	Caderno de graduação - Ciências Biológicas e da Saúde	A importância dos fungos na Biotecnologia.
NAPOLITANO, H.B.; CAMPOS, D.M.B; VAZ, W.F.; GARRO, F.L.T.	2016	Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science	Inovação e Biotecnologia na Biodiversidade do cerrado.
NODARI, R.O.; NODARI, E.S.; FRANCO, J.L.A.	2016	Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science	Uso e conservação da Biodiversidade: as duas faces da moeda.
PAMPHILE, J.A.; COSTA, A.T.; ROSSETO, P.; POLONIO, J.C.; PEREIRA, J.O.; AZEVEDO, J.L.	2017	Revista uninga review	Aplicações Biotecnológicas de metabólitos secundários extraídos de fungos endofíticos: o caso do <i>Colletotrichum</i> sp.
DIAS, R.F.; FILHO, C.A.A.C.	2017	Revista virtual de Química	Bioeconomia no Brasil e no mundo: panorama atual e Perspectivas.
SOUSA, S.B.; ROCHA, J.R.S.; LUCENA, R.F.P.; BARROS, R.F.M.	2017	Revista Gaia Scientia	Uso de macrofungos em região de caatinga no Nordeste do Brasil.
SIQUEIRA, F.G.; PELAEZ, R.D.R.; GONÇALVES, C.C.; CONCEIÇÃO, A.A.; MÁRQUEZ, A.F.; MENDONÇA, S.	2017	Revista periódico da Embrapa	Bioeconomia: resíduos lignocelulósicos agroindustriais pré-tratados por basidiomicetos para nutrição animal.

FOGUESATTO, C.R.; ARTUZO, F.A.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, A.R.L.	2017	Revista Espacios	Agenda de pesquisa da Bioeconomia: um estudo no campo do agronegócio.
VARGAS-HERNANDEZ, J.G.; PALLAGST, K.; HAMMER, P.	2018	Revista interdisciplinar interthesis	Bio-economy at the crossroads of sustainable development
SILVA, G.M.M.; PINHEIRO, G.C.; BARBOSA, B.C.A.; PEREIRA, L.J.R.; PESSOA, K.A.R.	2018	Revista DAE	Biodegradação de paraquat e produção de celulase em reatores inoculados com fungos e resíduo lignocelulósico.
RODRIGUES, M.	2018	Revista Ciência e cultura (SCIELO)	Bioeconomia é a nova fronteira para o futuro da América Latina.
SILVA, M.F.O.; PEREIRA, F.S.; MARTINS, J.V.B.T.	2018	BNDES Setorial	A Bioeconomia brasileira em números.
MEJIAS, R.G.	2019	Revista Iandé Ciências e humanidades	Bioeconomia e suas aplicações.

### 3.1 Bioeconomia

A definição de Bioeconomia tem evoluído e varia de acordo com autores, embora existam elementos convergentes. O matemático e economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen propôs uma teoria destinada a criar uma economia ecologicamente e socialmente sustentável, ao analisar questões econômicas incorporando variáveis da Biologia (GEORGESCU-ROEGEN, 1971; IPEA, 2017).

Alguns autores consideram que os estudos de Georgescu-Roegen são precursores dos atuais conceitos da Bioeconomia, este argumentam que os recursos naturais tendem a ser degradados quando utilizados na atividade econômica e defendem uma economia centrada na Ecologia. A natureza atua como limitante do processo econômico e, apesar de não negar a importância do processo tecnológico, capaz de descobrir e de controlar novas fontes de energias, a tecnologia é apresentada como incapaz de encontrar, constantemente, um substituto para um recurso escasso (GEORGESCU-ROEGEN, 1971; DIAS; FILHO, 2017).

No entanto, ao longo das últimas quatro décadas, a visão sobre o papel da Bioeconomia se modificou por completo, em razão do surgimento de inovações diretamente ligadas ao uso de produtos e

processos biológicos nas áreas da saúde humana, da produtividade agrícola e da pecuária, bem como da Biotecnologia (CNI, 2013).

O crescimento mundial da Bioeconomia e as oportunidades associadas estão relacionados ao aumento da população e ao seu envelhecimento, à renda per capita, à necessidade de ampliação da oferta de alimentos, saúde, energia e água potável, bem como às questões que envolvem as mudanças climáticas. O Brasil, em razão do domínio dos processos agroindustriais relacionados à bioenergia, aliados às suas aptidões agrícolas e em função de sua extensão territorial e da tecnologia desenvolvida para os trópicos, configura-se como um dos principais atores desse novo cenário (ANDRADE, 2017; DIAS; FILHO, 2017).

A Biologia dos indivíduos, antes vista isoladamente, passa a ser vista em relação ao ambiente de uma maneira mais macro, alcançando o conjunto global. Nessa perspectiva, é preciso entender que o homem está inserido em um contexto inteiramente inter-relacionado e inexoravelmente interdependente (ANDRADE, 2017).

A Biotecnologia, em particular, tem sido responsável por melhorar a eficiência ambiental da produção primária, do processamento industrial, além de recuperar setores degradados permeando, modificando e impulsionando inúmeras áreas da economia. Assim, é necessário superar os obstáculos e desenvolver capacidades para transformar a biodiversidade em conhecimento e riqueza de maneira sustentável (DIAS; FILHO, 2017).

### **3.2 Reino Fungi**

Atualmente, estima-se que o reino Fungi apresente, aproximadamente, 1,5 milhão de espécies com representantes habitando praticamente todos os ecossistemas existentes no planeta Terra. Os fungos são encontrados em todos os ambientes, podendo infectar animais, incluindo humanos; parasitar plantas, causando doenças e morte das árvores ou se associar em simbiose, onde colaboram com a planta para a absorção de água e sais minerais, aumentando a resistência da mesma ao estresse biótico e abiótico em que está exposto (AZEVEDO, 2002; GUIMARÃES, 2005; CAVALCANTE et al., 2021).

Além do potencial industrial, os fungos estão diretamente ligados à recuperação ambiental, tanto na reciclagem de resíduos agrícolas e agroindustriais, como na biodegradação de materiais lignocelulósicos (constituídos por celulose, poliose e lignina), especialmente a madeira (FERRAZ, 2004).

Na área de saúde, os cogumelos já eram utilizados desde os tempos mais remotos com finalidades medicinais para combater hemorragias, cólicas, feridas, asma e outros problemas. Algumas tribos indígenas brasileiras usavam *Pycnoporus sanguineus* (orelha-de-pau, cor vermelho intenso) para cicatrização de feridas. Pesquisas recentes indicam atributos medicinais de diversas espécies de cogumelos, como efeitos antivirais, antibacteriano, antiparasitários, antitumorais, anti-hipertensivos,

antiateroscleróticos, hepatoprotetores, antidiabéticos, antiinflamatórios e moduladores do sistema imune (ABREU, RODOVIDA, PAMPFILE, 2015).

Os metabólitos secundários de origem fúngica têm grande importância para humanidade, devido às atividades antibióticas, imunossupressoras e tóxicas (NIGAM, 2009), sendo de extrema utilidade para indústria farmacêutica e curar inúmeras doenças, como por exemplo o surgimento da penicilina, do gênero *Penicillium* auxiliando no combate de ações bacteriana.

Seu início efetivo ocorreu na década de 40, com a produção de substâncias produzidas a partir de metabólitos de fungos com atividades farmacológicas: Penicilina, antibiótico sintetizado a partir de metabólitos do fungo *Penicillium chrysogenum*; Giberelina, Hormônios para crescimento vegetal, oriundos de metabólitos *Fusarium moniliforme*; Ciclosporina, imunossupressor isolado a partir de *Tolyocladium niveum*; Cefalosporina, antibiótico isolada de culturas de *Acremonium chrysogenum*; Griseofulvina, agente antifúngico isolado a partir de *Penicillium griseofulvum*; Lovastatina, hipocolesteremiante isolado a partir de *Monascus ruber*, *A. terreus*; Alcalóides do Ergot, tratamento para enxaqueca isolado a partir de *Claviceps purpurea*; *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler contém compostos bioativos, tais como os polissacáridos, antitumorais, e substâncias antivirais e antibacterianos; Mevinolina, agente redutor de colesterol; Ergometrina; Asperlicina, antagonista de doenças gastrointestinais e do sistema nervoso central; Papulacandinas, agente antifúngico; entre outros (MENEZES et al., 2000; PINTO et al., 2002; GUIMARÃES, 2006; MORO et al., 2007; SILVA, 2013; ABREU et al., 2015).

No estudo de Souza et al. (2017) ao realizar um levantamento de utilização dos macrofungos na área medicinal, farmacológica e biotecnológica de uma comunidade do estado do Piauí, verificou-se que cinco espécies apresentavam reconhecimento utilitário, sendo mais utilizadas as orelhas-de-pau (SOUZA et al., 2017).

A relação da indústria de alimentos com os fungos filamentosos é muito antiga e extensa. Os fungos estão associados à tecnologia de alimentos desde os primórdios das civilizações mais antigas conhecidas. Com o desenvolvimento das pesquisas, já é possível conhecer o processo pelos quais os fungos modificam os alimentos, seja pela produção de micotoxinas ou pela contaminação de alimentos processados (PASTORE; MACEDO, 2004).

Urban (2004), cita a importância dos fungos da ordem Agaricales na Biotecnologia que engloba os cogumelos venenosos (tóxicos) e comestíveis e detém o maior número de cogumelos comestíveis cultivados, gerando as produções de alimentos. São mais de 2 mil espécies de fungos que são considerados comestíveis, sendo 20 dessas espécies cultivadas para fins gastronômicos. Dentre os Agaricales cultivados para fins alimentares, quatro espécies são as mais apreciadas no mundo inteiro, são respectivamente:

*Agaricus brunnescens*, *Lentinula edodes* (Tricholamataceae) ou Shiitake, *Pleurotus ostreatus* (Tricholomataceae) ou cogumelo-ostra, *Volvariella volvaceae* (Volvariaceae).

A produção de cogumelos no Brasil ainda é pequena, mas tem importância reconhecida em função da ampliação do consumo. Silva (2013) explica que o cultivo de cogumelos comestíveis é uma atividade de grande importância econômica, em particular, a produção de espécies dos gêneros *Agaricus*, *Pleurotus* e *Lentinus*, sendo uma alternativa economicamente viável para a produção de alimentos de sabor e qualidade superior, são caracterizados por serem altamente nutritivos, possuem proteínas de qualidade e aminoácidos essenciais, e apresentando baixo conteúdo calórico.

O cultivo e a comercialização do cogumelo são realizados no ambiente contemporâneo de alta competitividade de mercado, onde as organizações procuram maximizar seus resultados, tanto por meio do aumento das receitas, quanto pela diminuição dos custos e despesas da produção. Assim, é indispensável que as empresas acompanhem o desenvolvimento tecnológico e adotem sistemas de informação bem estruturados, para gerir os negócios de forma mais eficiente, bem como para fornecer informações precisas para a tomada de decisão (ARAÚJO et al., 2016).

O conhecimento adquirido com o uso dos fungos consolidou a Biotecnologia como um todo, com os sistemas genéticos que confirmam não só as regras da Ciência da hereditariedade. Permitindo por meio de técnicas genéticas clássicas, como busca da variabilidade natural, selecionando-se linhagens mais apropriadas, e pelo uso de mutantes e cruzamentos entre linhagens, que se conseguiu realizar o melhoramento genético de muitos fungos de importância industrial, adicionando novas características de valor biotecnológico a espécies já utilizadas comercialmente, aumentando assim o seu potencial biotecnológico (AZEVEDO, 2012).

## **CONCLUSÃO**

Com base no estudo realizado, verificou-se a importância da Biotecnologia para a obtenção de diversas substâncias por meio da manipulação de fungos a fim de obter novas tecnologias para benefício da saúde humana e equilíbrio ambiental. Dessa forma, é necessário pesquisas relacionadas com os aspectos biológicos, culturais e econômicos dos fungos nas diferentes regiões brasileiras.

## **AGRADECIMENTOS**

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo aporte financeiro desse estudo.

## **REFERÊNCIAS**

- ABREU, J.A.S.; ROVIDA, A.F.S.; PAMPHILE, J.A. Fungos de Interesse: Aplicações Biotecnológicas. Universidade Estadual de Maringá – UEM. **Revista UNINGÁ Review**, v. 21, n.1, p.55-59, 2015
- ANDRADE, K.M.P. **Bioeconomia: Um estudo das vocações, fragilidades e possibilidades para o Desenvolvimento no Estado do Amazonas**. 2017. Tese de Doutorado (Biotecnologia – PPGBIOTEC) Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2017.
- ARAÚJO, W.J.; COSTA, A.F.C.; ROSSI, D.A.; ALVES, E.R.; BRAGATO, L.S.; VIEIRA, L.P.; LIMA, J.O.G. Análise de Custo da Produção de Champignon: estudo em uma propriedade Rural no Município de Domingos Martins- ES. **Revista Científica Intelletto**, v.1, n.1, p. 102-114, 2016.
- AZEVEDO, J.L. Fungos – Genética e melhoramento de fungos na biotecnologia. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 1, p. 12-15, 2011.
- AZEVEDO, J.L.; SERAFINI, L.A.; BARROS, N.M. **Biotecnologia na Agricultura e na Agroindústria**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 463 p.
- BITTENCOURT, A.L.; VIEIRA, R.S.; MARTINS, Q.J.N. Economia verde: conceito, críticas e instrumentos de transição. Artigo apresentado na I Conferência Internacional Direito Ambiental, Transnacionalidade e Sustentabilidade (Abril de 2012). **Revista Eletrônica Direito e Política, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI**, Itajaí, v.7, n.2, 2º quadrimestre de 2012.
- BORÉM, A. **A história da biotecnologia**. Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento. Nº 34, janeiro a junho de 2005.
- CAVALCANTE, F.S.; SILVA, V.V.; CAMPOS, M.C.C.; LIMA, J.P.S. Macrofungos pertencentes à família Polyporaceae no Sudoeste da Amazônia, Brasil. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v.8, n.1, p.154-169, 2021.
- CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Química verde no Brasil: 2010-2030** - Ed. revista e atualizada. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 438 p.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI) **BIOECONOMIA: UMA AGENDA PARA O BRASIL**. – BRASÍLIA: CNI, 2013. 40 P.
- DE SOUSA, S.; ROCHA, J.R.; LUCENA, R. F.P.; BARROS, R.F.M. Uso de macrofungos em região de caatinga no nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**. v.11, n. 3., p. 101-113, 2017.
- DIAS, R.F; FILHO, C.A.A.C. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama Atual e Perspectivas. **Revista Virtual de Química**, v.9, n.1, p. 1-21, 2017.
- FERRAZ, A.L. Fungos decompositores de madeira. In: ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J.L. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: Educs, 2004. p.215-240.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. *The entropy law and the economic process*. **Cambridge**, MA: Harvard University Press, 1971.

GUIMARÃES, A.C. **Estudo químico e biológico de *Cladocolea micrantha*, uma planta medicinal da região amazônica**. 2005. 330f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

GUIMARÃES, D.O. **Prospecção química e biológica em fungos endofíticos associados a *Viguiera arenaria* (Asteraceae)**. 2006. 236f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Faculdade de Ciências Farmacêutica de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto. 2006.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento**. Brasília, 2017.

MENEZES, J.C.; ALVES, T.P.; CARDOSO, J.P. Biotecnologia Microbiana: A produção de Penicilina. In: LIMA, N.; MOTA, M. **Biotecnologia: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: DIFEL, 2000. p.78-95.

MEJIAS, R.G. Bioeconomia e suas aplicações. **Revista ÍANDÉ Ciências e Humanidades**. v. 2, n. 3, p. 105-121, 2019.

MORO, F.; MAGALHÃES, E.; GALÚCIO, E.; MOYSÉS, K.; ANTUNES, V.C.; VINTAL, T.C. Efficacy of cyclosporine 0.05% for preventing endothelial loss in corneal transplant. **Revista Brasileira Oftalmologista**, v.66, p.321-326, 2007.

NIGAM, P.S. Production of bioactive secondary metabolites. *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*. **Springer Netherlands**. v.1, n.3, p.129-45, 2009.

OBORNE, M. The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda, **OECD Observer**, 2009.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo: Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação**. Paris, OCDE, 2005.

OCDE. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). **The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda**. Organisation for Economic Cooperation and Development: Paris, OECD, 2009. Disponível em: < <http://www.oecd.org/futures/bioeconomy/2030>>. Acesso em julho de 2019.

PASTORE, G.L.; MACEDO, G. A. Utilização dos fungos na indústria de alimentos. In: ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J.L. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: EducS, 2004. p. 311-334.

PINTO, A.C.; SILVA, D.H.S.; BOLZANI, V.S.; LOPES, N.P.; EPIFÂNIO, R.S. Produtos Naturais: Atualidades, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, p.45-51, 2002.

PIZZANI, L.; SILVA, R.C.; BELLO, S.F.; HAYASHI, M.C.P.I. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v.10, n.1, p.53-66, 2012.

SILVA, C.J.A.; MALTA, D.J.N. A importância dos Fungos na Biotecnologia. **Cadernos de graduação: Ciências Biológicas e da Saúde**, v.2, n.3, p.49-66, 2016.

SILVA, M. dos P. P. **Anteprojeto de produção de cogumelos shiitake (*Lentinula edodes*) em modo de produção biológico**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agricultura Biológica) – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, 2013.

RAJASEKARAN R. Microbial biotechnology Rapid Advances in an area of massive impact. **Microbial biotechnology Rapid Advances in an area of massive impact**, v.7, n. 5, p.19-25, 2008.

SILVÉRIO, M. B. **Análise econômica da biodiversidade na Amazônia brasileira**. 2004. Monografia (Bacharelado em Economia), Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

SOUSA, K.A.; SANTOYO, A.H.; JUNIOR, W.F.R.; MATOS, M.R.; SILVA, A.C. Bioeconomia na Amazônia: uma análise dos segmentos de fitoterápicos & fitocosméticos, sob a perspectiva da inovação. **Revista: Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.5, n.3, p.151-171, 2016.

URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 2.ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004.

Recebido em: 05/06/2021

Aceito em: 16/05/2022

Endereço para correspondência

Nome: Felipe Sant'Anna Cavalcante

E-mail: felipesantana.cavalcante@gmail.com



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)