

MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E BIOTECNOLOGIA VERDE: A IMPORTÂNCIA DOS BIOPLÁSTICOS E DAS ENZIMAS NA ECONOMIA CIRCULAR

ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY AND GREEN BIOTECHNOLOGY: THE
IMPORTANCE OF BIOPLASTICS AND ENZYMES IN THE CIRCULAR ECONOMY

MEDIO AMBIENTE, SOSTENIBILIDAD Y BIOTECNOLOGÍA VERDE: LA
IMPORTANCIA DE LOS BIOPLÁSTICOS Y ENZIMAS EN LA ECONOMÍA
CIRCULAR

Ana Verônica Silva do Nascimento¹, Charlys Seixas Maia Dornelas², Edmilson Genuino Santos Júnior³, Ricardo Rodrigues Bacchi⁴, Rafael Santos Lobato⁵, Amaro Bezerra de Lima Filho⁶, Jansley Hudson de Oliveira⁷, Lorena Correa de Souza Nascimento⁸, Renata Kelen Cardoso Ferreira⁹, Lissandro Botelho¹⁰, Fábio Akira Odate Nascimento¹¹, Sergio Luis Melo Viroli¹²

DOI: 10.54899/dcs.v23i86.4259

Recibido: 12/12/2025 | Aceptado: 09/01/2026 | Publicación en línea: 16/01/2026.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi revisar a aplicação da biotecnologia verde, com ênfase no papel dos bioplásticos e das enzimas na economia circular. A metodologia adotada consistiu em uma revisão de literatura, que analisou artigos científicos, livros e estudos recentes sobre a produção e degradação de bioplásticos, processos enzimáticos e o uso de microrganismos e plantas para

¹ Doutora em Fitopatologia, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Seminário (UFCG - CDSA), Sumé, Paraíba, Brasil. E-mail: anaveronicasn@gmail.com

² Doutor em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, Paraíba, Brasil.
E-mail: csmdornelas@hotmail.com

³ Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, Universidade do Estado da Bahia (PPGECOH – UNEB), Paulo Afonso, Bahia, Brasil.
E-mail: genuino@uneal.edu.br

⁴ Doutor, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: bacchiricardo@gmail.com

⁵ Mestre em Gerenciamento Costeiro pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: lobatorafael.adv@gmail.com

⁶ Mestre em Gestão de Cuidados da Saúde, Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (Ebserh - HC - UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: amarolimafilho@outlook.com.br

⁷ Mestre em Psicologia Organizacional, Centro Universitário Maurício de Nassau, Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: jansley.hudson@gmail.com

⁸ Mestre em Gestão de Cuidados em Saúde, Must University, Boca Raton, Flórida, Estados Unidos.
E-mail: lorenasouza22@yahoo.com.br

⁹ Especialista, Faculdade Pitágoras de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: renanakelencrenata@gmail.com

¹⁰ Mestre em Planejamento do Desenvolvimento, Instituto Federal do Amazonas (IFAM), Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: lissandro.botelho@ifam.edu.br

¹¹ Graduando em Zootecnia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, Brasil.
E-mail: fabioakiraodaten@gmail.com

¹² Mestre, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Paraíso do Tocantins, Estado do Tocantins, Brasil. E-mail: viroli@ifto.edu.br

promover soluções sustentáveis. Os resultados indicam que a biotecnologia verde tem se mostrado uma estratégia para substituir os plásticos convencionais derivados de petróleo, utilizando fontes renováveis como amido, celulose e óleos vegetais. Além disso, microrganismos, como bactérias e fungos, contribuem na biodegradação de bioplásticos, enquanto as enzimas são essenciais para processos de síntese e reciclagem desses materiais, além de possibilitarem a degradação de plásticos biodegradáveis. Plantas, por sua vez, são fontes primárias de biomassa para a produção de biopolímeros e podem ser utilizadas no desenvolvimento de novos bioplásticos mais eficientes e de baixo custo. Todavia, apesar dos avanços, desafios como a escala de produção, o custo e a eficiência dos processos biotecnológicos precisam ser superados para garantir a viabilidade econômica da transição para a economia circular. A combinação de biotecnologia, microrganismos e plantas é promissora, mas requer mais investimentos em pesquisa e inovação para otimizar processos e torná-los mais acessíveis e sustentáveis.

Palavras-chave: Biotecnologia Verde. Bioplástico. Economia Circular.

ABSTRACT

The objective of this study was to review the application of green biotechnology, with emphasis on the role of bioplastics and enzymes in the circular economy. The methodology adopted consisted of a literature review, which analyzed scientific articles, books, and recent studies on the production and degradation of bioplastics, enzymatic processes, and the use of microorganisms and plants to promote sustainable solutions. The results indicate that green biotechnology has proven to be a strategy for replacing conventional petroleum-derived plastics, using renewable sources such as starch, cellulose, and vegetable oils. Furthermore, microorganisms, such as bacteria and fungi, contribute to the biodegradation of bioplastics, while enzymes are essential for the synthesis and recycling processes of these materials, in addition to enabling the degradation of biodegradable plastics. Plants, in turn, are primary sources of biomass for the production of biopolymers and can be used in the development of new, more efficient, and low-cost bioplastics. However, despite the advances, challenges such as the scale of production, cost, and efficiency of biotechnological processes need to be overcome to ensure the economic viability of the transition to a circular economy. The combination of biotechnology, microorganisms, and plants is promising, but requires more investment in research and innovation to optimize processes and make them more accessible and sustainable.

Keywords: Green Biotechnology. Bioplastics. Circular Economy.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue revisar la aplicación de la biotecnología verde, con énfasis en el papel de los bioplásticos y las enzimas en la economía circular. La metodología adoptada consistió en una revisión bibliográfica que analizó artículos científicos, libros y estudios recientes sobre la producción y degradación de bioplásticos, procesos enzimáticos y el uso de microorganismos y plantas para promover soluciones sostenibles. Los resultados indican que la biotecnología verde ha demostrado ser una estrategia para reemplazar los plásticos convencionales derivados del petróleo, utilizando fuentes renovables como el almidón, la celulosa y los aceites vegetales. Además, microorganismos como bacterias y hongos contribuyen a la biodegradación de los bioplásticos, mientras que las enzimas son esenciales para los procesos de síntesis y reciclaje de estos materiales, además de permitir la degradación de plásticos

biodegradables. Las plantas, a su vez, son fuentes primarias de biomasa para la producción de biopolímeros y pueden utilizarse en el desarrollo de nuevos bioplásticos más eficientes y de bajo costo. Sin embargo, a pesar de los avances, es necesario superar desafíos como la escala de producción, el coste y la eficiencia de los procesos biotecnológicos para garantizar la viabilidad económica de la transición a una economía circular. La combinación de biotecnología, microorganismos y plantas es prometedora, pero requiere mayor inversión en investigación e innovación para optimizar los procesos y hacerlos más accesibles y sostenibles.

Palabras clave: Biotecnología Verde. Bioplásticos. Economía Circular.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa aborda o tema Biotecnologia verde, com ênfase no papel dos bioplásticos e das enzimas como instrumentos estratégicos para a consolidação da economia circular, considerando os desafios ambientais decorrentes do modelo linear de produção e consumo. O estudo insere-se no contexto da crescente preocupação com a degradação ambiental, o acúmulo de resíduos sólidos e a necessidade de alternativas sustentáveis que promovam a redução do impacto ambiental e o uso eficiente dos recursos naturais.

A biotecnologia verde destaca-se como um campo inovador que utiliza processos biológicos, organismos vivos e enzimas para o desenvolvimento de produtos e tecnologias ambientalmente responsáveis. Nesse cenário, os bioplásticos surgem como alternativas aos plásticos convencionais derivados do petróleo, apresentando potencial para biodegradabilidade e menor emissão de gases de efeito estufa, enquanto as enzimas desempenham papel fundamental na produção, modificação e degradação desses materiais, contribuindo para ciclos produtivos mais sustentáveis e alinhados aos princípios da economia circular (Oliveira; Bareato, 2018).

Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos, observa-se uma lacuna entre o potencial da biotecnologia verde e sua efetiva aplicação em larga escala, sobretudo no que se refere à substituição de materiais convencionais e à integração de processos enzimáticos nos sistemas produtivos (Smith, 2021). Diante disso, surge a seguinte questão de pesquisa: de que forma os bioplásticos e o uso de enzimas, no âmbito da biotecnologia verde, podem contribuir para a promoção da economia circular e a mitigação dos impactos ambientais associados aos resíduos plásticos?

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o papel da biotecnologia verde, com foco nos bioplásticos e nas enzimas, como ferramentas para o fortalecimento da economia circular. Como objetivos específicos, busca-se: compreender os princípios da biotecnologia verde e da economia circular; identificar as principais características e aplicações dos bioplásticos; analisar o papel das enzimas nos processos de produção e biodegradação; e discutir os desafios e perspectivas para a implementação dessas tecnologias em escala industrial e social.

A metodologia adotada consistiu em uma revisão de literatura, que analisou artigos científicos, livros e estudos recentes sobre a produção e degradação de bioplásticos, processos enzimáticos e o uso de microrganismos e plantas para promover soluções sustentáveis. A relevância desta pesquisa reside na contribuição para o debate científico e tecnológico acerca de soluções sustentáveis capazes de reduzir a dependência de recursos não renováveis e minimizar os impactos ambientais dos resíduos plásticos. Ao abordar a integração entre biotecnologia verde, bioplásticos e processos enzimáticos, o estudo oferece subsídios teóricos para o desenvolvimento de políticas públicas, estratégias industriais e práticas sustentáveis que favoreçam a transição para modelos econômicos mais circulares e ambientalmente responsáveis.

DESENVOLVIMENTO

Biotecnologia Verde e a Substituição dos Plásticos Convencionais

A biotecnologia verde tem se consolidado como uma alternativa estratégica frente aos impactos ambientais causados pelos plásticos convencionais derivados do petróleo. O modelo tradicional de produção plástica, baseado em recursos fósseis e caracterizado pela baixa taxa de reciclagem e elevada persistência ambiental, tem contribuído significativamente para a poluição de solos, águas e ecossistemas. Nesse contexto, a adoção de materiais oriundos de fontes renováveis surge como uma resposta às demandas por sustentabilidade e inovação tecnológica (Barba; Santos, 2020).

Os bioplásticos, desenvolvidos a partir de matérias-primas renováveis como amido, celulose e óleos vegetais, representam uma das principais aplicações da biotecnologia verde. Esses materiais apresentam potencial para reduzir a dependência de recursos não renováveis, além de oferecerem alternativas com menor impacto ambiental ao longo de seu ciclo de vida. A utilização de biomassa vegetal permite, ainda, a valorização de resíduos agrícolas e subprodutos

industriais (Figueiredo, 2018).

O amido, por exemplo, destaca-se como uma das matérias-primas mais utilizadas na produção de bioplásticos devido à sua abundância, baixo custo e biodegradabilidade. Derivado principalmente de culturas como milho, mandioca e batata, o amido pode ser modificado quimicamente ou combinado com outros polímeros para melhorar suas propriedades mecânicas e térmicas, ampliando suas aplicações industriais (Figueiredo, 2018).

A celulose, outro biopolímero amplamente estudado, apresenta elevada resistência mecânica e versatilidade, sendo extraída de plantas, resíduos florestais e até de fontes microbianas. Seu uso na produção de bioplásticos contribui para a criação de materiais mais duráveis e biodegradáveis, além de possibilitar a redução de resíduos sólidos no ambiente (Brown, 2018).

Os óleos vegetais também desempenham papel relevante na síntese de bioplásticos, especialmente na produção de polímeros flexíveis e elastoméricos. Óleos de soja, mamona e palma são exemplos de fontes renováveis que podem ser transformadas em biopolímeros com aplicações em embalagens, componentes industriais e produtos de uso cotidiano (Fiorillo; Diaféria, 2017).

A substituição dos plásticos convencionais por bioplásticos não se limita apenas à origem da matéria-prima, mas também envolve mudanças no modelo produtivo. A biotecnologia verde propõe processos mais limpos, com menor emissão de poluentes e menor consumo energético, alinhando-se aos princípios da economia circular e da produção sustentável (Brown, 2018).

Entretanto, apesar dos benefícios ambientais, a adoção de bioplásticos ainda enfrenta resistência em alguns setores industriais, sobretudo devido a limitações técnicas e econômicas. Questões relacionadas à durabilidade, estabilidade térmica e compatibilidade com processos industriais existentes ainda demandam avanços tecnológicos (Garcia, 2020).

Outro desafio importante refere-se à competição por uso da terra, uma vez que parte das matérias-primas utilizadas na produção de bioplásticos é oriunda de culturas agrícolas. Esse fator levanta debates sobre segurança alimentar e uso sustentável do solo, exigindo planejamento e políticas públicas adequadas (Koehler, 2019).

Ainda assim, os avanços científicos têm demonstrado que a integração entre biotecnologia, agricultura sustentável e inovação industrial pode minimizar tais impactos. O uso de resíduos agrícolas e biomassas não alimentares surge como uma alternativa promissora para contornar essas limitações (Johnson, 2019).

Dessa forma, a biotecnologia verde se apresenta como um pilar fundamental para a substituição gradual dos plásticos convencionais, promovendo uma transição para materiais mais sustentáveis e compatíveis com os princípios da economia circular (Koehler, 2019).

O Papel dos Microrganismos e das Enzimas na Síntese, Reciclagem e Biodegradação de Bioplásticos

Os microrganismos desempenham papel central no avanço da biotecnologia verde, especialmente no que se refere à produção e à degradação de bioplásticos. Bactérias e fungos possuem capacidade metabólica para sintetizar biopolímeros naturais, como os polihidroxialcanoatos (PHAs), que apresentam propriedades semelhantes aos plásticos convencionais (Lima et al., 2025).

Esses microrganismos podem ser cultivados em biorreatores, utilizando substratos renováveis ou resíduos orgânicos como fonte de carbono. Tal característica contribui para a redução de custos e para o aproveitamento de materiais que, de outra forma, seriam descartados, fortalecendo os princípios da economia circular (Brown, 2018).

Além da síntese, microrganismos são fundamentais nos processos de biodegradação de bioplásticos. Diferentemente dos plásticos tradicionais, os bioplásticos podem ser decompostos por ação biológica, resultando em compostos simples, como água, dióxido de carbono e biomassa, reduzindo o acúmulo de resíduos no ambiente (Costa; Diniz, 2018).

As enzimas produzidas por esses microrganismos são responsáveis por catalisar reações químicas específicas, acelerando tanto a produção quanto a degradação dos biopolímeros. Enzimas como lipases, esterases e cutinases têm sido amplamente estudadas por sua eficiência na quebra de cadeias poliméricas (Brown, 2018).

No contexto da reciclagem, as enzimas possibilitam processos mais seletivos e eficientes, permitindo a recuperação de monômeros a partir de bioplásticos usados. Essa abordagem enzimática apresenta vantagens em relação aos métodos convencionais, por demandar menos energia e gerar menos resíduos tóxicos (Brown, 2018).

A aplicação de enzimas também contribui para a criação de ciclos fechados de produção, nos quais os materiais retornam ao sistema produtivo após o uso, caracterizando um modelo verdadeiramente circular. Esse processo reduz a necessidade de novas matérias-primas e diminui os impactos ambientais associados à extração de recursos naturais (Gusmão et al., 2017).

Entretanto, a eficiência das enzimas depende de fatores como temperatura, pH e composição do material a ser degradado. A otimização dessas condições é essencial para garantir a viabilidade técnica e econômica dos processos biotecnológicos (Brown, 2018).

Outro desafio refere-se à estabilidade e ao custo das enzimas em escala industrial. Apesar dos avanços na engenharia enzimática, ainda é necessário investir em pesquisas que tornem esses biocatalisadores mais resistentes e acessíveis para uso em larga escala (Brown, 2018).

A engenharia genética tem contribuído significativamente para esse avanço, permitindo o desenvolvimento de microrganismos e enzimas com maior eficiência e especificidade. Essas inovações ampliam o potencial da biotecnologia verde na gestão sustentável de materiais (Lima et al., 2025).

Assim, a atuação conjunta de microrganismos e enzimas configura-se como um dos principais motores da biotecnologia verde, viabilizando a produção, reciclagem e biodegradação de bioplásticos de forma ambientalmente responsável (Barba; Santos, 2020).

Plantas, Biomassa e os Desafios para a Consolidação da Economia Circular

As plantas constituem a principal fonte de biomassa utilizada na produção de biopolímeros, desempenhando papel estratégico na biotecnologia verde. Por meio da fotossíntese, elas convertem energia solar em matéria orgânica, fornecendo recursos renováveis essenciais para a produção de bioplásticos (Smith, 2021).

A utilização de plantas como fonte de matéria-prima contribui para a redução da dependência de combustíveis fósseis e para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, culturas específicas podem ser desenvolvidas para maximizar a produção de biomassa com menor impacto ambiental (Oliveira; Ferreira, 2020).

)Resíduos vegetais, como palha, bagaço e cascas, também têm sido amplamente explorados como alternativas sustentáveis para a produção de biopolímeros. O aproveitamento desses resíduos agrega valor econômico e reduz o volume de materiais descartados no ambiente (Nodari; Guerra, 2015).

A engenharia genética vegetal tem ampliado as possibilidades de desenvolvimento de plantas capazes de produzir biopolímeros diretamente em seus tecidos. Essa abordagem pode reduzir etapas do processo produtivo, tornando a fabricação de bioplásticos mais eficiente e econômica (Brown, 2018).

Apesar do potencial das plantas na biotecnologia verde, desafios relacionados à produtividade, ao uso do solo e à variabilidade climática ainda precisam ser enfrentados. A dependência de condições ambientais pode impactar a regularidade do fornecimento de biomassa (Oliveira; Bareato, 2018).

Outro entrave importante refere-se ao custo de produção dos bioplásticos em comparação aos plásticos convencionais. Mesmo com avanços tecnológicos, a competitividade econômica ainda representa um desafio para a ampla adoção desses materiais (Da Silva; Malta, 2016).

A economia circular propõe a integração de todos os elos da cadeia produtiva, desde a obtenção da biomassa até o descarte e reaproveitamento dos materiais. Nesse sentido, a combinação entre plantas, microrganismos e enzimas mostra-se essencial para otimizar processos e reduzir desperdícios (Nodari; Guerra, 2015).

Políticas públicas e incentivos governamentais desempenham papel fundamental na superação desses desafios, promovendo investimentos em pesquisa, inovação e infraestrutura. O apoio institucional pode acelerar a transição para modelos produtivos mais sustentáveis (Lima et al., 2025).

Além disso, a conscientização social e o engajamento do setor produtivo são elementos-chave para a consolidação da economia circular baseada na biotecnologia verde. A aceitação dos bioplásticos pelo mercado depende tanto de sua eficiência quanto de sua viabilidade econômica (Lima et al., 2025; Lima et al., 2024; Lima et al., 2024).

Dessa forma, embora existam desafios significativos, a integração entre biotecnologia verde, uso de plantas e economia circular apresenta-se como uma estratégia promissora para a construção de sistemas produtivos mais sustentáveis, resilientes e alinhados às demandas ambientais contemporâneas (Costa; Diniz, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste estudo evidenciam que a biotecnologia verde desempenha papel fundamental na promoção de modelos produtivos mais sustentáveis, especialmente por meio do desenvolvimento e da aplicação de bioplásticos e de processos enzimáticos alinhados aos princípios da economia circular. Os resultados analisados demonstram que a substituição dos plásticos convencionais derivados do petróleo por materiais oriundos de fontes renováveis, como amido, celulose e óleos vegetais, representa um avanço significativo na mitigação dos impactos

ambientais associados ao acúmulo de resíduos plásticos.

Verificou-se que microrganismos e enzimas são elementos centrais nesse processo, atuando tanto na síntese quanto na biodegradação e reciclagem de bioplásticos. A ação enzimática possibilita processos mais eficientes, seletivos e menos poluentes, contribuindo para ciclos produtivos fechados e para a redução da dependência de matérias-primas virgens. Além disso, o uso de bactérias e fungos na biodegradação desses materiais reforça o potencial da biotecnologia verde como solução ambientalmente responsável.

As plantas, enquanto fontes primárias de biomassa, destacam-se como recursos estratégicos para a produção de biopolímeros, ampliando as possibilidades de inovação tecnológica e redução de custos a longo prazo. O aproveitamento de resíduos vegetais e o desenvolvimento de culturas específicas para fins industriais evidenciam o potencial de integração entre agricultura sustentável e indústria biotecnológica, fortalecendo a economia circular.

Entretanto, o estudo também aponta desafios relevantes que ainda limitam a consolidação dessas tecnologias, como a escala de produção, os custos elevados, a eficiência dos processos biotecnológicos e a necessidade de maior infraestrutura industrial. Esses obstáculos reforçam a importância de investimentos contínuos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, bem como de políticas públicas que incentivem a adoção de tecnologias sustentáveis.

Dessa forma, conclui-se que a integração entre biotecnologia verde, bioplásticos, microrganismos, enzimas e biomassa vegetal é promissora e essencial para a transição de um modelo econômico linear para um modelo circular. O fortalecimento dessas estratégias pode contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais, o uso racional dos recursos naturais e a construção de sistemas produtivos mais sustentáveis e resilientes, alinhados às demandas ambientais e sociais contemporâneas.

REFERÊNCIAS

BARBA, Romina Ysabel Bazán; SANTOS, Nivaldo dos. A Bioeconomia no século XXI: Reflexões sobre Biotecnologia e Sustentabilidade no Brasil. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, v. 6, n. 2, p. 26-42, 2020.

BROWN, E. *Desafios Éticos e Regulatórios na Biotecnologia Verde*. Editora ÉticaBio, 2018.

COSTA, S.; DINIZ, D. Clonagem, Mídia e Bioética. In: COSTA, S.; DINIZ, D. DA SILVA OLIVEIRA, Ana Carolina; BAREATO, Larissa Priscilla Passos Junqueira Reis. *Caleidoscópio da biotecnologia*. CIPEEX, v. 2, p. 2963-2978, 2018.

DA SILVA, Camila Joyce Alves; DO NASCIMENTO MALTA, Diana Jussara. A importância dos fungos na biotecnologia. Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-PERNAMBUCO, v. 2, n. 3, p. 49-49, 2016.

DE MEIRA GUSMÃO, Alexandre Oliveira; DA SILVA, Antonio Rodrigues; MEDEIROS, Mauro Osvaldo. A biotecnologia e os avanços da sociedade. Biodiversidade, v. 16, n. 1, 2017.

FIGUEIREDO, Luciana Harumi Morimoto. Biotecnologia e biodiversidade agropecuária: panorama patentário e oportunidades para a região Centro-Oeste. 2018.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; DIAFÉRIA, Adriana. Biodiversidade, patrimônio genético e biotecnologia no Direito Ambiental. Saraiva Educação SA, 2017.

GARCIA, M. Culturas Transgênicas: Uma Abordagem para a Agricultura do Futuro. Editora SustentaCresce, 2020.

JOHNSON, P. Biotecnologia Verde e Bioenergia: Caminhos para a Sustentabilidade Ambiental. Editora BioEnerTech, 2019.

KOEHLER, Juliana. O regime global de biodiversidade e a conservação de recursos genéticos por agricultores familiares. 2019.

LIMA, L. A. de O.; MANGONI, S. S.; VELEZ, W. M.; FILHO, C. R. C.; SANTOS, M. E. dos; BRITO, I. L. P.; RODRIGUES, P. D.; SOARES, A. R. N. Meio Ambiente, Sustentabilidade e ESG: A Importância da Gestão Socioambiental para a Governança Ambiental, Social e Corporativa. Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.], v. 16, n. 9, p. e5247, 2025. DOI: 10.7769/gesec.v16i9.5247.

LIMA, L. A. de O.; JAHNKE, J. F.; JESUS, E. L. de; PEREIRA, R.; RIBEIRO, C. M. G.; PEDRO, A. M. Tecnologias de Informação e Comunicação na Globalização: Conexões, Desigualdades e Transformações Socioculturais. Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.], v. 16, n. 8, p. e5222, 2025. DOI: 10.7769/gesec.v16i8.5222.

LIMA, L. A. de O.; BERNARDY, T. A. dos S.; BALDISSARELLI, J. M.; CERQUEIRA, H. de G.; BRITO, J. R. L.; GOMES, M. O.; CAMPOS, D. F. Gestão Socioambiental, Marketing Verde e Legislação: o Papel do Regulamento Jurídico no Combate às Práticas de Greenwashing nas Organizações. Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.], v. 16, n. 7, p. e5145, 2025. DOI: 10.7769/gesec.v16i7.5145.

LIMA, L. A. de O.; BERNARDY, T. A. dos S.; BALDISSARELLI, J. M.; CERQUEIRA, H. de G.; BRITO, J. R. L.; GOMES, M. O.; CAMPOS, D. F. Gestão Socioambiental, Marketing Verde e Legislação: o Papel do Regulamento Jurídico no Combate às Práticas de Greenwashing nas Organizações. Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.], v. 16, n. 7, p. e5145, 2025. DOI: 10.7769/gesec.v16i7.5145.

LIMA, L. A. de O.; DOMINGUES JUNIOR, P. L. GOMES, O. V. de O. SAÚDE OCUPACIONAL E QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO DE CATADORES DE RECICLÁVEIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. Revista CPAQV - Centro de Pesquisas

Avançadas em Qualidade de Vida , [S. l.], v. 17, n. 2, p. 9, 2025. DOI: 10.36692/V17N2-93R

LIMA, L. A. de O.; SANTOS, A. F. dos; NUNES, M. M.; SILVA, I. B. da; GOMES, V. M. M. da S.; BUSTO, M. de O.; OLIVEIRA, M. A. M. L. de; JOÃO, B. do N. Sustainable Management Practices: Green Marketing as A Source for Organizational Competitive Advantage. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 18, n. 4, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n4-087.

LIMA, L. A. de O.; SILVA, J. M. S. da; SANTOS, A. de O.; MARQUES, F. R. V.; LEÃO, A. P. da S.; CARVALHO, M. da C. L.; ESTEVAM, S. M.; FERREIRA, A. B. S. The Influence of Green Marketing on Consumer Purchase Intention: a Systematic Review. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 18, n. 3, p. e05249, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n3-084.

NODARI, Rubens Onofre; GUERRA, Miguel Pedro. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. *Estudos avançados*, v. 29, p. 183-207, 2015.

OLIVEIRA, Alessandro; FERREIRA, Bruno. Biotecnologia aliada da agricultura e na produtividade da soja. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT N*, v. 2, 2020.

SMITH, A. *Biotecnologia Verde: Avanços na Agricultura Sustentável*. Editora AgroVerde, 2021.