

16º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2025

Identificação de áreas com potencial para o processo de biodestoca na Região Imediata de Avaré através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto

JOÃO VITOR COSTA VEIGA¹, RODRIGO WIENSKOSKI ARAÚJO²

¹ Graduando em Bacharelado em Engenharia de Biossistemas, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Avaré, joao.veiga@aluno.ifsp.edu.br.

² Orientador Docente em Engenharia de Biossistemas, IFSP, Câmpus Avaré, rodrigo.araujo@ifsp.edu.br
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 5.02.05.04-8 Recuperação de Áreas Degradadas

RESUMO: A produção florestal do Brasil (florestas plantadas) é uma importante atividade econômica no país. Contudo, essa prática pode gerar impactos ambientais, e após o corte das toras, os tocos e as raízes podem se tornar um obstáculo para novas plantações. O objetivo desta pesquisa é identificar, na Região Imediata de Avaré (RIA), as áreas de eucalipto que potencialmente podem receber a técnica de destoca biológica com cogumelos. A metodologia envolve o levantamento e cruzamento de dados climáticos e de uso da terra por meio de geoprocessamento. Até o momento, foram consolidados os mapas de silvicultura e as variáveis macroclimáticas da região, indicando que a RIA apresenta condições climáticas desafiadoras para o cultivo de *Lentinula edodes* (Shiitake) e *Ganoderma lucidum* (Reishi). Esses resultados preliminares reforçam a importância de análises complementares e ajustes metodológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Destoca Biológica; Eucalipto; Fungos Lignocelulolíticos; Geoprocessamento.

"Identification of Areas with Potential for the Biodestumping Process in the Immediate Region of Avaré through Geoprocessing and Remote Sensing Techniques".

ABSTRACT: Forestry production in Brazil (planted forests) is an important economic activity in the country. However, this practice can generate environmental impacts, and after the logs are cut, the stumps and roots can become an obstacle to new plantations. The objective of this research is to identify, in the Immediate Region of Avaré (RIA), eucalyptus areas that could potentially receive the biological destumping technique using mushrooms. The methodology involves collecting and cross-referencing climatic and land-use data through geoprocessing. So far, forestry maps and the region's macroclimatic variables have been consolidated, indicating that the RIA presents challenging climatic conditions for the cultivation of *Lentinula edodes* (Shiitake) and *Ganoderma lucidum* (Reishi). These preliminary results highlight the importance of complementary analyses and methodological adjustments.

KEYWORDS: Biological Stump Removal; Eucalyptus; Lignocellulolytic Fungi; Geoprocessing.

INTRODUÇÃO

A expansão da silvicultura no Brasil, especialmente com espécies do gênero *Eucalyptus*, trouxe consigo desafios relacionados à renovação dos plantios, como a presença de tocos remanescentes, cuja decomposição natural pode levar até 25 anos (Onofre e Furtado, 2001, apud Andrade et al., 2012). A remoção mecânica desses tocos, embora eficaz, é onerosa, destrutiva ao solo

e incompatível com práticas sustentáveis de manejo (Andrade et al., 2012). Frente a esse cenário, a destoca biológica surge como alternativa promissora, utilizando fungos lignocelulolíticos — em especial espécies dos gêneros *Ganoderma* e *Pycnoporus* — que demonstraram elevada eficiência na degradação da madeira de *Eucalyptus* spp. em campo e laboratório (Loyd et al., 2018; Silva et al., 2019). As Regiões Imediatas correspondem a unidades territoriais formadas por municípios com forte integração socioeconômica e deslocamentos cotidianos para serviços e comércio. A Região Imediata de Avaré abrange municípios do centro-sul paulista com relevância agroflorestal, o que justifica sua escolha para este estudo (IBGE, 2017).

O objetivo geral da pesquisa é identificar, na Região Imediata de Avaré, as áreas de eucalipto que potencialmente podem receber a técnica de destoca biológica com cogumelos para consumo ou comercialização. Desta forma, contribuindo para o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e ODS 12 (Consumo e Produção Sustentável). Já os objetivos específicos são: compilar dados ambientais (principalmente clima) da Região Imediata de Avaré que influenciam na produção de cogumelos; mapear, com auxílio de imagens de satélite, as áreas de eucalipto na Região Imediata de Avaré; produzir mapas das áreas potenciais para implementação da destoca biológica na Região Imediata de Avaré e; elaborar um banco de dados geográficos com os dados produzidos e coletados ao longo da pesquisa.

A hipótese deste trabalho é que, por meio de análise ambiental e climática aplicada ao geoprocessamento, é possível identificar áreas com maior aptidão para a aplicação da biodestoca, favorecendo a atuação fúngica e a eficiência do processo. Assim, o presente estudo tem como objetivo mapear tais áreas na Região Imediata de Avaré, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e dados geoespaciais para subsidiar futuras aplicações práticas. Além de apoiar a adoção de práticas mais sustentáveis, espera-se que os resultados contribuam com produtores locais, otimizando o uso do solo e reduzindo os impactos ambientais associados à destoca convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi dividido em pelo menos três momentos distintos, a primeira parte consistiu no levantamento de dados (cartográficos, tabulares e imagens de satélite) sobre a Região Imediata de Avaré. Para tanto, foi necessário realizar pesquisas nos acervos de instituições relacionadas ao tema, como por exemplo, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A segunda etapa, processo de organização e cruzamento de informações georreferenciadas, consistiu no tratamento dos dados em software de geoprocessamento disponível nos laboratórios de informática do Campus Avaré do IFSP. Nesse processo foi constituído o banco de dados geográfico do projeto, um conjunto de informações conforme um modelo estrutural, que garante a segurança e veracidade das informações utilizadas. Os dados quando inseridos nesse formato são protegidos contra alterações não intencionais ou de inclusão acidental de inconsistências. Além disso, a constituição de um banco de dados geográfico permite que as informações sejam disponibilizadas para outras pesquisas de forma ágil e segura. Com essas informações a equipe deve produzir os mapas temáticos da pesquisa.

Atualmente a pesquisa se encontra na terceira etapa, consolidação dos resultados, quando a equipe busca cruzar as informações físicas/climáticas com as áreas de plantio de eucalipto na Região Imediata de Avaré e fazer uma análise crítica para indicar quais são as áreas potenciais na região para a aplicação da biodestoca. Também será nessa etapa que deve ocorrer a produção do material técnico que deverá ser divulgado em revista e/ou evento científico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os principais cogumelos para atividades comerciais está o Shiitake (*Lentinula edodes*) e Reishi (*Ganoderma lucidum*). Assim, foi necessário entender quais seriam as condições climáticas ideais para o cultivo dessas espécies. A busca focalizou nas variáveis macroclimáticas que seriam essenciais para o cultivo, são elas: temperatura, umidade e fotoperíodo. Contudo, foi importante separar essas condições ambientais de acordo com as diferentes fases de desenvolvimento dos cogumelos. O resultado desse levantamento é observado no Quadro 1 que sintetiza estes dados encontrados para a facilitação no processo de cruzamento de informações.

QUADRO 1. Informações de variáveis ambientais do cogumelo Shiitake e Reishi.

SHIITAKE (<i>Lentinula edodes</i>)				
FASE DE DESENVOLVIMENTO	TEMPERATURA	UMIDADE	FOTOPERÍODO	DESENVOLVIMENTO
MICÉLIO	24 - 27 °C	58 - 62%	Não suporta luz direta	2 - 6 Meses (a depender das condições ambientais)
FRUTIFICAÇÃO	8 - 16 °C	80 - 90%	Luz difusa	7 - 15 dias (Com micélio bem estabelecido e passando por um choque térmico)
REISHI (<i>Ganoderma lucidum</i>)				
FASE DE DESENVOLVIMENTO	TEMPERATURA	UMIDADE	FOTOPERÍODO	DESENVOLVIMENTO
MICÉLIO	24 - 30 °C	60 - 70%	Ambiente sombreado, pouca luminosidade (30% luz e 70% escuro)	2 - 6 Meses (a depender das condições ambientais)
FRUTIFICAÇÃO	20 - 25 °C	80 - 90%	Ambiente sombreado, pouca luminosidade (30% luz e 70% escuro)	7 - 15 dias (Com micélio bem estabelecido e passando por um choque térmico)

Na sequência foi necessário buscar informações sobre as áreas de cultivo de eucalipto na RIA. Na tentativa de encontrar mapas de produtividade georreferenciados a equipe explorou o portal eletrônico “MapBiomass”. Após analisar as informações foi detectado que a ferramenta “MapBiomass Collection Oficial” era compatível com o QGIS. Com essas informações foi possível produzir o mapa de áreas de silvicultura da RIA, que está disponível na Figura 1.

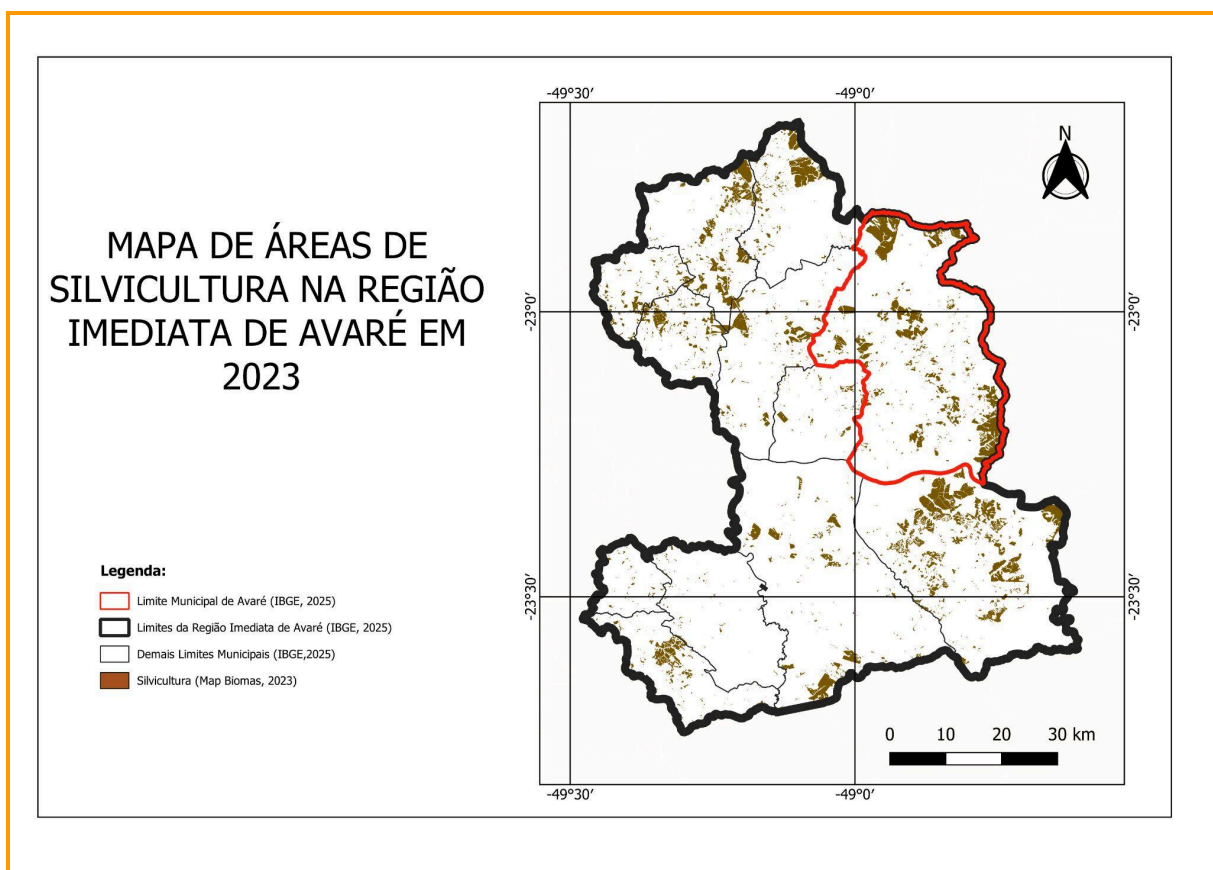
O próximo passo da pesquisa foi buscar as informações macroclimáticas da Região Imediata de Avaré e identificar se o cultivo de cogumelos (Shiitake e Reishi) seria viável na região. Usando as ferramentas de seleção (“Selecionar por localização”) disponíveis no software QGIS (versão 3.28.15) foram selecionadas as estações que estavam no máximo a 50 quilômetros de distância dos municípios da RIA, são elas: A725 (Avaré - SP); A741 (Barra Bonita - SP); A705 (Bauru - SP); A714 (Itapeva - SP); A821 (Joaquim Távora - PR); A716 (Ourinhos - SP).

A busca gerou uma grande quantidade de informações climáticas em formato de tabelas. E, após uma primeira análise, foi identificado que muitos dados estavam incompletos, aparentemente porque as estações ficam desativadas por algumas horas, às vezes até dias. Assim, a pesquisa optou por

concluir a tabulação dos dados, mas reservou essas informações para um próximo momento, visto que seria necessário complementar (com ferramentas estatísticas) os dados faltantes.

Para não interromper o processo de análise a equipe passou a trabalhar com os mapas das normais climatológicas (1990-2020) do Brasil, informações que estão disponíveis no portal eletrônico do INMET. Todos os mapas encontrados foram salvos em formato “.jpg” e posteriormente georreferenciados no QGIS.

FIGURA 1. Mapa de áreas de silvicultura na Região Imediata de Avaré em 2023.



Com a consolidação dos dados iniciais, foi possível observar que a Região Imediata de Avaré apresenta condições de temperatura e umidade próximas ao limite inferior de tolerância para o cultivo de *Ganoderma lucidum* e *Lentinula edodes*. Esses achados estão de acordo com os resultados observados por Silva et al. (2019), que destacaram a sensibilidade dessas espécies a variações térmicas superiores a 28 °C. Por outro lado, Andrade et al. (2012) ressaltam que a escolha de espécies adaptadas localmente pode aumentar a eficiência da biodegradação de tocos. Assim, os resultados obtidos até o momento reforçam a necessidade de seleção de linhagens regionais e de análises complementares de microclima para viabilizar o processo de biodegradação em condições tropicais.

CONCLUSÕES

A pesquisa está em fase inicial de desenvolvimento, pois até o momento foi possível apenas coletar e organizar uma série de dados e analisar de forma superficial as informações produzidas. Contudo, já é perceptível que é preciso ir além das variáveis iniciais pensadas. As condições climáticas da RIA são extremamente desafiadoras para a produção de cogumelos shiitake e reishi.

Além disso, alguns desafios foram percebidos rapidamente, como a dificuldade de trabalhar os dados tabulares do INMET, que necessitam de complementação estatística mais complexa. Por esse motivo, a ideia inicial foi modificada, mas não completamente abandonada. A equipe optou por finalizar a organização dos dados tabulares das estações meteorológicas, mas reservar esses dados para futuras análises. Para seu lugar, foram usados os mapas consolidados das normais climatológicas do INMET (anos 1990-2020), dados importantes, mas que foram consolidados pensando no território nacional.

A pesquisa tem conseguido articular os conhecimentos absorvidos ao longo do curso de Bacharelado em Engenharia de Biosistemas, principalmente com as disciplinas de geoprocessamento, hidrologia e climatologia. Com o desenvolvimento do ano espera-se que seja possível avançar nos objetivos traçados e que seja viável disseminar os conhecimentos construídos com a comunidade do entorno da Região Imediata de Avaré.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Autor 1 responsável pelo levantamento, compilação e análise dos dados. Autor 2 responsável pela análise dos dados e revisão. Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP Campus Avaré) que garantiu todos os recursos para o andamento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. A. **Degradação de tocos de Eucalyptus grandis por fungos**. 2003.

ANDRADE, F. A. *et al.* **Selection of fungi for accelerated decay in stumps of Eucalyptus spp.** Bioresource Technology, v. 110, p. 456-461, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde**. 3. ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2017.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisao-regional-do-brasil.html>. Acesso em 25 de setembro de 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília, DF: INMET, 2025. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em 25 de setembro de 2025.

LOYD, A. L. *et al.* **Elucidating wood decomposition by four species of Ganoderma from the United States**. Fungal Biology, v. 122, p. 254–263, 2018.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. São Paulo: MapBiomas, 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em 25 de setembro de 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System [programa de computador]**. Versão 3.40.4. Bonn: QGIS Association, 2025. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em 25 de setembro de 2025.