Julio Onesio Ferreira Melo
Ana Luiza Coeli Cruz Ramos
Camila Goncalves Rodrigues
Raquel Linhares Bello de Araujo
Vinícius Tadeu da Veiga Correia
Viviane Dias Medeiros Silva
Mauro Ramalho Silva
(Orgs.)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE



científica digital

CIENTÍFICA DIGITAL EDITORIAL LTDA
Barueri - São Paulo - Brasil
www.cientificadigital.org - contato@cientificadigital.org

Diagramação e Arte
Diego Santos
Diogo Lima
Imagens da Capa
Adobe Stock - 2026

Edição © 2026 Científica Digital
Texto © 2026 Os Autores
1ª Edição - 2026
Acesso Livre - Open Access

© COPYRIGHT - TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. A editora detém os direitos autorais sobre a edição e o projeto gráfico, enquanto os autores mantêm os direitos autorais de seus respectivos textos. Esta obra está licenciada sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, permitindo o download e compartilhamento integral ou parcial, desde que a fonte seja devidamente citada e os créditos atribuídos aos autores. É obrigatório que a obra permaneça em formato de Acesso Livre (Open Access), sem qualquer alteração. A catalogação em plataformas de acesso restrito ou com fins comerciais é estritamente proibida.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569

Ciências agrárias: ciência, tecnologia e sustentabilidade / Organização de Julio Onesio Ferreira Melo, Ana Luiza Coeli Cruz Ramos, Camila Goncalves Rodrigues, et al. – Barueri-SP: Científica Digital, 2026.

Outros organizadores: Raquel Linhares Bello de Araujo, Vinícius Tadeu Da Veiga Correia, Viviane Dias Medeiros Silva, Mauro Ramalho Silva.
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui Bibliografia
ISBN 978-65-6155-090-1
DOI 10.37885/978-65-6155-090-1

1. Ciências agrárias. I. Melo, Julio Onesio Ferreira (Organizador). II. Ramos, Ana Luiza Coeli Cruz (Organizadora). III. Rodrigues, Camila Goncalves (Organizadora). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Janaína Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático:
I. Ciências agrárias

E-BOOK
ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA
2026

Julio Onesio Ferreira Melo
Ana Luiza Coeli Cruz Ramos
Camila Goncalves Rodrigues
Raquel Linhares Bello de Araujo
Vinícius Tadeu da Veiga Correia
Viviane Dias Medeiros Silva
Mauro Ramalho Silva
(Orgs.)

Ciências Agrárias:
Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade

1ª EDIÇÃO

científica digital

2026 - BARUERI - SP

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. André Cutrim Carvalho
Prof. Dr. Antônio Marcos Mota Miranda
Profª. Ma. Auristela Correa Castro
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke
Profª. Dra. Caroline Nóbrega de Almeida
Profª. Dra. Clara Mockdece Neves
Profª. Dra. Claudia Maria Rinhel-Silva
Profª. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Prof. Dr. Cristiano Marins
Profª. Dra. Cristina Berger Fadel
Prof. Dr. Daniel Luciano Gevehr
Prof. Dr. Diogo da Silva Cardoso
Prof. Dr. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes
Prof. Dr. Fabricio Gomes Gonçalves
Profª. Dra. Fernanda Rezende
Prof. Dr. Flávio Aparecido de Almeida
Profª. Dra. Francine Náthalie Ferraresi Queluz
Profª. Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes
Prof. Dr. Humberto Costa
Prof. Dr. Joachin Melo Azevedo Neto
Prof. Dr. Jónata Ferreira de Moura
Prof. Dr. José Aderval Aragão
Prof. Me. Julianno Pizzano Ayoub
Prof. Dr. Leonardo Augusto Couto Finelli
Prof. Dr. Luiz Gonzaga Lapa Junior
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Profª. Dra. Maria Cristina Zago
Profª. Dra. Maria Otília Zangão
Prof. Dr. Mário Henrique Gomes
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes
Prof. Dr. Nelson J. Almeida
Prof. Dr. Pedro Afonso Cortez
Prof. Dr. Reinaldo Pacheco dos Santos
Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo
Profª. Dra. Rosenery Pimentel Nascimento
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin
Prof. Me. Silvio Almeida Junior
Profª. Dra. Thays Zigante Furlan Ribeiro
Prof. Dr. Wescley Viana Evangelista
Prof. Dr. Willian Carboni Viana
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Acesse a lista completa dos Membros do Conselho Editorial em www.editoracientifica.com.br/conselho

Parecer e revisão por pares
Os textos que compõem esta obra passaram por avaliação do Conselho Editorial e revisão por pares externos *(Peer Review)*, recebendo a devida recomendação para publicação.

Nota: Esta obra é fruto de um processo colaborativo, configurando-se como uma coletânea na qual os direitos autorais permanecem resguardados para os respectivos autores. Alguns capítulos podem ter origem em trabalhos anteriormente apresentados em eventos acadêmicos; no entanto, os autores foram orientados a adotar o devido rigor na prevenção do autoplágio. A responsabilidade pelo conteúdo de cada capítulo, assim como pela originalidade e integridade das informações publicadas, é inteiramente dos respectivos autores e autoras. O conteúdo da obra não reflete, necessariamente, a opinião da editora, dos organizadores ou dos membros do conselho editorial.

APRESENTAÇÃO

Esta obra resulta de um esforço colaborativo que reuniu professores, estudantes e pesquisadores, cujo engajamento qualificou as reflexões desenvolvidas neste espaço formativo. Fruto de iniciativas interinstitucionais de incentivo à pesquisa, o livro congrega especialistas de diversas áreas do conhecimento, vinculados a instituições de educação superior públicas e privadas, no Brasil e no exterior.

O objetivo central é fortalecer a integração entre instituições por meio de redes de pesquisa voltadas à formação continuada de profissionais da educação, promovendo a produção e a ampla disseminação do conhecimento.

Agradecemos aos autores pela dedicação e compromisso na construção desta obra, que se propõe a ser um recurso didático-pedagógico relevante para estudantes, docentes de diferentes níveis de ensino e demais interessados na temática.

Julio Onesio Ferreira Melo
Ana Luiza Coeli Cruz Ramos
Camila Goncalves Rodrigues
Raquel Linhares Bello de Araujo
Vinícius Tadeu Da Veiga Correia
Viviane Dias Medeiros Silva
Mauro Ramalho Silva

SUMÁRIO

Capítulo **01**

FEIRAS DE SEMENTES CRIOULAS COMO ESPAÇOS DE RESISTÊNCIA E RESILIÊNCIA FRENTE AOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Carmem Rejane Pacheco Porto; Julia Lolis; Ariely Romani dos Santos; Daiana Oliveira; Sara Evangelista do Vale

doi 10.37885/251120618 ..... **8**

Capítulo **02**

RESÍDUOS CÍTRICOS COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL: ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA NO DESENVOLVIMENTO INTESTINAL DE FRANGOS

Elísio Marques Almeida Júnior; Karine Costa Oliveira; Jéssica Cristina Alvarenga; Weslane Justina da Silva; Stéfane Alves Sampaio; Camila Ferreira Rezende; Wanderson Lopes dos Santos Freitas; Fabiana Ramos Dos Santos; Josilene Silva Sousa; Cibele Silva Minafra

doi 10.37885/251220726 ..... **20**

Capítulo **03**

CARACTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE SOLOS DE UMA ÁREA DE PRODUÇÃO DE VINHO NA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO

Marcos Gervasio Pereira; Otavio Augusto Queiroz dos Santos; Renato Sinquini de Souza; Victor Satiro de Medeiros

doi 10.37885/251220967 ..... **35**

Capítulo **04**

CONTRIBUIÇÕES DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA (2017-2024)

Paula Daniele Martins Moraes; Marcele Farias Pereira; Brenda Rayana Ferreira da Silva; Luana Cristina Gonçalves Ferreira; Monique Christie Araujo Braz; Rebeca da Rocha Rodrigues de Oliveira; Carla Maria da Costa Figueiredo; Luiz Rodrigues de Sena; José Rozendo de Lima Silva; Alexiane Alves Assunção

doi 10.37885/251220971 ..... **50**

Capítulo **05**

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS DE FRUTOS DO SEMIÁRIDO MINEIRO

Viviane Dias Medeiros Silva; Ana Luiza Coeli Cruz Ramos; Bruna Vieira Nunes; Lara Louzada Aguiar; Ana Luiza Santos Vieira; Gabriel Barbosa de Oliveira; André Mundombe Sinela; Delfina Fernandes Hlahwayo; Raquel Linhares Bello de Araújo; Julio Onesio-Ferreira Melo

doi 10.37885/251220976 ..... **66**

Capítulo **06**

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE BARUEIRO NATIVOS DO CERRADO MINEIRO

Camila Gonçalves Rodrigues; Caio Orlando Farias; Eduarda Marques Oliveira; Márcia Meira Lima; Vinicius Tadeu da Veiga Correia; Ana Carolina Fonseca e Silva; José Carlos Moraes Rufini; Lanamar de Almeida Carlos

doi 10.37885/260121110 ..... **81**

Capítulo **07**

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DO BAGAÇO DA LARANJA DOCE (*CITRUS SINENSIS*)

Jéssica Lucas Briskiewicz; Camila Gonçalves Rodrigues; Vinícius Tadeu da Veiga Correia; Kivea Ferreira Assis; Lanamar de Almeida Carlos; José Carlos Moraes Rufini

doi 10.37885/260121116 ..... **93**

Capítulo **08**

DETECÇÃO E ESTIMATIVA DE CARBONO EM INVENTÁRIO FLORESTAL: APLICAÇÃO DA ANÁLISE DISCRIMINANTE

Vanessa Durante Polonio; Zacarias Xavier de Barros; Bruna Soares Xavier de Barros

doi 10.37885/260421691 ..... **105**

SOBRE OS ORGANIZADORES **120**

ÍNDICE REMISSIVO **123**

SUMÁRIO

01

FEIRAS DE SEMENTES CRIOULAS COMO ESPAÇOS DE RESISTÊNCIA E RESILIÊNCIA FRENTE AOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Carmem Rejane Pacheco Porto
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Julia Lolis
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Ariely Romani dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Daiana Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Sara Evangelista do Vale
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

10.37885/251120618

RESUMO

O estudo analisa a 11ª Feira Estadual de Sementes Crioulas e Tecnologias e Populares de Canguçu-RS, que ocorreu nos dias 7 e 8 de outubro de 2023, destacando seu papel na conservação da agrobiodiversidade e no fortalecimento da agricultura familiar. Por meio de abordagem qualitativa, foram coletados dados de 82 expositores por questionários, observação e conversas informais. A maioria dos participantes pertence a comunidades tradicionais, assentamentos de reforma agrária e quilombolas, preservando práticas sustentáveis e promovendo a autonomia produtiva. As sementes crioulas se mostram estratégicas para a conservação da diversidade genética, resistência e circulação de saberes locais. Contudo, o acesso limitado às políticas públicas evidencia lacunas no apoio governamental, comprometendo crédito e assistência técnica. A feira se consolida como espaço de resistência cultural, promoção da sustentabilidade e construção de sistemas agrícolas resilientes e socialmente inclusivos.

Palavras-chave: Agrobiodiversidade; Agricultura Familiar; Feirantes; Práticas Sustentáveis; Sementes Crioulas.

INTRODUÇÃO

A Feira Estadual das Sementes Crioulas e Tecnologias Populares é fruto do trabalho conjunto da Cooperativa UNIÃO com diversas instituições e organizações locais e regionais, como: a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), o Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (CAPA), a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Universidade Federal de Pelotas (UFPel) que defendem a sustentabilidade e buscam alternativas para o espaço rural em harmonia com o meio ambiente. O evento promove exposições, palestras e encontros que favorecem o intercâmbio de saberes entre agricultores(as), extensionistas, pesquisadores(as), professores(as) e estudantes, contribuindo para a conservação da agrobiodiversidade, e sobretudo, para a multiplicação e preservação das sementes crioulas, e a promoção de uma agricultura sustentável.

O território da zona sul do estado do Rio Grande do Sul apresenta uma realidade marcada pela presença significativa da agricultura familiar, da agroecologia e do uso de sementes crioulas. Essas diferentes agriculturas - marcadas por uma diversidade étnica significativa - e demais elementos são fundamentais para a soberania do conjunto da agricultura familiar e desempenham um papel crucial na região, contribuindo para o desenvolvimento, preservação da cultura local e promoção da segurança e soberania alimentar.

A agricultura familiar é base econômica e social importante do território. As unidades produtivas familiares representam uma parcela significativa da produção agrícola regional, segundo o Portal da Cidadania (BRASIL, 2010) o território da zona sul do RS possui cerca de 32.160 agricultores familiares, 3.615 famílias assentadas e 32 comunidades quilombolas, garantindo o abastecimento de alimentos frescos e saudáveis para a população local, e para outros mercados. Além disso, a agricultura familiar contribui para a geração de emprego e renda no campo, fortalecendo as comunidades rurais e evitando o êxodo rural.

As sementes crioulas têm um papel de destaque na agricultura familiar e na agroecologia, pois "esses materiais por não terem sido geneticamente modificados, possuem maior variabilidade genética e a seleção ao longo do tempo resultou em diferentes formas, tamanhos e cores." (LIMA e FORTI, 2020, p. 4). Além disso, apresentam resistência a insetos indesejados e doenças (fatores

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

ainda mais intensificados com as mudanças climáticas), e fortalecem a autonomia dos agricultores, permitindo-lhes produzir, armazenar e trocar sementes.

> Os mercados de produtos agrícolas provenientes de vários sistemas de produção (orgânicos, agroecológicos, ecológicos, biodinâmicos) da agricultura familiar enfrentam controvérsias quanto a seu fortalecimento em comparação com modelos de produção que seguem as premissas da agricultura convencional. (PACHECO-PORTO e CHUQUILLANQUE, 2021, p. 141)

Nesse sentido, destaca-se a relevância das feiras, reconhecidas não apenas para o abastecimento de alimentos frescos, mas também como espaços de socialização, solidariedade, troca de conhecimentos e expressão cultural. Desta forma, atuam como espaços "[...] de resistência dos pequenos agricultores frente ao avanço do agronegócio e comercialização em larga escala" (CHUQUILLANQUE *et al,* 2018, p. 321).

Além de sua dimensão social e cultural, a feira estimula a circulação e a multiplicação de uma ampla variedade de sementes, fortalecendo a agrobiodiversidade e o comércio local, evitando a dependência de sementes das grandes empresas e estimulando a autonomia do agricultor.

MÉTODO

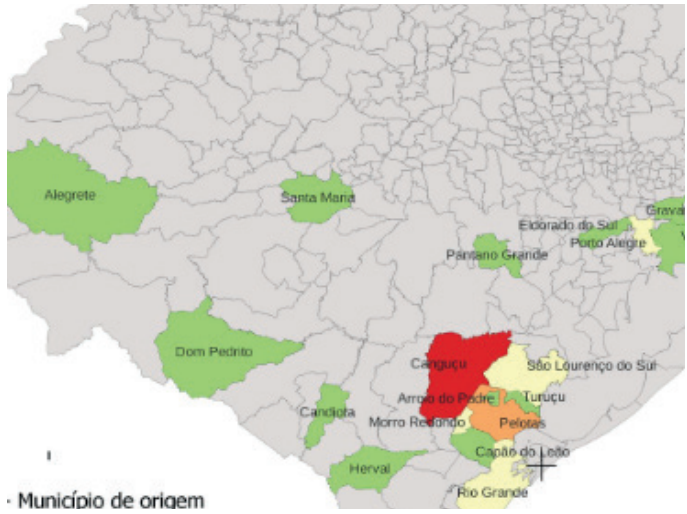
O método adotado foi qualitativo em Gody (1995), com abordagem de estudo de caso, visando analisar uma unidade social específica de forma exploratória e descritiva. A coleta de dados ocorreu na 11ª Feira Estadual de Sementes Crioulas e Tecnologias Populares de Canguçu-RS, entre 07 e 08 de outubro de 2023. Por meio de 82 questionários com 6 blocos de questões sobre identificação, origem da propriedade, características da família, características da produção, feira e atividades e política públicas esses se subdividem para contemplar a identificação e a caracterização dos expositores. Nos questionários aplicados, constava um termo de consentimento livre e esclarecido no qual os respondentes assinavam consentindo a pesquisa e divulgação. Além da aplicação dos questionários, durante os dois dias de feira houve observações e conversas informais. As informações coletadas foram posteriormente

sistematizadas e analisadas em laboratório na Universidade Federal do Rio Grande, *campus* de São Lourenço do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Zona Sul do Rio Grande do Sul, no município de Canguçu, realiza-se desde 2002 a Feira Estadual de Sementes Crioulas e Tecnologias Populares. O evento conta com a participação de agricultores, técnicos e pesquisadores de diferentes estados da federação, bem como de países do Mercosul e da América Latina. Entre 2002 e 2021, as dez edições realizadas reuniram um público total de aproximadamente 120 mil pessoas. Já em sua 11ª edição, ocorrida em 2023, a Feira recebeu cerca de 8 mil visitantes.

Figura 1 - Expositores participantes por município do Estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Trentin (2023)

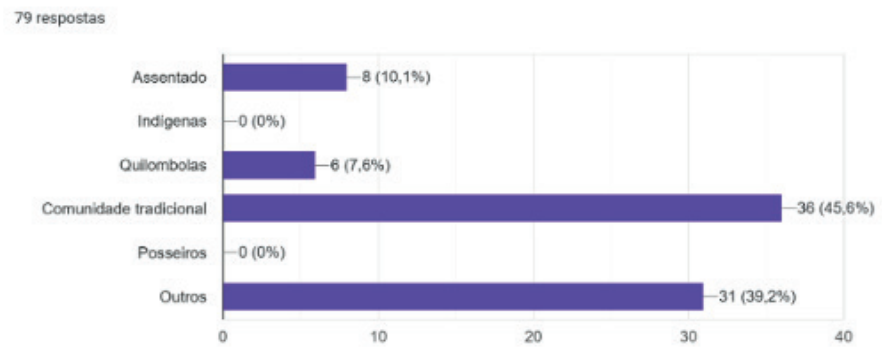
Trata-se nessa pesquisa da identificação e caracterização dos expositores da feira. O mapa da Figura 1 ilustra a distribuição geográfica dos expositores por município, evidenciando a predominância de representantes oriundos da metade Sul do estado do Rio Grande do Sul. Um outro ponto importante que chama atenção é o grande número de pessoas pertencentes às faixas etárias entre 30 e 54 anos. Pode-se observar que os jovens, de até 34 anos, constituem

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

apenas 34,2% dos feirantes. É possível traçar um paralelo entre esta informação e a diminuição das políticas públicas, pois a mesma possui forte influência no êxodo rural por parte dos jovens. Temos o ainda recorrente discurso de que os jovens precisam buscar um "futuro promissor" que só a zona urbana pode oferecer, o que expulsa os jovens do campo e traz um peso maior para os demais membros da família que permanecem, além de diminuir a possibilidade de sucessão familiar.

A escolaridade dos expositores apresenta dados interessantes, em que cerca de 63,8% dos expositores possuem escolaridade de ensino básico. Quando analisados por nível de escolaridade, considerando ensino fundamental e médio, separadamente, os resultados indicam que 33,8% da amostra possui somente o ensino fundamental, e que 30% deles cursaram o ensino médio. Os expositores que possuem escolaridade de nível superior representam 36,3% da amostra.

Gráfico 1. Como se identificam os expositores da 11ª Feira de Sementes Crioulas e Tecnologias Populares de Canguçu-RS

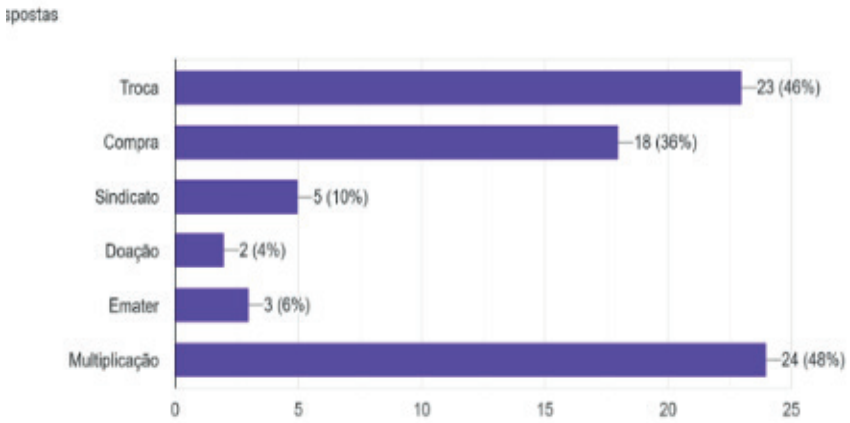


Fonte: PORTO *et al* (2023)

De acordo com o gráfico 1, grande parte dos expositores se identificam como pertencentes a "comunidades tradicionais" e a categoria "outros"; a porcentagem restante engloba "assentamentos" e "quilombolas". As dissecções dos participantes entre grupos sociais revelam a sua forte presença e importância. Essas categorias identificadas na feira têm papel central na preservação de práticas culturais e agrícolas baseadas na agrobiodiversidade, diversificação produtiva e uso sustentável dos recursos naturais, fortalecendo a resiliência dos sistemas alimentares diante das mudanças climáticas e alternância de

governos que influenciam nas políticas públicas destinadas a esses segmentos sociais. Nesse sentido, a Lei nº 13.123/2015 reconhece as sementes crioulas como resultado do trabalho dessas comunidades, transmitidas entre gerações (BRASIL, 2005).

Gráfico 2. Origem das sementes dos expositores da 11ª Feira de Sementes Crioulas e Tecnologias Populares de Canguçu-RS



Fonte: PORTO *et al* (2023)

Uma outra questão levantada foi a forma de obtenção das sementes, os resultados dispostos no gráfico 2 indicam que a multiplicação (48%), trocas (46%) e a compra (36%) constituem as principais formas. Esse resultado evidencia a relevância de espaços como a feira, que possibilitam aos agricultores o acesso a sementes de qualidade de maneira simples e a baixo custo. Quando participam ativamente de uma ação, responsabilizam-se pela causa e a impulsionam, pois adquirir sementes crioulas não trata apenas de escambo, mas um elo de confiança de que aquele que a adquiriu irá conservar, multiplicar e repassar. Os feirantes entendem que além de favorecer a preservação da agrobiodiversidade, tais práticas promovem justiça social, pois os produtos são acessíveis e podem ser multiplicados em casa, fortalecendo a autonomia das famílias agricultoras e a soberania alimentar. Ao reduzir a dependência das sementes comerciais, amplia-se a circulação de variedades locais e a capacidade de adaptação dos sistemas produtivos a diferentes condições ambientais identificadas com o território a que pertencem.

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

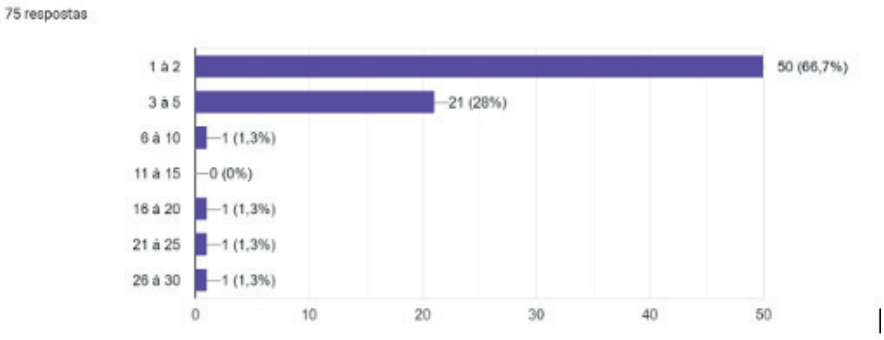
Gráfico 3. Forma de produção dos expositores da feira



Fonte: PORTO *et al* (2023)

Quanto às formas de produção, o gráfico 3 evidencia que predominam as alternativas orgânicas e agroecológicas. Somando a produção orgânica, agroecológica, e biodinâmica englobam 77,7%, contra 28,6% da produção convencional. Esse fato reforça a busca por alternativas de cultivo que minimizem os impactos ambientais, produzam alimentos mais saudáveis e reduzam a emissão de poluentes. Além disso, contribuem para a adaptação às condições climáticas adversas, uma vez que sistemas diversificados e menos dependentes de insumos externos à unidade de produção familiar, tendem a ser mais resistentes a secas, insetos e outros eventos extremos. A implementação de novos tipos de cultivo ressalta a articulação e a troca de saberes provenientes dos grupos culturais.

Gráfico 4. Quantas pessoas trabalham na propriedade dos expositores

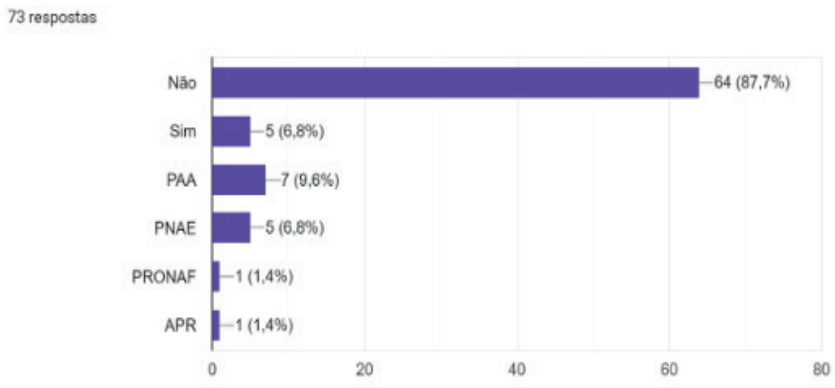


Fonte: PORTO et al (2023)

A maior parte dos expositores possui entre 1 e 2 pessoas trabalhando na propriedade (66,7%), seguida por aquelas com 3 a 5 trabalhadores (28%). Esses números refletem diretamente a composição familiar predominante, caracterizada por núcleos pequenos, geralmente formados pelos pais e um a três filhos. As categorias com 6 a 30 trabalhadores representam apenas 5,2% da amostra e correspondem principalmente a escolas agrícolas, movimentos sociais ou instituições.

Na agricultura de base familiar, a força de trabalho é composta quase exclusivamente pelos próprios membros da família. Essa característica é central para o funcionamento das unidades produtivas familiares, que dependem da mão de obra interna para garantir autonomia e evitar custos com contratação externa. Conforme Chayanov (1974), a relação entre tamanho da família, capacidade de trabalho e necessidades de consumo é decisiva para o equilíbrio produtivo e para a reprodução social do grupo familiar. Assim, a proporção entre membros da família e trabalhadores na propriedade torna-se um elemento fundamental para a permanência dessas famílias no campo.

Gráfico 5. Os expositores possuem acesso à políticas públicas para agricultura familiar?



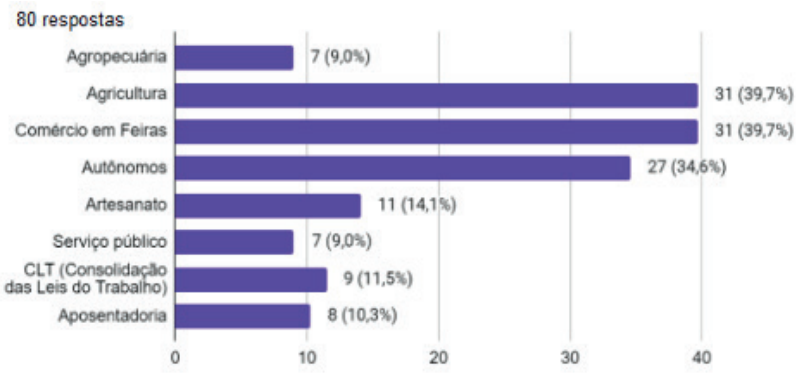
Fonte: PORTO *et al* (2023)

Para que todas as constatações obtidas anteriormente através da pesquisa tenham uma maior abrangência e eficiência no cenário das mudanças climáticas, é necessário a permanência dos agricultores familiares no mercado e no campo. O gráfico 5 expõe esta questão ao contabilizar os acessos às políticas públicas. A maioria dos expositores, 87,7%, relatou não ter acesso às políticas

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

públicas, enquanto apenas 6,8% afirmaram ter. Entre os que têm acesso, alguns não especificaram o programa; o Programa de Aquisição Alimentar (PAA) foi o mais citado (9,6%). O acesso a essas políticas é imprescindível para esses produtores, pois garante comercialização, créditos, assistência técnica e maior valorização da agricultura familiar, fortalecendo suas atividades e promovendo a sustentabilidade. O fato de a grande maioria não ter acesso às políticas públicas, evidencia uma grave limitação na sua efetividade, o que dificulta o desenvolvimento e a permanência da agricultura familiar no mercado e no campo.

Gráfico 6 - Principal fonte de renda dos expositores



Fonte: PORTO *et al* (2023)

O gráfico 6 reforça a centralidade econômica que a feira desempenha na vida dos expositores e, consequentemente, na dinâmica da agricultura familiar da zona sul do RS. O fato de "agricultura" e "comércio em feiras" apresentarem conjuntamente 79,4% das respostas como principais fontes de renda demonstra que a feira não é apenas um espaço de sociabilidade, mas um componente estrutural das estratégias de escoamento da produção dessas famílias. Esse dado dialoga com elementos discutidos ao longo do trabalho, como a importância das feiras enquanto espaços de resistência frente ao avanço do agronegócio e às pressões socioambientais. Além de garantir renda imediata, a feira fortalece cadeias curtas de comercialização, assegura autonomia produtiva, estimula práticas agroecológicas e sustenta a circulação das sementes crioulas.

CONCLUSÃO

A análise permitiu compreender o contexto social local, evidenciando dimensões organizativas, ambientais, econômicas e culturais que estruturam a feira. Os resultados mostram que o evento funciona como um articulador central da vida comunitária, contribuindo para enfrentar os impactos socioambientais que ameaçam a agricultura familiar e os modos de vida no campo.

A feira promove uma dinâmica participativa marcada pelas trocas de sementes crioulas, tecnologias populares e saberes tradicionais entre agricultores familiares, camponeses, quilombolas, indígenas, artesãos, estudantes e comerciantes locais. Essa circulação de conhecimentos e materiais genéticos, revela a diversidade sociocultural do território e reforça a preservação de identidades e práticas produtivas fundamentais para a soberania alimentar.

Além de fomentar a troca de saberes, a feira amplia a visibilidade das atividades desenvolvidas pelos expositores e impulsiona a geração de renda local. Ao fortalecer redes entre pessoas e instituições que buscam alternativas de produção e comercialização, o evento incentiva a continuidade das atividades produtivas e atrai novos participantes, consolidando-se como um ambiente que sustenta práticas agrícolas de base ecológica e modos de vida tradicionais.

A pesquisa também destacou a fragilidade das políticas públicas voltadas à agricultura familiar. Os entrevistados relataram dificuldades de acesso a programas governamentais e à assistência técnica, reflexo de um período de desmontes institucionais que afetou diretamente a permanência de jovens e adultos no campo. Esses dados evidenciam a necessidade de políticas estáveis, que garantam condições de trabalho, apoio técnico e valorização das práticas agroecológicas.

Por fim, ressalta-se a importância de pesquisas que sistematizam informações sociais e territoriais, pois elas oferecem bases concretas para avaliação e planejamento que considere políticas públicas, dinâmicas de comunidades tradicionais, formas organizativas e produtivas específicas. Este estudo contribui para compreender o papel das feiras de sementes crioulas na construção de alternativas viáveis diante dos desafios socioambientais contemporâneos.

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição de 1998. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília. Lei n. 13.123, de 20 de maio de 2015. Dispõe sobre bens, direitos e obrigações relativos ao acesso ao Patrimônio Genético do País, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm

BRASIL, Portal da cidadania, **Território da cidadania- Zona Sul Do Rio Grande do Sul,** 2010. Disponível em web.archive.org/web/20100610100447/http://www.mda.gov.br/dotlrn/clubs/territriosrurais/zonasuldoestadors/one-community

CHAYANOV. A. V**. La Organización de la Unidad Económica Campesina**. Buenos Aires: Nuevas Visión, 1974, 342 p.

CHUQUILANQUE, D. A. et.al. **Caracterização da Produção Agrícola e dos Feirantes da Agricultura Familiar no Município de São Lourenço do Sul -RS**. GEOGRAFIA, Rio Claro, v.43, n. 2, p.319-333. Mai/Ago - 2018.

GODY, Arilda Schmidt. **PESQUISA QUALITATIVA TIPOS FUNDAMENTAIS.** Revista de Administração de Empresas-RAE. São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29,1995.

LIMA, Laís Stefany De Carvalho Falca; FORTI, Victor Augusto. **Sementes crioulas: qualidade e armazenamento**. – São Carlos : UFSCar/CPOI, 2020. 13 p. (coleção- Agroecologia em Foco). Disponível em: https://www.ppgadr.ufscar.br/pt-br/assets/arquivos/cartilhas/sementes-crioulas-qualidade-e-armazenamento.pdf

PORTO, Carmem Rejane Pacheco e CHUQUILLANQUE, Darwin Aranda. **Caracterização dos feirantes e percepções dos consumidores sobre a Feira Livre de São Lourenço do Sul - RS**. *In*: Oliveira, de J.R (org.). Extensão Rural Práticas e Pesquisas para o Fortalecimento da Agricultura Familiar. Vol. 2. Guarujá - SP. Editora Científica Digital, 2021, p. 149-153.

02

RESÍDUOS CÍTRICOS COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL: ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA NO DESENVOLVIMENTO INTESTINAL DE FRANGOS

Elísio Marques Almeida Júnior
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Karine Costa Oliveira
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Jéssica Cristina Alvarenga
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Weslane Justina da Silva
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Stéfane Alves Sampaio
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Camila Ferreira Rezende
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Wanderson Lopes dos Santos Freitas
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Fabiana Ramos Dos Santos
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Josilene Silva Sousa
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

Cibele Silva Minafra
Instituto Federal Goiano (IF GOIANO), *Campus* Rio Verde

10.37885/251220726

RESUMO

A crescente preocupação com a resistência antimicrobiana e os resíduos de antibióticos em produtos de origem animal tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis na avicultura. Entre essas, destacam-se os aditivos fitogênicos, especialmente os óleos essenciais, como o óleo essencial de laranja *(Citrus Sinensis*)**.** Este composto natural, extraído principalmente da casca da fruta, possui propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias, sendo apontado como promissor substituto aos antibióticos promotores de crescimento. A presente revisão bibliográfica discute os efeitos do óleo essencial de laranja sobre a morfologia intestinal de frangos de corte, com ênfase nas vilosidades e criptas do intestino delgado, estruturas fundamentais para a absorção de nutrientes e desempenho zootécnico. Os estudos analisados indicam que a suplementação com óleo essencial de laranja favorece o desenvolvimento histomorfológico intestinal, melhorando a altura das vilosidades e a relação vilo - cripta, o que potencializa a digestão e absorção de nutrientes. Além dos benefícios produtivos, o aproveitamento do resíduo cítrico como fonte do óleo essencial contribui para a valorização de subprodutos agroindustriais, alinhando-se às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e reforçando o compromisso com práticas sustentáveis. Diante disso, o uso do óleo essencial de laranja na alimentação animal configura-se como uma alternativa viável, eficaz e ambientalmente responsável ao uso convencional de antibióticos na produção avícola.

Palavras-chave: Absorção; Alternativas; Aproveitamento; Histomorfologia Intestinal; Substituto

INTRODUÇÃO

Durante décadas, os antibióticos têm sido amplamente utilizados na produção avícola intensiva para melhorar a saúde, o bem-estar, o desempenho de crescimento e a segurança dos produtos (NDUKU *et al.*, 2025).

Conforme Mann *et al.* (2021), a resistência aos antibióticos vêm crescendo rapidamente devido ao uso excessivo e inadequado, tanto na medicina quanto na produção animal. Esse cenário favorece o surgimento de cepas multirresistentes e aumenta o risco de uma era pós-antibióticos, em que infecções simples podem se tornarem difíceis de serem tratadas.

A necessidade de desenvolver novas alternativas aos antibióticos ganhou destaque após a proibição de aplicações subterapêuticas de antibióticos para o aumento do crescimento de animais. Essa proibição levou a um aumento no número de artigos de pesquisa explorando potenciais alternativos aos antibióticos para promover o crescimento e a saúde em aves (WICKRAMASURIYA *et al.*, 2024)

Uma alternativa encontrada, para substituir os antibióticos promotores de crescimento, é o uso de aditivos fitogênicos. Esses agentes são comumente definidos como substâncias derivadas de partes da planta (BARBALHO, 2022).

Segundo Movahedi *et al.* (2024), os óleos essenciais (OEs) se enquadram neste segmento, pois são compostos bioativos de origem vegetal, que apresentam reconhecidas propriedades antimicrobianas e antioxidantes. A sua inclusão nas dietas avícolas tem sido associada à melhoria da saúde intestinal e ao incremento do desempenho produtivo das aves.

Dentre os diversos óleos essenciais utilizados como aditivos na produção animal, destacam-se os óleos provenientes de resíduos cítricos. - Gore *et al.* (2024), observaram que a suplementação dietética de óleo essencial de casca de laranja melhorou o desempenho, a saúde intestinal e a resposta imunológica de frangos de corte.

O intestino delgado é a parte onde ocorre a maior digestão e absorção de alimentos, tornando assim uma das partes mais importante do sistema trato gastrointestinal. Uma vez que o animal passa por algum tipo de estresse alimentar, suas vilosidades e criptas podem ser afetadas, causando prejuízo na absorção e no desempenho do animal (BARBALHO, 2022).

Apesar do reconhecimento potencial do uso benéfico dos óleos essenciais de *Citrus,* é necessário estudos específicos que comprovem sua eficácia em termos zootécnicos. O objetivo principal desta pesquisa é discutir sobre o conhecimento científico no uso desse composto na alimentação de frangos de corte.

DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho apresentou-se como descritivo, sendo realizada a revisão de literatura acerca do levantamento do uso do óleo cítrico na produção avícola. As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis avaliadas.

Foi feito um levantamento bibliográfico, sendo informações obtidas em fontes documentais, coleta de informações sobre a temática com estabelecimento das ligações entre fatos descritos pelos diferentes pesquisadores e apresentados apontamentos do uso alternativo do óleo em substituição ao uso de antibióticos como promotores de crescimento da produção de frango, considerando a importância dos efeitos na morfologia intestinal e desempenho produtivo.

Foram utilizados artigos científicos, teses e dissertações para a fundamentação dessa revisão retiradas das mais diversas bases acadêmicas como Google acadêmico, Scielo, Periódicos, revistas (Animals, Poultry Science). Os estudos abordados nesta revisão foram selecionados prioritariamente entre os anos de 2013 a 2025, considerando a necessidade de abranger publicações atuais e alinhadas para fundamentar e elucidar o assunto abordado.

Intestino Delgado: Eficiência e função no desempenho animal

O sistema digestório (SD) das aves compreende as seguintes estruturas: cavidade oral, esôfago, inglúvio, proventrículo, moela, intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), intestino grosso (cécos e cólon) e cloaca (SHANG *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2020).

Conforme Wang *et al.* (2023) e Wang *et al.* (2025), o intestino delgado é caracterizado por seu grande comprimento, grande área, numerosas vilosidades e múltiplos tipos de secreções digestivas, que criam condições ótimas

para absorção, motilidade e secreção. A parede intestinal das aves contém as mesmas quatro camadas observadas nos mamíferos (mucosa, submucosa, túnica muscular e serosa), contendo dobras ou vilosidades, dependendo da espécie. Em geral, as vilosidades seguem um gradiente decrescente do duodeno ao íleo. Em galinhas, a altura das vilosidades intestinais diminuiu de 1,5 mm no duodeno para 0,4 a 0,6 mm no íleo. Porém, o número e a estrutura morfológica da vilosidade podem sofrer variação em virtude da idade, seleção genética e alimentação (MAHDAVI *et al.*, 2018; VIEITES *et al.*, 2020).

Já o intestino grosso, de acordo com Proszkowiec-Weglarz (2022) e Oliveira (2024), estende-se desde o final do intestino delgado até a cloaca, compreendendo o ceco e o cólon. Nas aves, o ceco é um par de saculações, localizadas logo após o íleo. O cólon das aves é um segmento mais curto, que se estende do final do intestino delgado até a cloaca. Por meio de seus movimentos antiperistálticos vai haver a reabsorção de água e eletrólitos, cumprindo sua principal função.

No intestino delgado do frango, a estrutura epitelial consiste em vilosidades, projeções semelhantes a dedos que se estendem para o lúmen do intestino para absorver nutrientes que passam, e criptas, invaginações de tecido intestinal para a lâmina própria (UNI *et al.*. 2000; KINSTLER *et al.*, 2024).

O intestino delgado é dividido em três seções principais que são duodeno, jejuno e íleo. O duodeno é responsável pela digestão química, especialmente digestão de gordura, e a absorção de ferro e algumas vitaminas. Enquanto a maioria da glicose, aminoácidos e gordura são absorvidas no jejuno e íleo (RODRIGUEZ-SANCHEZ *et al.*, 2019; EL SABRY E YALCIN, 2023).

De acordo com Wang *et al.* (2016) e Fathima *et al.* (2022), a concentração bacteriana no intestino delgado é estimada em, aproximadamente, 1×10^5 UFC g^{1}. No duodeno, essa densidade microbiana tende a ser reduzida em razão das condições adversas presentes, como o ph ácido, a ação de enzimas digestivas, a elevada concentração de sais biliares, a maior disponibilidade de oxigênio e as secreções pancreáticas, fatores que limitam a colonização bacteriana.

Para Ducatelle *et al.* (2023), o sistema imunológico intestinal tem duas funções distintas e aparentemente conflitantes. Por um lado, é responsável por desencadear respostas de defesa contra microrganismos patogênicos que

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

representam risco à saúde do hospedeiro; por outro, necessita desenvolver mecanismos de tolerância frente aos microrganismos simbióticos que compõem a microbiota intestinal, bem como aos antígenos presentes nos ingredientes da dieta. Esse processo de reconhecimento seletivo, que permite distinguir agentes potencialmente nocivos de elementos inofensivos, é denominado tolerância oral, sendo essencial para evitar respostas inflamatórias exacerbadas e assegurar o equilíbrio funcional do trato gastrointestinal.

Antibióticos como promotores de crescimento: Rumo a um novo paradigma

Com o rápido crescimento projetado da população global, que agora é estimado em quase 10 bilhões até 2050, a segurança alimentar é agora uma das principais preocupações de saúde pública do século XXI. Além das necessidades alimentares básicas para populações vulneráveis, os avanços no desenvolvimento econômico e urbano e o aumento associado nas rendas individuais resultaram em aumento da demanda por produtos agrícolas de melhor qualidade e mais saudáveis (WICKRAMASURIYA *et al.*, 2024).

Neste cenário, os antibióticos costumavam a ser utilizados como promotores de crescimento e como estratégia para reduzir a carga de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal (TGI) de aves de produção, porém, esses mesmos aditivos, matavam as bactérias benéficas, causando prejuízos à indústria avícola, além disso, o uso indiscriminado aumentou a resistência aos antibióticos em bactérias enteropatogênicas (YAQOOB *et al.*, 2022; DE CARVALHO MAQUINÉ *et al.*, 2024).

As granjas avícolas podem ser o ponto focal do uso de antimicrobianos, particularmente em países em desenvolvimento. A crescente demanda por produtos avícolas (carne e ovos) levou ao risco de desenvolvimento de micróbios resistentes aos antibióticos nesses países (CASTRO *et al.*, 2023; AMINULLAH *et al.*, 2025).

Ingerir produtos de origem animal contaminados com resíduos de substâncias como hormônios e antimicrobianos pode causar inúmeras adversidades caso a quantidade ingerida ultrapasse o Limite Máximo de Resíduo permitido, podendo os sintomas apresentados serem de gravidade baixa, moderada, alta

ou a longo prazo, desencadeando reações toxicológicas de caráter cumulativo (OLIVEIRA *et al.*, 2025).

Além da resistência antimicrobiana, outro fator de preocupação é a presença de resíduos de antibióticos em alimentos de origem animal, como penicilinas, tetraciclinas, macrolídeos e aminoglicosídeos. Esses resíduos podem afetar diretamente a saúde humana, causando reações alérgicas ou interferindo no desenvolvimento fisiológico. No caso das tetraciclinas, por exemplo, há evidências de que elas prejudicam a formação dos dentes em crianças (MEHDI *et al.*, 2018)

Wang *et al.* (2021) demonstraram que, em um estudo com 684 crianças em Xangai, na China, 58% apresentaram resíduos de antibióticos urinários como tilosina, clortetraciclina e enrofloxacina, todos de uso exclusivo em animais, evidenciando o risco de exposição humana.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento tem adotado medidas restritivas quanto ao uso de antimicrobianos na produção animal, especialmente aqueles que compartilham princípios ativos com fármacos utilizados na medicina humana, devido ao risco de disseminação da resistência bacteriana. Essas ações visam atender às legislações nacionais e alinhar-se às exigências internacionais de exportação de carne, como destacado por Strong *et al.* (2025), que analisaram políticas públicas voltadas à redução do uso veterinário de antimicrobianos em animais de produção. Diante desse cenário, cresce o interesse por alternativas seguras e eficazes aos antibióticos promotores de crescimento, como probióticos, prebióticos, óleos essenciais e ácidos orgânicos.

Aditivos Fitogênicos como alternativa aos antibióticos

Os fitobióticos, também conhecidos como aditivos fitogênicos, referem-se a substâncias bioativas de origem vegetal, extraídas de diferentes partes das plantas. Esses compostos naturais podem ser agrupados em quatro tipos principais, conforme sua origem, modo de extração e constituição: plantas aromáticas, geralmente herbáceas, reconhecidas por suas propriedades terapêuticas; condimentos, caracterizados por seu aroma, sabor ou odor marcantes; essências naturais, que são líquidos voláteis obtidos a partir de flores, folhas, raízes ou frutos; e oleorresinas, que consistem em extratos concentrados obtidos com o uso de solventes orgânicos (PANDEY *et al,* 2023; PERERA e RAVIDRAN *et al,* 2025).

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

Os benefícios desses extratos naturais para animais incluem o aumento das secreções digestivas, da digestibilidade e da absorção de nutrientes, a modulação da microbiota do trato gastrointestinal, caracterizada pelo estímulo ao crescimento de microrganismos benéficos e pela redução de patógenos, a estimulação do sistema imunológico, atividades antibacterianas, propriedades coccidiostáticas, anti-helmínticas, antivirais, anti-inflamatórias e antioxidantes (COSTA *et al.*, 2013; ALEM, 2024).

O óleo essencial é um componente agrupado dentro desses fitobióticos e podem ser classificados como a essência vegetal ou derivados de benzeno ou terpeno obtidos por meio de destilação de água e/ou vapor. Os óleos essenciais são valiosos devido às suas capacidades antimicrobianas, antivirais, antioxidantes e antiparasitárias. Muitas fontes vegetais de óleos essenciais foram estudadas quanto à eficácia de aditivos alimentares (ABD EL-HACK, *et al,* 2022).

Para Baser e Buchbauer (2020); e Singh *et al.* (2022), esses compostos são fundamentais nos mecanismos de defesa contra estresses bióticos e abióticos das plantas. Além do mais, esses óleos são geralmente acumulados em folhas, flores e cascas, atuando na proteção contra microrganismos fitopatogênicos, insetos e herbívoros.

A substituição de antibióticos por óleos essenciais na alimentação animal tem sido observada como uma estratégia sustentável, visando à produção de alimentos mais seguros, sem resíduos químicos (CALEGARI *et al.*, 2023). Esses óleos atuam diretamente na inibição do crescimento de bactérias patogênicas como *Clostridium perfringens* e *Escherichia coli,* além de promoverem alterações histológicas positivas no epitélio intestinal (ABDELLI *et al.*, 2021).

Acúmulo de metais pesados, antibióticos e microtoxinas pode causar toxicidade, o que representa um problema crítico de saúde. Algumas plantas herbáceas e seus extratos podem reduzir os efeitos deletérios de substâncias tóxicas em animais de criação, incluindo intoxicação por metais pesados, toxicidade por antibióticos, toxicidade por pesticidas e toxicidade por microtoxinas (WANG *et al.*, 2024).

Zhang *et al.* (2025) observaram em sua pesquisa para frangos de corte, utilizando Grupo controle (sem uso de antibióticos), Grupo com antibiótico (Virginiamicina) e Grupo com Óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*, que a altura das vilosidades do íleo e do ceco em frangos de corte controle

diminuiu significativamente em comparação com a dos frangos tratados com antibiótico. O grupo que recebeu óleo essencial de *M. alternifolia* apresentou aumento na altura das vilosidades no íleo em comparação ao grupo controle ($P < 0,05$). O valor foi semelhante entre as diferentes doses dos grupos de óleo essencial de *M. alternifolia* ($P > 0,05$).

Para Jambwa *et al.* (2023), o crescente interesse mundial pelo uso de aditivos fitogênicos em rações animais como substitutos aos antibióticos tem sido impulsionado pela proibição do uso de antibióticos como promotores de crescimento em vários países. Para serem utilizados como aditivos fitogênicos, os extratos de origem vegetal devem apresentar propriedades terapêuticas reconhecidas e garantir segurança para os animais e, consequentemente, para os consumidores.

Óleo Essencial de Laranja: Estratégia para modulação das estruturas intestinais na avicultura

A laranja *(C. Sinensis)*, amplamente cultivada e comercializada, provavelmente se originou no Sudeste Asiático e foi cultivada na China por volta de 2500 a.C. (LOZANO *et al,* 2022).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor da fruta. A estimativa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2025) para a produção de laranja no Brasil na safra 2025/26 é de 320 milhões de caixas de 40,8 kg cada, totalizando cerca de 13 milhões de toneladas. Esse volume representa um crescimento em relação à safra anterior, que foi projetada em 300 milhões de caixas (equivalente a 12,3 milhões de toneladas), sendo essa a menor colheita registrada desde 1988. A área destinada ao cultivo de laranja no país em 2025 está prevista em 590 mil hectares, permanecendo praticamente igual à de 2024 (USDA, 2025).

Segundo Satari e Karimi (2018) e Idamokoro e Hosu (2022), os resíduos da casca cítrica sozinha dão origem a quase 50% da massa úmida da fruta. Resíduos cítricos podem ser colhidos globalmente em uma escala massiva e extensa de terras, representando cerca de 50 a 60% do seu nível de produção e importância industrial. Os resíduos cítricos têm enorme valor econômico, pois contêm uma grande variedade de compostos nutricionais úteis, incluindo

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

carotenoides, flavonoides, fibras alimentares, óleos essenciais, açúcares, polifenóis e ácido ascórbico, além de quantidades substanciais de alguns oligoelementos, que podem beneficiar a pecuária.

O uso desse material é de grande importância econômica, pois permite o aproveitamento total da laranja, além de ter um papel ambiental significativo, ao evitar o descarte inadequado e contribuir para a redução da poluição (PIANCATELLI, 2024).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), é responsabilidade de toda a cadeia produtiva promover o reaproveitamento e destinação adequada dos resíduos, priorizando formas sustentáveis como a compostagem, recuperação, reaproveitamento energético e reciclagem (BRASIL, 2010).

Os óleos essenciais derivados de frutas cítricas são compostos por uma combinação de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente aromáticas e líquidas, sendo extraídos por métodos como arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem do pericarpo dos frutos, entre outras técnicas. Esses óleos têm ampla aplicação nas indústrias de perfumaria, cosméticos e alimentos, sendo utilizados principalmente como aromatizantes, fragrâncias, fixadores de aroma e também como adjuvantes em formulações farmacêuticas. Sua comercialização pode ocorrer tanto na forma bruta quanto processada, resultando em compostos purificados como limoneno, citral, citronela, eugenol, mentol e safrol (BARBOSA *et al.*, 2016; BORGES, *et al.*, 2021).

De modo geral, os principais componentes dos óleos essenciais de frutas cítricas variam conforme a espécie e os diferentes quimiotipos (QTs). O composto mais abundante costuma ser o D-limoneno, cuja concentração pode oscilar desde vestígios até 98% do óleo essencial extraído da casca dos frutos. Outros constituintes, como -terpineno, geraniol, citral, valenceno, α-pineno, sabineno, mirceno e linalol, também podem estar presentes em proporções bastante variadas. Essa variação depende da espécie, do quimiotipo, do ecótipo, bem como de fatores como o método de produção, o período da colheita e a combinação entre o porta-enxerto e a cultivar utilizada (PAULETTI e SILVESTRE, 2018).

Para Lin *et al.* (2024), o D-limoneno é um composto bioativo amplamente presente em vários óleos essenciais de plantas, exibindo excelente bioatividade de amplo espectro e perspectivas promissoras para desenvolvimento e aplicação clínica. Suas propriedades vão desde antimicrobiano, anti-helmíntico, até

o uso como inseticida e medicinal. A ação antimicrobiana do limoneno para aplicações medicinais é conhecida desde o século IV. Contudo, essa mesma característica se torna um desafio relevante quando se busca utilizar processos biológicos para o aproveitamento de resíduos cítricos, pois o D-limoneno apresenta alta toxicidade para bactérias envolvidas na fermentação, mesmo em concentrações muito reduzidas (GROHMANN *et al.* 1995; HATZIFRAGKOU; PAPANIKOLAOU 2012)**.**

Dos Santos (2023) avaliou a inclusão do óleo essencial de Laranja-Pêra (*Citrus Sinensis* L.) em rações para frangos de corte, analisando seus efeitos sobre o desempenho zootécnico, a biometria de órgãos, as características ósseas e a digestibilidade dos nutrientes. Os resultados indicaram que a suplementação com o óleo essencial influenciou positivamente a digestibilidade dos nutrientes, sugerindo melhoria nos processos digestivos e na eficiência de aproveitamento da dieta pelos animais, sem comprometer os parâmetros produtivos avaliados.

Deshpande *et al.* (2023) constataram que, usando óleo essencial de *Laranja Nagpur* para 300 pintinhos (Ven Cobb-430), obteve-se uma melhora numérica no pH intestinal, e no comprimento das vilosidades foi registrada nos grupos suplementados com o óleo, em relação ao controle (T0 = dieta base, sem adição de antibióticos) e ao grupo que usou antibiótico (T1= 500 g/ton. de antibiótico). As várias medidas do intestino, como profundidade da cripta, músculo muscular, razão VL: CD e razão VL: VW não diferiram significativamente (P>0,05) entre os grupos de tratamento. No entanto, a largura das vilosidades foi significativamente menor no controle do que em todos os outros grupos de tratamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na literatura revisada, conclui-se que o óleo essencial de laranja pode melhorar o desempenho produtivo dos frangos de corte, ao mesmo tempo em que atende às exigências por uma produção mais segura e sustentável. No entanto, mais pesquisas são necessárias para padronizar seu uso e comprovar sua eficácia em diferentes condições de criação.

REFERÊNCIAS

ABD EL-HACK, E., *et al.* Essential oils and their nanoemulsions as Green alternatives to antibiotics in poultrynutrition: a comprehensiver eview. **Poultry science**,v. 101, n. 2, p. 101584, 2022. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101584.

ABDELLI, N., SOLÀ-ORIOL, D., PÉREZ, J.F. Phytogenic Feed Additives in Poultry: Achievements, Prospective and ChallengesAditivos Fitogênicos para Rações em Aves: Conquistas, Perspectivas e Desafios. **Animals**, v. 11, n. 12, 3471, 2021. https://doi.org/10.3390/ani11123471.

ALEM, W.T. Effect of herbalextracts in animal nutrition as feed additives, **Heliyon,** v. 10, 2024. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24973.

AMINULLAH, N., *et al.* Phytogenic feed additives as alternatives to antibiotics in poultry production: A review. **Vet. World**, v. 18, n. 1, p. 141-154, 2025. https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.141-154.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos**.** Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Presidência da República, Casa Civil**, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

BARBALHO, R.L.C. Parede celular de levedura, probiótico e óleos essenciais em dietas de frangos de corte desafiados com Coccidiose e Clostridium. **Tese** (Doutorado em Qualidade e produtividade Animal)- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022. https://doi.org/10.11606/T.74.2022.TDE-1602023-104121.

BARBOSA, K. R., *et al.* Análise Econômica de Indústria de Extração de Óleos Essenciais a partir de Frutas Cítricas. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, 7, 1-11, 2016.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G**.**HandbookofEssentialOils: Science, Technology, andApplications. 3. ed. **Boca Raton: CRC Press**, 2020. https://doi.org/10.1201/9780429462736.

BORGES, G. B. V.**;** *et al.* Extraction, characterization and microbiological evaluation of essential oils from commercial citrus fruit waste*.* **Research**, **Society and Development,** v. 10, n. 7, p. e1110716126-e1110716126, 2021. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16126**.**

CALEGARI, M, J., *et al.* O uso de óleos essenciais como alternativa aos antibióticos melhoradores de desempenho na bovinocultura de corte: Revisão de literatura. **Anais Seven publicações acadêmicas,** 2024. https://doi.org/10.56238/sevenVImulti2024-058.

CASTRO, F. L. S., *et al.* Poultry industry paradigms: connecting the dots. **Journal of Applied Poultry Research,** v. 32, n. 1, 100310, 2023. https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100310.

COSTA, L. B., *et al.* Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. **South African Journal of Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 181-193, 2013. https://doi.org/10.4314/sajas.v43i2.9.

DESHPANDE K. Y., *et al.* Waste 'Nagpur Orange' Peel Essential Oil for Improved Performance, Gut Health and Immune Response In Broiler Chicken: In Vivo Studies. ***PREPRINT (Version 1)*** **Available at Research Square,** 2024**.** https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3218092/v1.

DUCATELLE, R., *et al.* Poultry gut health and beyond. **Animal Nutrition**, v. 13, p. 240-248, 2023. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.03.005.

EL SABRY, M.I.; YALCIN, S. Factors influencing gastrointestinal tract development and nutrient transporter function during embryonic life in chickens – A review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 107, 1419-1428, 2023. https://doi.org/10.1111/jpn.13852.

FATHIMA S., *et al.* Gastrointestinal Microbiota and Their Manipulation for Improved Growth and Performance in Chickens Microbiot. **Aliments Foods**, v. 11, n. 10, 1401, 2022. https://doi.org/10.3390/foods11101401.

GORE, S.M., *et al.* Waste 'Nagpur Orange' Peel Essential Oil for Improved Performance, Gut Health and Immune Response in Broiler Chicken: In Vivo. **Waste Biomass** v. 15, 3395–3411, 2024. https://doi.org/10.1007/s12649-023-02356-5.

GROHMANN, K.; CAMERON, R. G.; BUSLIG, B. S. Fermentation inhibitors in citrus peel hydrolysates and their effects on microbial growth. **Bioresource Technology**, v. 56, n. 23, p. 193199, 1995.

HATZIFRAGKOU, A.; PAPANIKOLAOU, S. Effect of citrus peel essential oils on microbial growth and fermentation processes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 95, n. 4, p. 939954, 2012.

IDAMOKORO, E. M., HOSU, Y. S. Out-Look on Worldwide Trends of Related Studies on Citrus Waste as Feed for Livestock Production: A Scientometric Analysis. **Frontiers in Research Metrics and Analytics,** v. 7, 2022. https://doi.org/10.3389/frma.2022.869974.

JAMBWA, P., *et al.* Antibacterial and anti-inflammatory activity of plant species used in traditional poultry ethnomedicine in Zimbabwe: A first step to developing alternatives to antibiotic poultry feed additives, **Journal of Ethnopharmacology,** v. 300, 115687, 2023. https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115687.

KINSTLER, R. R., *et al.* Early intestinal development of chickens divergently selected for high orlow 8-wk body weight and a comercial broiler. **Poultry Science**, v. 103, p. 4, 103538, 2024. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103538.

LIN, H., *et al.* D-Limoneno: Composto Bioativo Natural Promissor e Sustentável, **Ciências Aplicadas,** v. 14, n. 11, 4605, 2024. https://doi.org/10.3390/app14114605.

LOZANO, P., *et al.* O efeito biológico de subprodutos da laranja (*Citrus sinensis* L.) em biomarcadores metabólicos: Uma revisão sistemática. **Front. Sustain. Food Syst**., v. 6, 1003144, 2022. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1003144.

MAHDAVI, R.; *et al.* Impact of mash and crumble diets on intestinal amino acids transporters, intestinal morphology and pancreatic enzyme activity of broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, n. 5, p. 12661273, 2018.

MANN, A., *et al.* Antibiotic resistance in agriculture: Perspectives on upcoming strategies to overcome upsurge in resistance. **Current Research in Microbial Sciences**, v. 2, 100030, 2021. https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100030.

MAQUINÉ, L. C. de, *et al.* Probióticos como aditivos melhoradores de desempenho produtivo e econômico de aves em produção: uma revisão. **Observatório de La economía Latino Americana**, v. 22, n. 5, p. e4249, 2024.

MEHDI, Y., *et al.* Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. **Animal Nutrition,** [S.l.], v. 4, n. 2, p. 170-178, 2018. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002.

MOVAHEDI, F.; NIRMAL, N.; WANG, P.; JIN, H.; GRØNDAHL, L.; LI, L. Recent advances in essential oils and their nanoformulations for poultry feed. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 15, n. 110, 2024. https://doi.org/10.1186/s40104-024-01067-8.

NDUKU, X., *et al.* Prospects for antibiotic-free poultry production in South Africa: An analysis of the enablers and stumbling blocks. **One Health**, v. 21, 101144, 2025. https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.101144.

OLIVEIRA, G. S. *et al.* Efeitos dos resíduos de antibióticos e hormônios em produtos de origem animal na saúde pública: revisão. **Pubvet**, v. 19, n. 06, e 1794, 2025. https://doi.org/10.31533/pubvet.v19n06e1794.

OLIVEIRA, S. C. M.; *et al.* **Papo pendular em frangos de corte: avaliação física, hematológica, bioquímica, biométrica e morfométrica**. 2024. Tese (Doutorado em Ciência Animal nos Trópicos) – Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal nos Trópicos, Salvador, 2024.

PANDEY, S., *et al.* Cutting-edge knowledge on the roles of phytobiotics and their proposed modes of action in swine. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, p. 1265689, 2023. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1265689.

PAULETTI, G. F.; SILVESTRE, W. P. *Óleo essencial cítrico: produção, composição e fracionamento*. 2018. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento.** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 765-786, 2018.

PEREIRA, P.; RAVINDRAN, V. Role of feed additives in poultry nutrition: Historical, current and future perspectives. **Animal Feed Science and Technology**, v. 326, p. 116371, 2025. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2025.116371 .

PIANCATELLI, F. **Análise do potencial técnico do aproveitamento energético ou biotecnológico de resíduos de indústrias cítricas de pequeno porte**. 2024. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araraquara-SP, 2024.

PROSZKOWIEC-WEGLARZ, M. Chapter 21. Gastrointestinal anatomy and physiology. *In*: SCANES, C. G.; DRIDI, S. (Ed.). **Sturkie's Avian Physiology** (Seventh Edition), Academic Press, Pages 485-527, 2022. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819770-7.00010-4.

RODRIGUEZ-SANCHEZ, R., *et al.* Evolution of lipid classes and fatty acid digestibility along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed different fat sources at different ages. **Poultry Science**, v. 98, n. 3, p. 13411353, 2019. https://doi.org/10.3382/ps/pey458.

SANTOS, G. C. dos. **Óleo essencial de Laranja-Pera (*Citrus Sinensis l.*) nas rações para frangos de corte: desempenho, biometria de órgãos, características ósseas e digestibilidade de nutrientes**, 2023. 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia**,** Seropédica, 2023.

SATARI, B.; KARIMI, K. Environmental impacts of citrus processing wastes: Recent advances and future perspectives in total valorization. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, p. 153167, 2022. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.032.

SHANG, Y., *et al.* Chicken Gut Microbiota: Importance and Detection Technology. **Frontiers in Veterinary Science,** v. 5, 2018. https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00254.

SINGH, P., *et al.* Plant essential oils: Emerging bioactive compounds for plant disease management. **Industrial Crops and Products**, v. 182, p. 114902, 2022. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114902.

SOUZA, C.S., *et al.* Importância da saúde intestinal em frango de corte. **Research, Society and Development,** v. 9, n. 3, p. 1-18, 2020. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2475.

STRONG, K., *et al.* Government policy interventions to reduce veterinary antimicrobial consumption in production animals: a protocol for a systematic review and evidence map. **Systematic Reviews**, v. 14, n. 122, 2025. Disponível em: https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13643-025-02829-9 . Acesso em: 12 jul. 2025.

UNI, Z.; *et al.* Development of the small intestine in chicks: formation of crypts, cell proliferation and migration. **British Poultry Science**, v. 41, n. 5, p. 544551, 2000.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Citrus: World Markets and Trade. Washington: USDA, 2025.

VIEITES, F.M., *et al.* Morfologia e microbiota de frangos de corte alimentados com dietas contendo óleos essenciais: revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 8, e185985511, 2020. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5511.

WANG J., *et al.* Common factors and nutrients affecting intestinal villus height- A Review. **Animal Bioscience**, v. 38, n. 8, p. 1557-1569, 2025. https://doi.org/10.5713/ab.25.0002.

WANG, A.; *et al.* Urinary antibiotic level of school children in Shanghai, East China, 2017–2020. **Environmental Pollution**, v. 291, 118167, 2021. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118167.

WANG, H. Y.; *et al.* Early-life arsenic exposure is more easily absorbed: mechanistic insights from gut microbiota, intestinal metabolites, and intestinal morphology and functions. **Environmental Science & Technology**, v. 57, p. 10171027, 2023. https://doi.org/10.1021/acs.est.2c04584.

WANG, J., *et al.* Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade, **Animal Nutrition**, v. 17, p. 244-264, 2024. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012.

WANG, J; *et al.* Pyrosequencing of the broiler chicken gastrointestinal tract reveals the regional similarity and dissimilarity of microbial community. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 97, n. 2, p. 302-313, 2016. https://doi.org/10.1139/cjas-2015-0120.

WICKRAMASURIYA, S., *et al.* Alternatives to antibiotic growth promoters for poultry: a bibliometric analysis of the research journals, **Poultry Science**, v. 103, p. 9, 2024. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103987.

YAQOOB, M.; WANG, G.; WANG, M. An updated review on probiotics as na alternative of antibiotics in poultry - A review. **Animal Bioscience**, v. 35, n. 8, p. 1109- 1120, 2022. https://doi.org/10.5713/ab.21.0485.

ZHANG, X.; *et al.* Protective effect of Melaleuca alternifolia essential oil on broiler growth performance, intestinal morphology, gut microflora and intestinal redox status: An alternative growth promoter to antibiotics. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 58, n. 1, p. 113-120, 2025. https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20240516020220.

03

CARACTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE SOLOS DE UMA ÁREA DE PRODUÇÃO DE VINHO NA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO

Marcos Gervasio Pereira
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Renato Sinquini de Souza
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Victor Satiro de Medeiros
Mestre em Engenharia Ambiental pela Politécnica da UFRJ

10.37885/251220967

RESUMO

O estudo objetivou classificar e avaliar a fertilidade dos solos de uma área vitivinícola localizada em Inconfidência, Paraíba do Sul (RJ), região onde o cultivo de uvas viníferas tem se expandido rapidamente por meio da técnica da dupla poda. Três perfis de solo foram descritos ao longo da encosta (terços superior, médio e inferior), avaliando a influência do relevo, material de origem e processos pedogenéticos nas propriedades morfológicas, físicas, químicas e na fertilidade do solo. Os perfis 1 e 2 apresentam características típicas de Latossolos com elevada homogeneidade morfológica e baixa fertilidade natural. Já o perfil 3 é classificado como Argissolo, possui gradiente textural marcante, presença de cerosidade e maior reserva de nutrientes em profundidade. As análises físicas confirmam diferenças importantes na distribuição de argila e no grau de floculação, enquanto as análises químicas mostram acidez moderada, saturação por bases baixa a média, variações expressivas nos teores de Ca, Mg, K e P, além de carbono orgânico em níveis médios. A avaliação da fertilidade revela grande variabilidade espacial entre os terços da encosta: o superior apresenta boa disponibilidade de Ca e Mg, mas teores baixos de K e P; o médio possui K muito elevado na superfície, porém acidez subsuperficial acentuada e o inferior apresenta fertilidade intermediária, com maior acúmulo relativo de nutrientes. A distribuição desigual de P e K, aliada à acidez subsuperficial e à heterogeneidade pedológica natural, indica desafios importantes para o manejo nutricional da videira, reforçando a necessidade de estratégias diferenciadas por zona dentro do vinhedo.

Palavras-chave: Solos Intemperizados; Fertilidade do Solo; Vitinicultura; Adubação; Manejo da Videira.

INTRODUÇÃO

As particularidades da vitivinicultura brasileira colocam o país num patamar singular de curiosidade por parte dos consumidores brasileiros e inclusive por alguns especialistas mundiais. As condições edafoclimáticas de um país continental, com distintos ciclos de produção, épocas de colheita, cultivares adaptadas, dentre outros aspectos, resultam em produtos diferenciados e com distintos focos de mercado (Mello e Machado, 2022). Segundo IBGE (2022) a área plantada com videiras no Brasil, em 2021, foi de 75.007 ha, ou seja, 0, 24% superior à verificada em 2021, já em 2022 (IBGE, 2023) a área plantada foi praticamente estável, tendo sido observado somente um crescimento de 0,5% em relação ao ano anterior, sendo a maior concentração na região Sul do Brasil (70,88%) com destaque para o Rio Grande do Sul que representa 61,15% da mesma (Protas *et al.*, 2024).

A vitivinicultura brasileira tem experimentado nas últimas décadas uma expressiva expansão geográfica, transcendendo as tradicionais regiões produtoras do sul do país e alcançando novos territórios no Sudeste brasileiro, particularmente no estado do Rio de Janeiro. Este fenômeno, impulsionado principalmente pelo desenvolvimento da técnica de manejo por dupla poda ou ciclo invertido da videira que permitiu que castas viníferas (*Vitis vinifera*) tradicionalmente cultivadas em regiões temperadas se adaptassem às condições climáticas subtropicais e tropicais de altitude. A técnica, que consiste na aplicação de poda de produção entre janeiro e março e poda de formação entre agosto e setembro, possibilita colheitas de inverno em regiões onde as condições climáticas dessa estação se assemelham ao verão de regiões vitícolas clássicas, como Bordeaux na França (EPAMIG, 2018).

No estado do Rio de Janeiro, esta transformação tem sido particularmente notável, com o número de empreendimentos vitivinícolas saltando de um único produtor em 2020 para 35 estabelecimentos distribuídos em onze municípios até dezembro de 2023, concentrando-se especialmente nas regiões serranas e no Vale do Paraíba Fluminense.

O manejo de adubação do ciclo de produção na área de cultivo contempla desde 2019 a aplicação anual de calcário dolomítico, sulfato de magnésio

e Yoorin Master, fertilizante fosfatado para promoção do desenvolvimento radicular e resistência das plantas.

O solo, além do clima e a adaptação de cultivares, desempenha um papel fundamental e determinante na viticultura, influenciando diretamente o crescimento da videira, a saúde da planta, a qualidade das uvas e, consequentemente, as características únicas do vinho produzido (o chamado terroir). Dessa forma o objetivo desse estudo foi avaliar as características do solo em uma área de produção localizada em Inconfidência - Paraíba do Sul – RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do meio físico

O estudo foi realizado na propriedade Vinícola Real das Ruínas, localizada em Inconfidência - Paraíba do Sul – RJ. A área de estudo situa-se numa região de relevo que varia de ondulado a montanhoso, na qual observa-se que grande parte da vegetação foi removida para a utilização da área para fins agrícolas (Figura 1). A área do plantio, realizado em 2019, totaliza cerca de 2000 m^2, abrangendo 1000 plantas desenvolvidas em método espaldeira, utilizando as variedades Syrah, Malbec, Merlot, Tannat e Sauvignon Blanc, distribuídas em uma área de relevo suave ondulado. Hoje observam-se pequenos fragmentos florestais inseridos em uma matriz de pastagem e agricultura. O clima na área é classificado como Cwa da classificação de Koppen (Alvares *et al.*, 2013). Na área foram descritos perfis de solo localizados nos terços superior, médio e inferior da paisagem (Figura 2). A descrição morfológica dos perfis seguiu os procedimentos do Manual de Descrição de Solo no Campo (Santos *et al.*, 2015). Nestes mesmos pontos da paisagem foram realizadas coletas de amostras compostas para avaliação da fertilidade do solo.

Análises físicas e químicas

As análises físicas e químicas seguiram os métodos descritos em Teixeira *et al.* (2017). Na análise granulométrica foram determinadas as frações areia, silte, argila total e argila natural. A partir desses dados, calcularam-se o grau

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

de floculação, as relações silte/argila e areia fina/areia grossa. Determinou-se o pH em água e KCl (1 mol L^{-1}) na proporção 1:2,5. Os teores de Ca^{2} , Mg^{2} e Al^{3} foram extraídos com KCl 1 mol L^{-1} e quantificados por titulação com EDTA e NaOH. Os teores de K , Na e P (método Mehlich-1 e Olsen) foram extraídos com soluções ácidas e determinados por fotometria de chama e colorimetria. O H+Al foi determinado com acetato de cálcio (0,5 mol L^{-1}, pH 7). O carbono orgânico total (COT) pelo método de oxidação com dicromato de potássio (Yeomans & Bremner, 1988). A partir dos resultados encontrados, foram calculados a soma de bases (Valor S), capacidade de troca catiônica do solo (Valor T), saturação por bases (V%) (Teixeira *et al.*, 2017) e capacidade de troca catiônica da fração argila (Santos *et al.*, 2025)

Classificação dos solos

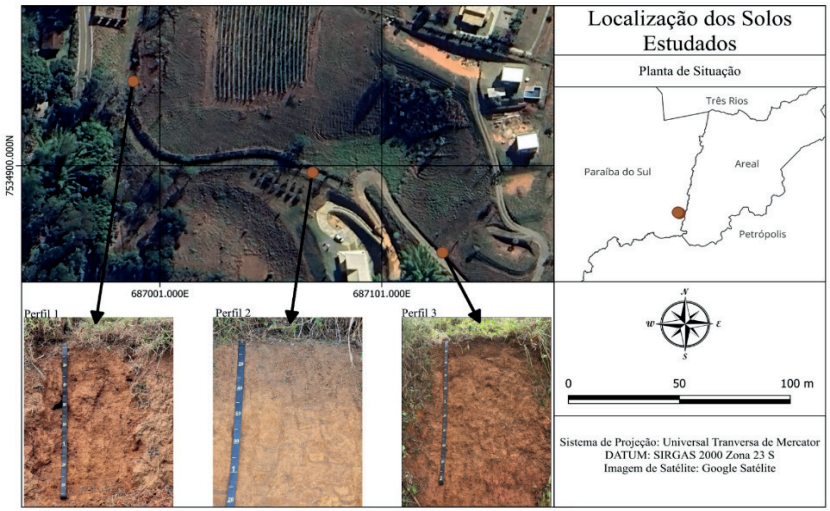
Os perfis foram classificados até o quarto nível categórico com base nos atributos morfológicos, físicos e químicos, seguindo os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2025).

Figura 1. Vista da área de estudo e os diferentes tipos de uso e cobertura vegetal.



Fonte: Os autores

Figura 2. Localização dos solos estudados na propriedade.



Fonte: Os autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades morfológicas

No Perfil 1 localizado no terço superior da encosta, verifica-se sequência de horizontes A-B, sendo observada cores que evoluem de bruno escuro (7,5YR 3/4) no horizonte superficial para vermelho-amarelado (5YR 4/6) nos horizontes subsuperficiais Bw, caracterizando o matiz avermelhado. A estrutura no horizonte A é de grau de resistência forte, tamanho médio e forma granular combinada com blocos subangulares de grau forte, tamanho variando de pequeno a médio, refletindo o efeito agregador da matéria orgânica e da atividade biológica, enquanto nos horizontes Bw observa-se evolução para estrutura de blocos angulares e subangulares, grau de resistência variando de moderado a forte e tamanho entre pequeno a e médio. A consistência varia de dura no estado seco a friável quando úmida, com plasticidade e pegajosidade classificadas como ligeiramente plástica e pegajosa a ligeiramente pegajosa, propriedades que são decorrentes do elevado teor de argila (410 a 580 g kg^{-1}) e da mineralogia caulinítica-oxídica destes solos. A transição do horizonte A para AB é plana e

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

clara, marcando a mudança entre o horizonte com maior acúmulo de matéria orgânica e os horizontes minerais subjacentes, já a transições entre os horizontes Bw são planas e difusas, evidenciando a homogeneidade morfológica e o avançado grau de pedogênese.

No Perfil P2, foi observada a sequência de horizontes A-B e profundidade de 170 cm. A subdivisão do horizonte A em três subhorizontes (A1, A2 e A3) reflete gradações nas propriedades morfológicas associadas a variação no teor de matéria orgânica e à estruturação do solo. No horizonte A1 (0-12 cm) foi observada cor bruno-escuro (7,5YR 3/4) em condição úmida, com textura franca e estrutura de grau variável de moderada a forte, tamanho médio a muito grande e formato granular, caracterizando-se como macia e muito friável, indicando elevado grau de agregação e boa qualidade física. No horizonte A2 (12-24 cm) ainda verifica-se a cor bruno-escuro (7,5YR 3/4) quando úmido, sendo observada estrutura granular e blocos subangulares. O horizonte A3 (24-36 cm) foi identificado pela coloração mais avermelhada, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4) quando úmido, estrutura de grau de desenvolvimento forte, tamanho variando de pequeno a médio e formato granular associada a blocos subangulares, grau variando de moderado a forte e tamanho de pequena a média. Nos horizontes transicionais AB (36-47 cm) e BA (47-59 cm) foram verificadas cores bruno-avermelhado (5YR 4/4) e bruno (7,5YR 4/4), respectivamente, com estrutura de grau moderada a forte, tamanho variando de pequeno a médio e no formato de blocos subangulares, caracterizando a passagem gradual dos horizontes com maior influência de matéria orgânica para os horizontes subsuperficiais. Nos horizontes Bw verificou-se coloração bruno (7,5YR 5/4) no Bw1 e bruno-forte (7,5YR 5/6) nos horizontes Bw2, Bw3 e Bw4, sendo observada maior expressão da cor amarela em comparação ao Perfil 1. A consistência variou de ligeiramente dura a macia no estado seco e friável a muito friável quando úmida. As transições entre os horizontes A são planas e claras, enquanto entre os horizontes Bw são planas e difusas, padrão que caracteriza solos latossólicos.

O Perfil 3, localizado no terço inferior, é o mais profundo (245 cm) e apresenta sequência de horizontes A-B. No horizonte A1 (0-13 cm) verifica-se cor bruno-escuro (7,5YR 3/4) quando úmido e estrutura de grau variando de moderado a forte, tamanho de médio a grande e forma granular, com consistência ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa. O horizonte A2 (13-23

cm) mantém a coloração bruno-escuro (7,5YR 3/4) quando úmido, e estrutura forte, média e grande, granular combinada com moderada e forte, pequena e média, blocos subangulares. O horizonte AB (23-37 cm) conserva as mesmas cores do A2 e estrutura moderada e forte, média, granular associada com moderada e forte, pequena e média, blocos subangulares. O horizonte BA (37-57 cm) marca o início da diferenciação de cor mais acentuada, sendo verificada cor bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), e estrutura moderada e forte, pequena e média, blocos subangulares, com consistência dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa, evidenciando o aumento no teor de argila. O horizonte Bt1 (57-81 cm) caracteriza-se pela cor bruno-avermelhado (5YR 4/4), estrutura forte, pequena e média, blocos subangulares combinada com forte, média, blocos angulares. Nesse horizonte verifica-se a ocorrência de cerosidade, classificada como pouca e fraca, consistência muito dura quando seco, friável quando úmido, plástica e ligeiramente pegajosa. No horizonte Bt2 (81-116 cm) observa-se cor bruno-avermelhado (2,5YR 5/4), evidenciando matiz mais avermelhado, estrutura forte, pequena e média, blocos angulares, e cerosidade comum e moderada, indicando maior intensidade da iluviação de argilas e formação de películas orientadas nas superfícies dos agregados. O horizonte Bt3 (116-179 cm) mantém a cor bruno-avermelhado (2,5YR 5/4), estrutura forte, pequena e média, blocos angulares, e cerosidade abundante e moderada, caracterizando o máximo desenvolvimento das películas de iluviação. O horizonte BC (179-245 cm) distingue-se pela mudança de cor para vermelho-acinzentado (10R 4/4), estrutura moderada e forte, pequena a grande, blocos angulares, e cerosidade pouca e fraca, evidenciando transição para material menos intemperizado. A presença de minerais primários facilmente intemperizáveis no horizonte BC, conforme observado na descrição morfológica, sugere proximidade com o material de origem e reserva de nutrientes em profundidade. As transições entre os horizontes superficiais (A1, A2, AB) são planas e claras, a transição BA-Bt1 é plana e gradual, e as transições entre os horizontes Bt são planas e difusas.

Propriedades físicas

Do ponto de vista físico, os três perfis apresentam diferenças marcantes na distribuição granulométrica e no gradiente textural. No Perfil 1 foi identificada

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

textura que varia de argilosa a argilossiltosa em profundidade, com teores de argila variando de 410 g kg^{-1} no horizonte AB a 580 g kg^{-1} no Bw3, não sendo verificado gradiente textural, a relação textura B/A e de apenas 1,02. O grau de floculação é elevado nos horizontes subsuperficiais (52% no A, atingindo 95% no Bw3), indicando forte agregação das partículas. A relação areia grossa/areia fina varia de 1,2 a 1,9, demonstrando predomínio de areia grossa.

No Perfil 2 foi observada maior variabilidade textural, com textura franca no horizonte superficial (260 g kg^{-1} de argila) evoluindo para argila nos horizontes Bw (420-540 g kg^{-1}), resultando em gradiente textural de 1,56. O grau de floculação é extremamente variável, desde 6% no AB até valores superiores a 98% nos horizontes Bw2 e Bw3. A relação areia grossa/areia fina varia consideravelmente (0,3 a 4,3), sugerindo heterogeneidade no material de origem.

Para o Perfil 3 foi observado o maior gradiente textural (1,74), com textura franca no horizonte superficial (220 g kg^{-1} de argila) aumentando para muito argilosa no Bt2 (600 g kg^{-1}). O grau de floculação nos horizontes Bt é elevado (84-98%), e a relação areia grossa/areia fina é relativamente uniforme (1,2 a 2,1).

Propriedades químicas

Através da análise das propriedades químicas foram observadas variações importantes entre os três perfis. No Perfil 1 verifica-se valores de pH em água variando de 5,12 a 5,55, caracterizando acidez moderada, com valores de ΔpH negativos (-0,8 a -1,1) indicando predomínio de cargas negativas. Os teores de cálcio e magnésio decrescem acentuadamente em profundidade (de 2,0 e 2,0 cmolc kg^{-1} no horizonte A para 0,3 e 0,1 cmolc kg^{-1} no Bw3, respectivamente), resultando em saturação por bases de 50% no horizonte superficial e apenas 11% no Bw3. A CTC da argila varia de 14,8 a 8,3 cmolc kg^{-1}, característica que indica a composição mineralógica predominantemente de mineralogia caulinítica-oxídica. O carbono orgânico total decresce de 23 g kg^{-1} no horizonte A para 8 g kg^{-1} nos horizontes subsuperficiais.

No Perfil 2 verifica-se pH ligeiramente superior (5,26 a 6,04), com ΔpH menos negativo em profundidade (-0,4 a -1,2), indicando menor densidade de cargas negativas nos horizontes subsuperficiais. A saturação por bases apresenta comportamento similar ao observado no Perfil 1, variando de 53% no A1 para

valores entre 19-29% nos horizontes Bw. A CTC da argila (6,5 a 14,9 cmolc kg^{-1}) é ligeiramente inferior à do Perfil 1, e o carbono orgânico apresenta distribuição irregular em profundidade, com valores elevados nos horizontes A (14-21 g kg^{-1}) e redução acentuada nos horizontes Bw (2-8 g kg^{-1}).

O Perfil 3 distingue-se por apresentar os maiores valores de pH (5,58 a 6,54), com ΔpH menos negativo (-0,6 a -1,3), e as maiores saturações por bases, variando de 32% nos horizontes superficiais até 51% nos horizontes Bt e BC. Os teores de cálcio, magnésio e especialmente potássio são mais elevados e mantêm-se relativamente constantes em profundidade (Ca: 1,1-3,0; Mg: 0,4-2,1; K: 0,29-1,23 cmolc kg^{-1}), sugerindo maior reserva de nutrientes. A CTC da argila varia de 10,0 a 20,3 cmolc kg^{-1}, sendo os maiores valores observados nos horizontes BA e BC (15,9 e 20,3 cmolc kg^{-1}, respectivamente), possivelmente relacionados à presença de minerais primários facilmente intemperizáveis identificados no horizonte BC.

Gênese e Classificação dos solos

Todos os perfis apresentam horizonte diagnóstico superficial identificado como A moderado (Santos *et al.*, 2025) por não se enquadrarem em nenhum outro horizonte diagnósticos superficial. O Perfil 1, classificado no nível de ordem como Latossolo, tendo sido identificado um horizonte diagnóstico subsuperficial B latóssolico (Santos *et al.*, 2025). Quanto ao nível de Subordem, o perfil foi classificado como Vermelho-Amarelo, por apresentar cores vermelho-amareladas na maior parte dos primeiros cem centímetros do horizonte B. No nível categórico de Grande Grupo foi classificado como Distrófico, por apresentar saturação por bases menor que 50% e típico no nível de Subgrupo por não apresentar nenhuma característica distintiva. O Perfil 2, também classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, porém argissólico, por ser verificado acúmulo de argila em subsuperfície, gradiente textural de 1,56, porém não suficiente para identificar a presença de um horizonte B textural, que justifica sua classificação como argissólico,

Quanto ao perfil P3, este foi classificado como Argissolo, no nível de Ordem, devido a presença de um horizonte B textural, identificado pela presença de um gradiente textural, associado a presença de argilas de atividade baixa (capacidade

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

de troca catiônica da fração argila inferior a 27 cmolc kg argila-1) (Santos *et al.*, 2025). No nível de Subordem, o perfil foi classificado como Vermelho-Amarelo em função do predomínio de cores vermelho-amareladas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B e Distrófico, no nível categórico de Grande Grupo, devido a saturação por bases inferior a 50% no horizonte B. Quanto ao Subgrupo em função de não ter sido observada nenhuma particularidade o perfil foi classificado como típico.

Os Latossolos foram formados pela ação conjunta dos fatores clima, que favoreceu o intemperismo do material de origem, neste caso sentimentos pré-intemperizados, associado as condições de relevo, que propiciaram a transformação de minerais primários em secundários paralelo a perda de sílica e bases. Esses processos contribuem para que os solos apresentem uma baixa fertilidade natural, o que pode ser comprovado pelo caráter distrófico verificado nos perfis. Como processos pedogenéticos específico para a formação dos perfis P1 e P2, destaca-se o processo de ferralitização (Kämp & Curi, 2012).

Para o perfil identificado como Argissolo, também destaca-se como principais fatores de formação o clima e o relevo, que favoreceram o processo pedogenético específico de eluviação e iluviação (Kämp & Curi, 2012). O clima contribuindo com a precipitação pluviométrica, associado ao relevo condicionando uma boa drenagem, favorece a translocação de argila, que é evidenciada pela presença de cerosidade nos horizontes superficiais e também a formação do gradiente textural.

Avaliação da fertilidade

Quanto a fertilidade do solo, no terço superior na camada superficial (0-10 cm), foram observados valores de pH variando de 6,39 a 7,49, sendo caracterizado como levemente ácido até alcalino (Freire *et al.*, 2013). Os teores de cálcio oscilam entre 5,1 e 6,5 cmolc kg-1, valores considerados bons para a cultura da videira. Para os teores de magnésio, estes também se apresentam em níveis razoáveis (1,4 a 2,2 cmolc kg-1). Quanto ao potássio verificou-se variabilidade considerável, valores entre 19 e 35 mg kg-1 na camada superficial, considerados de baixos a médios em função das necessidades da videira, especialmente na fase de maturação dos frutos. Os teores de P foram particularmente baixos, variando

de 4 a 14 mg kg-1, sendo que valores abaixo de 10 mg kg-1 são considerados limitantes para o desenvolvimento adequado da cultura. A saturação por bases oscila entre 55 e 77%, indicando boa disponibilidade relativa de nutrientes.

Para a profundidade de 10-20 cm, neste terço, há uma tendência de diminuição da fertilidade do solo, caracterizando uma camada subsuperficial ácida e de baixa fertilidade que pode limitar o aprofundamento do sistema radicular.

No terço médio na camada superficial, verificam-se valores de potássio excepcionalmente elevados, chegando a 84 mg kg-1 e também apresentando valores de pH muito alto (7,85). Os elevados teores de potássio podem estar relacionados a adubações recentes ou acúmulo por processos de transporte lateral na paisagem. Quanto aos teores cálcio e magnésio estes foram mais baixos neste terço em comparação ao superior. A acidez potencial (H+Al) foi mais elevada neste terço, variando de 5,69 a 8,65 cmolc kg-1 na superfície. Na profundidade de 10-20 cm, observa-se redução acentuada nos teores de K, indicando que o enriquecimento deste nutriente ocorre com maior intensidade na camada superficial. Nesta profundidade também foi observada a presença de alumínio tóxico e saturações por bases muito baixas, caracterizando ambiente químico desfavorável ao aprofundamento radicular.

No terço inferior, classicamente ocorre maior acúmulo de nutrientes por transporte e deposição. Na camada superficial, os valores de pH variam de 6,28 a 7,69, os teores de cálcio situam-se entre 3,0 e 4,2 cmolc kg-1 (ligeiramente mais baixos que o terço superior), e o magnésio entre 1,7 e 2,8 cmolc kg-1. Para o potássio verifica-se variação considerável, de 14 a 61 mg kg-1, enquanto para o P verifica-se teores um pouco mais elevado neste terço (8 a 15 mg kg-1), embora ainda em níveis que variam de baixos a médios. Os teores de carbono orgânico total foram ligeiramente superiores na camada superficial, sugerindo acúmulo de matéria orgânica, embora não pronunciado. Na camada de 10-20 cm deste terço, observa-se padrão similar aos outros terços, com redução da fertilidade em profundidade, mas em menor intensidade em termos de acidez comparado ao terço médio.

Considerando as exigências nutricionais específicas da videira, alguns aspectos críticos foram identificados. O potássio, fundamental para a qualidade enológica das uvas, está distribuído de forma muito heterogênea no vinhedo, com áreas de deficiência (principalmente no terço superior e em partes do

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

inferior) e áreas com teores adequados a elevados (especialmente no terço médio superficial). Essa variabilidade pode resultar em falta de uniformidade na maturação e qualidade das uvas. Para a videira, que necessita de 150 a 200 kg ha-1 de K_2O anualmente em produção plena, os teores observados na maioria das posições são insuficientes, especialmente considerando que parte significativa do potássio absorvido é exportado nos frutos.

O fósforo apresenta-se consistentemente baixo em todo a área, o que é pode influenciar no desenvolvimento radicular, floração e frutificação. A videira requer fósforo especialmente nas fases iniciais de crescimento e durante a diferenciação floral. Níveis abaixo de 10 mg kg-1, observados em muitas amostras, podem limitar esses processos. A baixa mobilidade do P no solo e sua concentração deficiente nas camadas subsuperficiais tornam essencial a correção deste nutriente, preferencialmente através de aplicações localizadas ou incorporadas.

A acidez subsuperficial, especialmente pronunciada no terço médio, representa um fator limitante importante. A presença de alumínio tóxico e baixas saturações por bases em profundidade podem restringir o aprofundamento do sistema radicular da videira, limitando sua capacidade de explorar água e nutrientes em camadas mais profundas. Esse fator é particularmente crítico em regiões sujeitas a veranico, pois a videira depende de suas raízes profundas para manter o status hídrico adequado durante a maturação dos frutos. A correção da acidez subsuperficial é tecnicamente mais desafiadora, requerendo aplicação de calcário ou gesso antes do plantio ou em operações de subsolagem, pois após o estabelecimento do vinhedo as opções são mais limitadas.

Os teores de cálcio e magnésio na superfície são geralmente adequados. A relação Ca/Mg, idealmente entre 3:1 e 5:1, está relativamente equilibrada na maioria das posições. O cálcio é essencial para a estrutura das paredes celulares e a qualidade pós-colheita das uvas, enquanto o magnésio é componente central da clorofila e ativador de diversas enzimas. Desequilíbrios nessa relação podem afetar a absorção e utilização de ambos os nutrientes.

Os teores de carbono orgânico total, variaram entre 15 e 25 g kg-1, representando níveis que variam de médios a bons, contribuindo para a capacidade de troca catiônica do solo e para a atividade biológica. Não foi observado grande acúmulo no terço inferior comparado aos outros terços, o que pode indicar que processos erosivos não são tão intensos nesta paisagem ou que o manejo tem

promovido relativa uniformidade nos teores de matéria orgânica. A manutenção desses níveis através de adubação orgânica e manejo adequado da cobertura vegetal é importante para a sustentabilidade do sistema.

A grande variabilidade espacial observada entre terços sugere que este vinhedo apresenta heterogeneidade de solo significativa, possivelmente relacionada a diferentes materiais de origem, histórico de manejo diferenciado, ou processos pedogenéticos localizados. Esta heterogeneidade tem implicações diretas para o manejo, indicando a necessidade de estratégias de adubação diferenciadas por zona, o que se alinha com os conceitos modernos de viticultura de precisão.

CONCLUSÃO

Os solos da área estudada apresentam forte influência do relevo e dos processos pedogenéticos locais, resultando em perfis contrastantes entre si e em considerável variabilidade química ao longo da encosta. A ocorrência de Latossolos nos terços superior e médio e de um Argissolo no terço inferior demonstra diferentes graus de intemperismo e dinâmica de argila, refletindo diretamente na fertilidade e na distribuição dos nutrientes. A videira encontra condições satisfatórias para Ca, Mg e matéria orgânica, mas enfrenta limitações relacionadas à acidez subsuperficial, deficiência generalizada de fósforo e forte heterogeneidade nos teores de potássio, nutriente essencial para qualidade enológica. Esses fatores podem comprometer o desenvolvimento radicular, a uniformidade da produção e a maturação dos frutos. Assim, intervenções como correção localizada da acidez, manejo específico de P, adubações potássicas moduladas por zona de manejo e manutenção da matéria orgânica tornam-se fundamentais para aprimorar a produtividade e a qualidade do vinhedo. A adoção de práticas de viticultura de precisão é recomendada para lidar com a variabilidade intrínseca dos solos e promover maior eficiência no uso de insumos.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift.** 22(6):711–728, 2013.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 144-149, out. 2011.

CARVALHO, R. D. de. Vitivinicultura no Brasil: espaço e cultura. **Passagens: Revista Internacional de História Política e Cultura Jurídica**, Niterói, v. 16, n. 2, p. 249-257, maio/ago. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.15175/1984-2503-202416204. Acesso em: 17 dez. 2025.

EPAMIG. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Pesquisa, Tecnologia e Sociedade. Belo Horizonte, 2018. 48p.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.;

LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C; LEAL, M. A. A.; CAMPOS, D. V. B.;POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília,DF: EMBRAPA, Seropédica, RJ. Editora Universidade Rural, 2013. 430p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam. Acesso em: 17 dez. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam. Acesso em: 17 dez. 2025.

KÄMPF, N; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). *In*: Ker JC, Schaefer CEGR, Vidal-Torrado P, editores. **Pedologia: fundamentos.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2012. p.207-302.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2021**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2022. 17 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 226).

PROTAS, J. F.S; LAZZAROTO, J.J.; MACHADO, C.A.E. **Panorama da vitivinicultura brasileira em 2022**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2024. 18 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 233).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393 p.

SANTOS, R. D. dos; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

YEOMANS, J.C; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analisys 19:1467-1476, 1988.

TEIXEIRA, P.C; DONAGEMMA, G.K; FONTANA, A; TEIXEIRA, W.G. Manual de Métodos de Análise de Solo. 3. ed. revista e ampliada. Embrapa. 573 p., 2017.

https://www.mg.gov.br/agricultura/noticias/tecnica-de-dupla-poda-da-videira-adaptada-pela-epamig-consolida-novo-polo (acesso em 23/12/2025)

04

CONTRIBUIÇÕES DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA (2017-2024)

Paula Daniele Martins Moraes
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Marcele Farias Pereira
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Brenda Rayana Ferreira da Silva
Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Luana Cristina Gonçalves Ferreira
Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Monique Christie Araujo Braz
Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Rebeca da Rocha Rodrigues de Oliveira
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Carla Maria da Costa Figueiredo
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Luiz Rodrigues de Sena
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

José Rozendo de Lima Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Alexiane Alves Assunção
Universidade do Estado do Pará (UEPA)

doi 10.37885/251220971

RESUMO

Objetivo: Sintetizar o potencial dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia brasileira, com base em publicações científicas dos últimos oito anos (2017–2024). **Métodos:** Realizou-se um levantamento bibliográfico de caráter quali-quantitativo, utilizando a plataforma Google Scholar, com seleção de artigos científicos que abordaram o uso de SAFs na recuperação de áreas degradadas na Amazônia brasileira, no período de janeiro de 2017 a outubro de 2024. **Resultados:** Foram identificados 46 artigos, com maior concentração de estudos no estado do Pará, evidenciando uma distribuição geográfica desigual da produção científica. Os principais problemas relatados na literatura foram a degradação e a perda de fertilidade do solo, frequentemente associadas ao desmatamento e ao manejo inadequado. Esses fatores reforçam a necessidade da seleção de espécies resilientes e da adoção de práticas adequadas de manejo nos SAFs. As espécies mais recorrentes nos estudos foram *Theobroma cacao*. e *Handroanthus* sp. A principal função atribuída às espécies nos SAFs foi a melhoria da qualidade do solo, seguida pelo consórcio de espécies e pelo aumento do estoque de carbono. **Conclusão:** Conclui-se que a pesquisa científica sobre SAFs na Amazônia brasileira apresenta forte enfoque na recuperação da qualidade do solo, com espécies-chave bem estabelecidas. Contudo, observa-se uma concentração espacial dos estudos, indicando a necessidade de ampliação das pesquisas em outras áreas da região amazônica.

Palavras-chave: Amazônia; recuperação de áreas degradadas; sistemas agroflorestais.

INTRODUÇÃO

A região amazônica é um dos principais reservatórios de biodiversidade do planeta, abrigando cerca de um terço das espécies de plantas e animais conhecidos globalmente. Este bioma desempenha uma função vital na regulação dos ciclos globais de carbono e água, pois suas extensas florestas tropicais são fundamentais para a captura de carbono atmosférico e para a manutenção do ciclo hidrológico (ANTONELLI *et al.*, 2018; MESEGUER *et al.*, 2020). No entanto, esses ecossistemas vêm sendo frequentemente degradados devido a atividades antrópicas, como a agricultura intensiva e exploração mineral.

O solo é fundamental para a regulação dos ciclos biogeoquímicos, equilíbrio dos ecossistemas e a manutenção de uma produção alimentar sustentável (DU *et al.*, 2022). Além disso, possui a capacidade de aprimorar e sustentar a produção agrícola, sequestrar carbono, reduzir a perda de nutrientes por lixiviação e conservar a biodiversidade (FAHAD *et al.*, 2022). Entretanto, segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), 25% do solo global apresenta grave degradação, enquanto 50% encontram-se moderadamente afetado devido a diversas atividades humanas ao longo das últimas décadas (FAO; GLOBAL MECHANISM OF THE UNCCD, 2015).

Assim, a adoção de estratégias para restaurar áreas degradadas como a revegetação utilizando plantas nativas adequadas ao ecossistema é essencial (MAJUMDAR *et al.*, 2023; SINGH *et al.*, 2021). Nesse contexto, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são uma técnica de restauração que integra benefícios tanto socioeconômicos quanto ecológicos (CELENTANO *et al.*, 2020). Esses sistemas abrangem componentes produtivos, como árvores, pastagens, culturas agrícolas e gado, sendo classificados como sistemas silvipastoris, silviagrícolas e agrosilvipastoris. Além de influenciar positivamente as características físicas, químicas e biológicas do solo, a agrofloresta favorece o crescimento das plantas e é recomendada como estratégia para alcançar a neutralidade de carbono (ROSATI *et al.*, 2021; DU *et al.*, 2022).

Desse modo, os SAFs contribuem diretamente com a restauração de áreas degradadas e mitigação das mudanças climáticas, com uma produção sustentável e econômica. Além disso, colabora com o acordo estabelecido pelo Brasil na 21ª Conferência das Partes (COP), por meio do Acordo de Paris

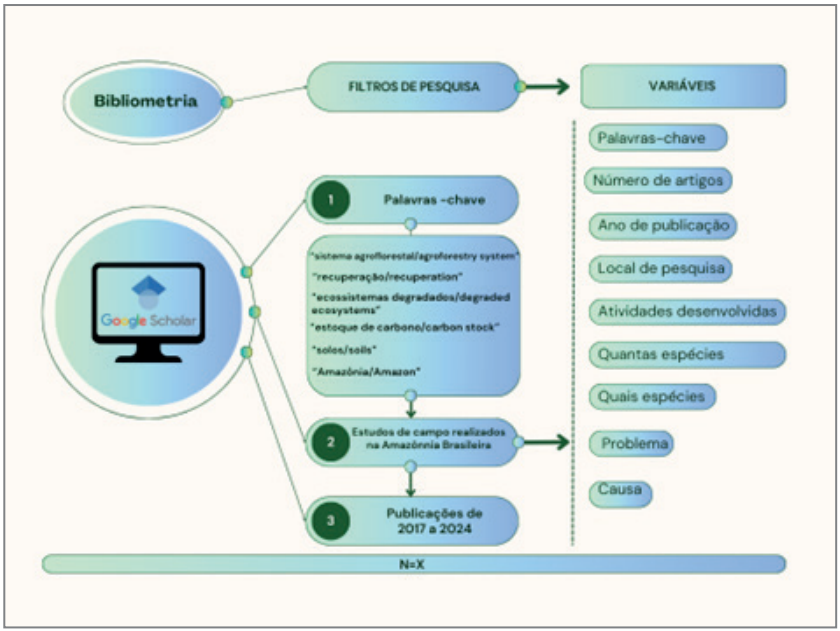
ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

sobre o Clima, a qual o país compactuou a restaurar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 (UNFCCC, 2015). Portanto, pesquisas nesse âmbito corroboram para sustentabilidade a longo prazo e neutralidade do carbono. A técnica quali-quantitativa é utilizada para analisar a literatura, integrando abordagens qualitativas e quantitativas em um tempo pré-estabelecido (MARTINS *et al.*, 2020). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi selecionar as principais informações sobre o potencial de SAFs para recuperação de áreas degradadas na Amazônia brasileira, publicadas em um intervalo de tempo de 8 anos (2017-2024), e identificar as perspectivas sobre o tema.

MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de caráter quali-quantitativo sobre estudos publicados entre janeiro de 2017 a outubro de 2024, focando no potencial dos SAFs para a recuperação de áreas degradadas na região amazônica brasileira. A pesquisa foi conduzida na plataforma Google Scholar (https://scholar.google.com.br/), que reúne periódicos nacionais e internacionais de diversas bases. Utilizaram-se palavras-chave em português e inglês (PT/EN) para maximizar o alcance da busca e identificar estudos relevantes ao tema, sendo elas: "sistema agroflorestal/*agroforestry system*"; "ecossistemas degradados/*degraded ecosystems*"; "estoque de carbono/*carbon stock*"; "recuperação/*recuperation*"; "solos/*soils*", "Amazônia/*Amazon*" (Figura 1). Para esta pesquisa, consideraram-se apenas estudos de campo realizados na Amazônia Brasileira e publicados em revistas científicas, excluindo trabalhos que não se enquadram na categoria de artigo (teses, dissertações, anais, relatórios). De cada artigo coletou-se as seguintes variáveis: a) palavras-chave utilizadas nos artigos; b) ano de publicação; c) local em que a pesquisa foi desenvolvida; d) tipo de atividade desenvolvida; e) composição florística presente nos artigos; f) problemas identificados pelos autores; g) causas percebidas pelos autores.

Figura 1 - Procedimentos e critérios estabelecidos para realizar a análise bibliométrica sobre SAFs para recuperação de ecossistemas degradados.



Fonte: Autores (2025).

Análise de dados

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas do Microsoft Excel 2016 e processados no ambiente R, utilizando o software estatístico Rstudio (versão 4.2.2) para elaboração de gráficos e interpretação descritiva dos resultados (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023).

RESULTADOS

Os resultados na nuvem de palavras-chave (Figura 2) destacam os seguintes termos, conforme seus níveis de relevância: Amazônia, fertilidade do solo e matéria orgânica do solo. Revelando a preocupação dos pesquisadores com temas como meio ambiente, armazenamento de carbono e recuperação do solo nas regiões amazônicas.

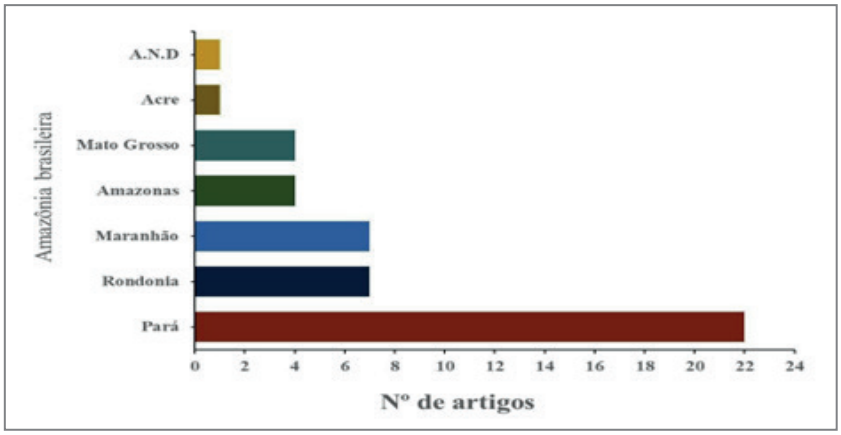
Figura 2 - Nuvem de palavras-chave mais utilizadas em artigos sobre SAFs em recuperação de áreas degradadas na Amazônia Brasileira (2017- 2024).



Fonte: Autores (2025).

Foram encontrados 46 artigos sobre a temática na Amazônia Brasileira ao longo de 8 anos (2017-2024). O Pará foi o estado com o maior número de publicações (Figura 3), contendo 22 artigos. Maranhão e Rondônia também apresentaram um número significativo de publicações (aproximadamente entre 6 e 7 artigos).

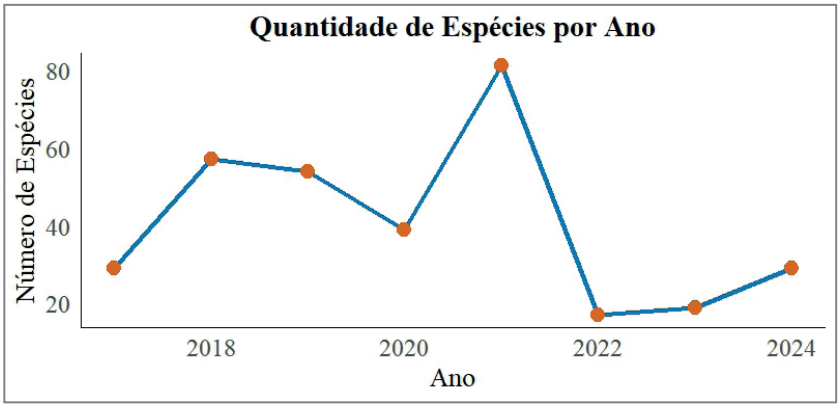
Figura 3 - Quantidade de artigos publicados em 8 anos sobre o uso de SAFs para recuperação de áreas degradadas na Amazônia Brasileira. A.N.D (Área não definida).



Fonte: Autores (2025).

A variação anual do número de espécies analisadas para uso em SAFs na recuperação de áreas degradadas na Amazônia Brasileira entre 2017 e 2024 (Figura 4) demonstra registros baixos em 2017 e um aumento considerável em 2018 e 2019. Houve redução em 2020, e em 2021, registrou-se o maior valor do período, com mais de 80 espécies analisadas. Em seguida, verificou-se queda acentuada em 2022, com aumento até 2024.

Figura 4 - Análise das espécies para uso de SAFs em recuperação de áreas degradadas na Amazônia Brasileira nos últimos 8 anos (2017 - 2024).

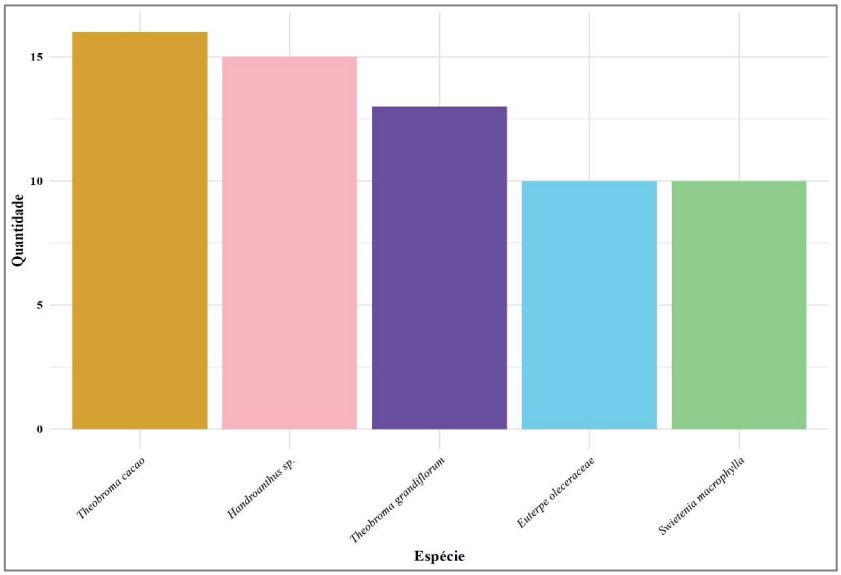


Fonte: Autores (2025).

Composição Florística

A análise florística identificou cinco espécies predominantes nos SAFs amazônicos: *Theobroma cacao* (cacau; 16 ocorrências), *Handroanthus* sp. (ipê; 15), *Theobroma grandiflorum* (cupuaçu; 13), *Euterpe oleracea (*açaí; 10*)* e *Swietenia macrophylla* (mogno-brasileiro; 10) (Figura 5).

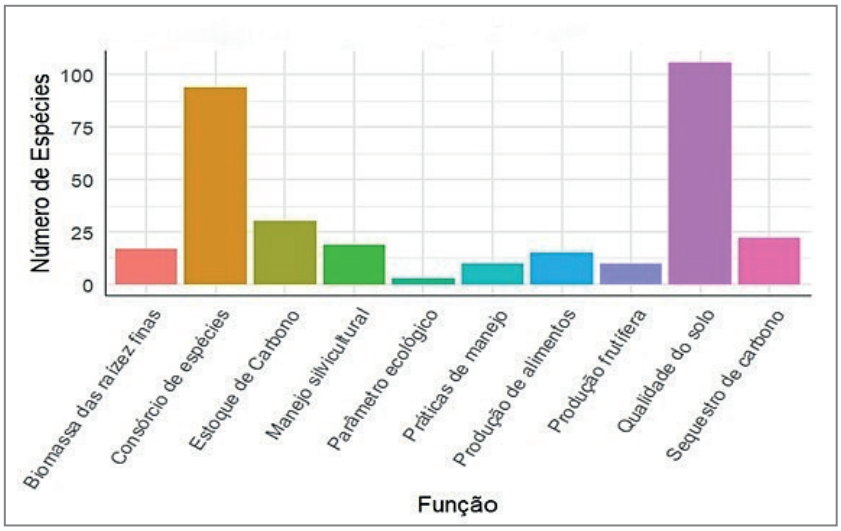
Figura 5 - Espécies vegetais em SAFs mais ocorrentes em artigos (2017-2024).



Fonte: Autores (2025).

A distribuição das espécies foi maior para a função qualidade do solo, seguida de consórcio de espécies e estoque de carbono (Figura 6).

Figura 6 - Distribuição das espécies por função ecossistêmica mais recorrente em artigos (2017-2024) utilizando o sistema agroflorestal na Amazônia brasileira.



Fonte: Autores (2025).

Os principais problemas identificados nos artigos incluem a fertilidade do solo, a redução dos níveis de carbono, a degradação do solo, o manejo inadequado do solo e o impacto ambiental (Tabela 1).

Tabela 1 - Principais problemas relatados nas publicações realizadas nos últimos 8 anos (2017-2024) sobre SAFs para recuperação de ecossistemas degradados.

Problemas	Causas	Autores
Fertilidade do solo	Manejo inadequado, uso intensivo do solo, desmatamento.	(a)
Redução de carbono	Uso prolongado da terra, práticas intensivas de manejo	(b)
Degradação do solo	Agricultura itinerante, expansão agrícola e pecuária	(c)
Manejo Inadequado do Solo	Seleção inadequada de espécies de sombreamento	(d)
Impacto ambiental	Tempo de implementação dos SAF, Conversão de florestas sem integração sustentável	(e)

Notas: As letras indicam os autores que relataram cada problema nas publicações analisadas. (a) COSTA *et al*., 2017; BAUMGARTNER *et al*., 2021; AGÁPTO *et al*., 2021; SILVA *et* al., 2018. (b) DA ROCHA *et al*., 2021; LOBATO *et al*., 2019; REIS *et al*., 2018; CARDOZO *et al*., 2022. (c) FURQUIM *et al*., 2018; MARCATTO *et al*., 2021; LUCCHESI *et al*., 2024; SANTANA *et al*., 2023. (d) SCHEMBERGUE *et al*., 2017; LIMA *et al*., 2022; GAMA-RODRIGUES *et al*., 2021. (e) SILVA *et al*., 2020; VILLANI *et al*., 2017; SILVA *et al*., 2018.

Fonte: Autores (2025).

DISCUSSÃO

Os estudos encontrados em termos associados à fertilidade do solo e à matéria orgânica do solo representam que a produção científica tem priorizado a avaliação de atributos edáficos como componente-chave para a produtividade e a sustentabilidade em SAFs, especialmente na Amazônia. Essa ênfase evidencia que os SAFs são fundamentais para promover uma agricultura mais sustentável e produtiva, oferecendo vantagens econômicas e ambientais significativas em comparação com sistemas de monocultura. Eles integram árvores, culturas agrícolas e animais em um mesmo espaço, o que não só diversifica a produção como também melhora a fertilidade do solo, contribui para a regulação do microclima e auxilia na recuperação de áreas degradadas (NTAWURUHUNGA *et al.*, 2023).

O destaque de indicadores do solo na literatura também se reflete na distribuição geográfica das pesquisas na Amazônia brasileira. A maior concentração de publicações no estado do Pará indica uma predominância de estudos que utilizam SAFs para recuperação de áreas degradadas, possivelmente

associada às altas taxas de desmatamento no estado (SILVA *et al.*, 2021). Além disso, a recorrência de estudos nesta temática também foi marcante nos estados do Maranhão e Rondônia, demonstrando que o uso de SAFs pode estar relacionado à expansão agropecuária nessas regiões (DOS SANTOS *et al.*, 2018; FREITAS, 2022), seguidos pelo estado do Acre que apresentou o menor número de publicações. A alta concentração de estudos no Pará pode estar ligada à preocupação com o desmatamento nesta área e à busca de soluções viáveis para mitigação dos impactos ambientais. Os SAFs são considerados uma alternativa promissora para recuperar áreas degradadas na Amazônia, pois permitem a recomposição da cobertura vegetal (DOMICIANO *et al.*, 2020; GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2021).

No recorte temporal deste estudo, a dinâmica das publicações variou de forma expressiva, com destaque para 2021, que apresentou mais de 80 espécies analisadas. Esse aumento está relacionado a fatores como o lançamento de novos projetos de pesquisa, maior financiamento para a restauração ecológica, e possivelmente, pela mitigação dos impactos ambientais. Após o pico em 2021, notou-se uma queda acentuada em 2022, com a diminuição no número de espécies estudadas. O aumento no número de espécies estudadas em 2023 e 2024, embora modesto em comparação ao pico de 2021, demonstra a retomada das pesquisas e busca constante pela recuperação dos serviços ecossistêmicos utilizando o potencial dos SAFs.

Esses estudos são vistos como uma abordagem inovadora para diversificar a produção agrícola, melhorando a renda e segurança alimentar, especialmente em pequenas propriedades (LEHMANN *et al.*, 2020). Com o aumento populacional e a demanda por alimentos, o uso sustentável dos recursos é fundamental. Além disso, os SAFs contribuem para a economia, soberania alimentar e conservação ambiental, corroborando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (NTAWURUHUNGA *et al.*, 2023). Assim, investir em práticas que integrem conhecimentos científicos, apoiadas por políticas públicas, é fundamental para garantir resiliência climática, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável.

Os resultados relacionados à composição florística indicam que a seleção de espécies em SAFs, para fins de recuperação de áreas degradadas, tende a combinar componentes de alto valor econômico com funções ecológicas relevantes para a restauração. Neste sentido, *T. cacao* e *T. grandiflorum* são espécies

aplicadas nesse sistema (N›ZI *et al.*, 2022; SANTOS *et al.,* 2022). Devido ao seu valor econômico, o cacau e o cupuaçu são comercializados para produção alimentícia e de cosméticos, enquanto sua capacidade ecológica é bem adaptável a locais com sombreamento, o que facilita o microclima e o desenvolvimento da matéria orgânica e recuperação do solo, sendo adequado também para a regeneração de outras espécies nativas em áreas degradadas (LAGNEAUX; ANDREOTTI; NEHER, 2021; FROTA FILHO & VIEIRA., 2019).

Por outro lado, a grande ocorrência de *Handroanthus* sp. nos estudos pode estar relacionada ao seu elevado potencial madeireiro dos ipês, uma vez que se apresentam como madeira nobre. Em função disso, essa espécie é frequentemente incluída em SAFs devido à sua contribuição econômica para utilização em construções e utensílios, além de contribuir para a biodiversidade de SAFs, o que o torna valioso em estratégias de restauração ecológica (SILVA-JUNIOR *et al.*, 2017; LUNARDI *et al.*, 2019).

Também se destacam *E. oleracea* e *S. macrophylla,* espécies de alta concentração no norte do Brasil, por sua adaptabilidade em solos de baixa fertilidade (CORTEZZI, 2020; VAZ & NABOUT, 2016). A *E. oleracea*, por exemplo, além de ter valor econômico pela produção e exportação de açaí, auxilia na recuperação da estrutura do solo e na estabilização da umidade, sendo características desejáveis em áreas que foram degradadas pela atividade agrícola ou madeireira intensiva (LAY *et al.*, 2021; DARNET *et al.*, 2023; SANTANA *et al.*, 2023). Já a grande ocorrência de *S. macrophylla*, nos artigos ao longo dos anos, pode ocorrer devido ao fato que o mogno-brasileiro é uma espécie de grande porte e de madeira resistente, que suporta melhor ambientes degradados com erosão, por exemplo, sendo relevante na recuperação estrutural e funcional de ecossistemas degradados (SILVA *et al.*, 2018; HERRERA-FEIJOO *et al.*, 2023; REIS *et al.*, 2019).

A distribuição das espécies por função indicou que a maioria dos estudos utilizaram as espécies para recuperação de áreas degradadas priorizando a restauração e melhoria das condições do solo. Nessas áreas, o solo costuma estar empobrecido e compactado, assim, a presença de espécies que ajudam na ciclagem de nutrientes e na melhoria da estrutura do solo é fundamental para reverter os danos (STÖCKER *et al.*, 2022). Além disso, esta prática também está voltada para o estoque de carbono, visando contribuir para a mitigação das

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

mudanças climáticas (GHALE *et al.*, 2022). No entanto, a produção de alimentos e frutíferas obtiveram menores quantidades de espécies, indicando que as espécies plantadas para recuperação podem fornecer benefícios econômicos e alimentares para as comunidades locais, entretanto, atividades para melhorar a qualidade do solo, obtiveram resultados superiores.

A integração entre conservação ambiental e geração de renda destaca o potencial dos SAFs para promover o desenvolvimento sustentável. Nos contextos rurais da Amazônia Oriental, esses sistemas atuam como uma solução eficaz para a adaptação às mudanças climáticas e o combate à pobreza, além disso, permitem o armazenamento de carbono na biomassa das árvores, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa, e oferecendo retorno econômico para as comunidades, e sobretudo, podem ser vistos como uma ferramenta eficaz para fomentar a recuperação de áreas degradadas (CELENTANO *et al.*, 2020; SIQUEIRA *et al.*, 2020; RODRÍGUEZ *et al.*, 2021; CARDOZO *et al.*, 2022).

Entretanto, a efetividade desse potencial depende diretamente do enfrentamento de diversos impactos descritos na literatura, como à degradação do solo, que se manifesta principalmente na perda de fertilidade e matéria orgânica, na retirada da cobertura vegetal e nas alterações na estrutura do solo, que resultam em uma diminuição do estoque de carbono. Além disso, o desmatamento e as mudanças climáticas agravam os problemas destacados nos estudos analisados (PÉREZ *et al.*, 2016; DAMIAN, *et al,* 2021). Esses problemas apontam para a necessidade de aprimoramento nas práticas de manejo e na seleção de espécies adequadas para SAFs. Embora os SAFs ofereçam potencial para recuperar áreas degradadas, a adoção de práticas sustentáveis e a inclusão de espécies que sejam resilientes e que possam promover a recuperação do solo são fundamentais.

CONCLUSÃO

As análises dos artigos evidenciaram que os SAFs apresentam elevado potencial para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia brasileira, com destaque para a melhoria da qualidade do solo, o aumento do estoque de carbono e o uso do consórcio de espécies. As espécies mais recorrentes nos

SAFs analisados foram *T. cacao* e *Handroanthus* sp. associadas principalmente à restauração da fertilidade do solo. Os principais problemas relatados nos estudos incluíram degradação do solo, redução de carbono e manejo inadequado, reforçando a relevância dos SAFs como estratégia para a recuperação ambiental na região amazônica. Contudo, a concentração de pesquisas no Pará e em um grupo restrito de espécies revela a necessidade de ampliar investigações para outras regiões e arranjos, garantindo bases mais sólidas para políticas de restauração em escala regional.

REFERÊNCIAS

AGÁPTO, J. *et al.* Fungos fitopatogênicos de solo em sistemas agroflorestais: revisão de literatura. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 3, p. 3052–3079, 2021.

ANTONELLI, A. *et al.* Amazonia is the primary source of neotropical biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 23, p. 6034–6039, 2018.

BAUMGARTNER, L. *et al.* Estoque e mecanismo de proteção física do carbono no solo em manejos agrícolas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 6, p. 3341–3360, 2021.

CARDOZO, E. G. *et al.* Agroforestry systems recover tree carbon stock faster than natural succession in Eastern Amazon, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 96, n. 5, p. 941–956, 2022.

CELENTANO, D. *et al.* Carbon sequestration and nutrient cycling in agroforestry systems on degraded soils of Eastern Amazon, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 1781–1792, 2020.

CORTEZZI, F. Açaí in the globalization model of Amazon plants: an ancient product, new forms of spatial production and reproduction. **Geosaberes**, v. 11, p. 493, 2020.

COSTA, M. *et al.* Efluxo de CO_2, atributos físicos e carbono do solo em manejos agroecológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, p. 251–255, 2017.

DAMIAN, J. M. *et al.* Deforestation and land use change mediate soil carbon changes in the eastern Brazilian Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 21, n. 3, p. 64, 2021.

DARNET, E. *et al.* Elucidating the mesocarp drupe transcriptome of açai (*Euterpe oleracea* Mart.): an Amazonian tree palm producer of bioactive compounds. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 11, 2023.

DA ROCHA, F. L.; DAL SOGLIO, F. K. Sistemas agroflorestais para a agricultura familiar: formação de redes rurais no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 13, 2021.

DOMICIANO, L. F. *et al.* Agroforestry systems: an alternative to intensify forage-based livestock in the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 1839–1849, 2020.

DOS SANTOS, C. C. *et al.* Soil carbon stock and Plinthosol fertility in smallholder land-use systems in the eastern Amazon, Brazil. **Carbon Management**, v. 9, n. 6, p. 655–664, 2018.

DU, X. *et al.* Conservation management decreases surface runoff and soil erosion. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 10, n. 2, p. 188–196, 2022.

FAHAD, S. *et al.* Agroforestry systems for soil health improvement and maintenance. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 14877, 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO); GLOBAL MECHANISM OF THE UNCCD. **Sustainable financing for forest and landscape restoration: opportunities, challenges and the way forward**. Rome: FAO, 2015.

FREITAS, R. E. Brazil's agricultural expansion: main crops in Matopiba. **Revista de Política Agrícola**, ano 31, n. 1, p. 70–85, 2022.

FROTA FILHO, A. B.; VIEIRA, A. F. S. G. The use of phytomass in the recovery of degraded soil. **[Periódico não identificado]**, v. 18, p. e18028, 2019.

FURQUIM, C. M. P.; SILVA, A. P. da; TAVARES FILHO, J. Opinião dos agricultores sobre o uso e manejo do solo e sua relação com o retorno da erosão em sistemas de plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 6, p. 2843–2850, 2018.

GAMA-RODRIGUES, A. C. *et al.* Cacao-based agroforestry systems in the Atlantic Forest and Amazon Biomes: an ecoregional analysis of land use. **Agricultural Systems**, v. 194, p. 103270, 2021.

GHALE, B. *et al.* Carbon sequestration potential of agroforestry systems and its potential in climate change mitigation. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 233, n. 7, p. 228, 2022.

HERRERA-FEIJOO, R. *et al.* Modelling climatically suitable areas for mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and their shifts across Neotropics: the role of protected areas. **Forests**, v. 14, n. 2, p. 385, 2023.

LAGNEAUX, E.; ANDREOTTI, F.; NEHER, C. Cacao, copoazu and macambo: exploring *Theobroma* diversity in smallholder agroforestry systems of the Peruvian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 1369, 2021.

LAY, C. *et al.* Traditional knowledge of açaí (*Euterpe precatoria* Mart. – Arecaceae) usage in the Sustainable Development Reserve – RDS Piagaçu Purus – Amazonas – Brazil. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 127–134, 2021.

LEHMANN, L. M. *et al.* Productivity and economic evaluation of agroforestry systems for sustainable production of food and non-food products. **Sustainability**, v. 12, n. 13, p. 5429, 2020.

LIMA, S. *et al.* Caracterização geográfica e dinâmica de uso da terra da Ibiapaba e seu entorno, Domínio Fitogeográfico da Caatinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 5, p. 2500–2524, 2022.

LOBATO, L. F. *et al.* Percepção de agricultores familiares sobre práticas de manejo do solo, em diferentes sistemas de uso da terra, Santarém, Pará. *In*: **Congresso Internacional de Ciências Agrárias (COINTER)**, 4., 2019, Recife. Anais [...]. Recife: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2019.

LUCCHESI, A. *et al.* Araguaia biodiversity corridor cost benefit analysis: large scale restoration and sustainable agribusiness in Amazon and Cerrado. **Land Use Policy**, v. 141, art. 107122, 2024.

LUNARDI, V. *et al. Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae) as an important floral resource for synanthropic birds in the Brazilian semi-arid. **Oecologia Australis**, v. 23, n. 1, p. 137–144, 2019.

MAJUMDAR, A.; AVISHEK, K. Riparian zone assessment and management: an integrated review using geospatial technology. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 234, n. 5, p. 319, 2023.

MARCATTO, F.; SILVEIRA, H.; FONTANA, A. Estabilidade de agregados dos solos em uma topossequência cultivada com cana-de-açúcar em Astorga-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 7, p. 3953–3967, 2021.

MARTINS, W. B. R. *et al.* Ecological methods and indicators for recovering and monitoring ecosystems after mining: a global literature review. **Ecological Engineering**, v. 145, p. 105707, 2020.

MESEGUER, A. S. *et al.* The role of the Neotropics as a source of world tetrapod biodiversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 29, n. 9, p. 1565–1578, 2020.

NTAWURUHUNGA, D. *et al.* Climate-smart agroforestry systems and practices: a systematic review of what works, what doesn't work, and why. **Forest Policy and Economics**, v. 150, p. 102937, 2023.

N'ZI, J. *et al.* Analysis of the *Ricinodendron heudelotii* × *Theobroma cacao* L. interaction in traditional agroforestry systems in Côte d'Ivoire. **Horticulturae**, v. 9, n. 1, p. 26, 2022.

PÉREZ, H.; RODRÍGUEZ, I.; ARZOLA, N. **Aprovechamiento sostenible de los residuos de origen orgánico y la zeolita en la agricultura**. Machala: Universidad Técnica de Machala, 2016.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023.

REIS, S. *et al.* Growth and yield of mahogany wood in cocoa-based agroforestry systems of two soil types in the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 93, p. 2163–2172, 2019.

RODRÍGUEZ, L. *et al.* Agroforestry systems impact soil macroaggregation and enhance carbon storage in Colombian deforested Amazonia. **Geoderma**, v. 384, p. 114810, 2021.

ROSATI, A.; BOREK, R.; CANALI, S. Agroforestry and organic agriculture. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 805–821, 2021.

SANTANA, A. *et al.* Bioeconomic evaluation of an agroforestry system and the potential to recover degraded areas and capitalize producers in the state of Pará, Brazilian Amazon. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 61, p. 439–455, 2023.

SANTOS, A. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacity of cocoa-based agroforestry systems in the Brazilian Amazon. **Foods**, v. 11, n. 24, 2022.

SCHEMBERGUE, A. *et al.* Sistemas agroflorestais como estratégia de adaptação aos desafios das mudanças climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, p. 9–30, 2017.

SILVA, C. A. *et al.* Fire occurrences and greenhouse gas emissions from deforestation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**, v. 13, n. 3, p. 376, 2021.

SILVA, D. *et al.* Determination of the country of origin of true mahogany (*Swietenia macrophylla* King) wood in five Latin American countries using handheld NIR devices and multivariate data analysis. **Holzforschung**, v. 72, p. 521–530, 2018.

SILVA-JUNIOR, O. *et al.* Genome assembly of the Pink Ipê (*Handroanthus impetiginosus*, Bignoniaceae), a highly valued, ecologically keystone Neotropical timber forest tree. **GigaScience**, v. 7, n. 1, p. 1–16, 2017.

SILVA, P. *et al.* Utilização de indicadores participativos de qualidade do solo em sistemas de produção agrícola familiar. **Nativa**, v. 8, p. 671–678, 2020.

SIQUEIRA, C. C. Z. *et al.* Carbon stocks of a degraded soil recovered with agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 3, p. 1059–1069, 2020.

STÖCKER, C. M. *et al.* Short-term soil physical quality improvements promoted by an agroforestry system. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 5, p. 2053–2064, 2020.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Federative Republic of Brazil intended nationally determined contribution towards achieving the objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Bonn, 2015. Disponível em: https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Brazil/1/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf. Acesso em: 30 dez. 2025.

VAZ, Ú.; NABOUT, J. Using ecological niche models to predict the impact of global climate change on the geographical distribution and productivity of *Euterpe oleracea* Mart. (Arecaceae) in the Amazon. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, p. 290–295, 2016.

VILLANI, F. T. *et al.* Microbial carbon, mineral-N and soil nutrients in indigenous agroforestry systems and other land use in the upper Solimões Region, Western Amazonas State, Brazil. **Agricultural Sciences**, v. 8, n. 7, p. 657–674, 2017.

05

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS DE FRUTOS DO SEMIÁRIDO MINEIRO

Viviane Dias Medeiros Silva
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Sete Lagoas (UFSJ)

Ana Luiza Coeli Cruz Ramos
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Bruna Vieira Nunes
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Lara Louzada Aguiar
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Ana Luiza Santos Vieira
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Gabriel Barbosa de Oliveira
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

André Mundombe Sinela
Instituto Politécnico da Universidade José Eduardo dos Santos, Angola

Delfina Fernandes Hlahwayo
Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique

Raquel Linhares Bello de Araújo
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Julio Onesio-Ferreira Melo
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa (ISA)

doi 10.37885/251220976

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo foi obter farinhas das diferentes partes de araticum, pequi e umbu e caracterizá-las quanto à composição centesimal e parâmetros físico-químicos e tecnológicos. **Métodos**: Os frutos foram cortados e suas partes separadas manualmente. Em seguida, as cascas, sementes e polpas foram desidratadas em estufa com circulação de ar a 60 °C por 24 h. **Resultados:** As nove farinhas obtidas apresentaram valores de umidade entre 4,22 e 15,41 g.100 g^{-1}; proteína de 2,06 a 28,43 g.100 g^{-1}; lipídeos de 0,87 a 59,96 g.100 g^{-1}; cinzas entre 1,02 e 4,85 g.100 g^{-1}; carboidratos de 12,37 a 94,03 g.100 g^{-1}; sólidos solúveis totais de 0,3 a 5,6 °Brix; pH entre 2,24 e 6,34; luminosidade de 40,87 a 70,09; tonalidade entre 62,85 e 78,28°; croma entre 13,21 e 88,15; capacidade de retenção de água (CRA) de 2,47 a 8,41 g/g; e capacidade de retenção de óleo (CRO) entre 2,16 e 4,39 g/g. De modo geral, esses dados indicam que a farinha da amêndoa de pequi é rica em proteína, lipídeos e minerais, a farinha da polpa de pequi também é rica em lipídeos e apresentou tonalidade amarela intensa, a farinha da polpa de umbu é rica em minerais, a farinha da semente de umbu possuiu o maior valor de CRO, podendo ser utilizada em produtos com alto teor lipídico, enquanto as farinhas das cascas dos três frutos apresentaram maior valor de CRA, tendo possibilidade de aplicação em produtos de panificação. **Conclusão:** As farinhas obtidas podem ser empregadas na elaboração de novos produtos ou na substituição de ingredientes para melhorar a textura, com alegação de alimento funcional, e podem contribuir com a qualidade nutricional e a segurança alimentar regional.

Palavras-chave: Araticum; Pequi; Umbu; Subprodutos; Conservação.

INTRODUÇÃO

A região semiárida do estado de Minas Gerais compreende as mesorregiões do Norte e Noroeste de Minas, e Vales do Jequitinhonha, do Mucuri e do Rio Doce, englobando municípios caracterizados por altos níveis de exclusão social e de degradação ambiental. Esta região é um ecótone com transição entre os biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, caracterizada pela grande variabilidade e vulnerabilidade climática, com secas periódicas que provocam baixa oferta de água e reduzem a produção agrícola causando escassez de alimentos (SILVA *et al.*, 2023; SUDENE, 2021).

Apesar dos problemas sociais, econômicos e ambientais, essa região possui uma flora rica em diversas espécies com grande potencial de utilização agrícola, já que estas são comumente utilizadas pela população local, porém, sua produção é majoritariamente extrativista. As árvores frutíferas endêmicas da região semiárida têm a capacidade de se adaptar às condições de clima e solo e produzem mesmo em épocas de estiagem prolongada (INSA, 2020; SABER TECNOLOGIAS, 2025). Dentre essas espécies, podem-se citar *Annona classiflora* e *Caryocar brasiliense*, nativas do Cerrado, e *Spondias tuberosa*, da Caatinga, que representam importante papel econômico, social, cultural e alimentar para os moradores e agricultores familiares da região (TAKAHASHI *et al.*, 2024).

O araticum, fruto da *Annona classiflora*, possui casca espessa amarronzada, polpa de coloração amarelo claro, com sabor levemente adocicado e aroma marcante, onde estão as sementes dispersas. Quando maduro, fornece alto valor nutricional, com teores significativos de ácido ascórbico e vitaminas A e E, e uma ampla diversidade de fitoquímicos, como carotenoides, folato e flavonoides (RAMOS *et al.*, 2022). A polpa é a parte consumida tanto fresca como em geleias, doces, sorvetes e iogurtes (ARRUDA *et al.*, 2023; RAMOS *et al.*, 2022).

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) é a árvore símbolo de Minas Gerais. Seu fruto, o pequi, é do tipo drupa, com a casca constituída do exocarpo, sendo a parte mais externa, esverdeada, e do mesocarpo externo, de coloração amarelo esverdeada clara. Nesta porção, estão inseridos de um a seis pirênios ou caroços, que são revestidos pelo mesocarpo interno, que é a polpa amarela, de odor forte e sabor característico. No interior desta polpa, há o endocarpo espinhoso, que envolve a amêndoa (WEICHERT *et al.*, 2023). A polpa é a parte mais consumida

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

pela população local, utilizando-a após o cozimento em diferentes pratos típicos (CORREA *et al.*, 2024). A amêndoa, apesar de ainda ser considerada um subproduto do fruto e ser pouco explorada, sendo geralmente descartada, é rica em proteína, lipídeos e compostos bioativos (CORNELIO-SANTIAGO *et al.*, 2022). Contudo, já há cooperativas e comunidades tradicionais que extraem as amêndoas e as vendem para consumo (NÚCLEO DO PEQUI, 2025).

O umbu é um fruto climatérico pequeno, com casca verde-amarelada, polpa comestível doce e ácida que envolve uma semente, é rico em vitamina C e compostos bioativos (XAVIER *et al.*, 2022). O processamento do umbu para produção de sucos, sorvete, geleias e polpa congelada gera grande quantidade de resíduos agroindustriais, como casca e semente, que geralmente são descartados, contudo, contêm vários constituintes bioativos (RIBEIRO *et al.*, 2019).

Esses frutos são sazonais e perecíveis, por isso, buscar alternativas de consumo que prolonguem a vida útil e contribua para a segurança alimentar é necessário. Neste sentido, a transformação de frutos em farinhas é uma alternativa à substituição de farinhas brancas, uma vez que o processo de secagem aumenta a conservação dos frutos (NUNES *et al.*, 2022), facilita a estocagem e há maior concentração de seus nutrientes devido à remoção da água (LOPES *et al.*, 2024).

O processo de obtenção das farinhas consiste, geralmente, em lavagem, descascamento, trituração, prensagem, secagem e moagem, variando de acordo com o tipo de farinha e as localidades. O material seco obtido deve ter teor de umidade inferior a 15% (ANVISA, 2022; LOPES *et al.*, 2024; NUNES *et al.*, 2022).

Como exemplos de farinhas obtidas a partir de frutos, tem-se farinhas da casca (BEMFEITO *et al.*, 2020; CANGUSSU *et al.*, 2021b; NARITA *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022), do mesocarpo (COSTA *et al.*, 2017; NARITA *et al.*, 2022), da amêndoa (NARITA *et al.* ,2022) e da polpa de pequi (FERRAZ e SILVA *et al.*, 2022; NARITA *et al.*, 2022; BRAGA-SOUTO *et al.*, 2021), farinha da polpa de araticum (SILVA, J. S. *et al.*, 2020); farinhas da polpa e da casca de umbu (CANGUSSU *et al.*, 2021a); farinha do resíduo de mangaba (VASCONCELOS *et al.*, 2023), farinhas de resíduos de frutas cítricas (GUIMARÃES *et al.*, 2025), farinha de buriti (RESENDE *et al.*, 2019) e farinha da castanha de baru (PAGLARINI *et al.*, 2018).

Portanto, há uma diversidade de frutos nativos brasileiros que tem potencial para produção de farinhas, como forma de diversificar modos de consumo

desses frutos, agregar valor, aprimorar as propriedades nutricionais dos alimentos processados, além de gerar renda para a agricultura familiar (NUNES *et al.*, 2022). Além disso, o uso das partes consideradas resíduos, como casca e semente, que geralmente são descartadas, no desenvolvimento de alimentos vem sendo pesquisado, já que esses subprodutos apresentam nutrientes e compostos bioativos (GUIMARÃES *et al,* 2025; VASCONCELOS *et al.*, 2023).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi obter farinhas das diferentes partes de araticum, pequi e umbu e caracterizá-las quanto à composição centesimal e parâmetros físico-químicos e tecnológicos.

MÉTODOS

Material vegetal

Os araticuns foram adquiridos em comércio especializado em hortifrútis de Belo Horizonte, em março de 2024 e 2025, e eram provenientes de Montes Claros; os pequis e os umbus foram adquiridos em comércio especializado em Montes Claros, provenientes dos municípios de Campo Azul/MG e de Lontra/MG, respectivamente, em dezembro de 2023, e também foram coletados em Pirapora/MG, em janeiro de 2024. Todos os municípios de origem dos frutos estão localizados no semiárido mineiro. Esses frutos foram lavados em água corrente, higienizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos com posterior enxágue e cortados para a separação das partes, compreendendo casca, polpa e sementes (araticum e umbu) e para o pequi, exocarpo, mesocarpo externo, pirênios (polpa) e amêndoa. As polpas de araticum e de umbu foram processadas em liquidificador (Mondial, Brasil) e as cascas e sementes foram moídas em moinho analítico de batelada (IKA A 11 Basic, Alemanha). A semente de umbu, por ser muito dura, foi moída após a desidratação na estufa a 60 °C por 24 h. Posteriormente, foram envasados separadamente em sacos de polietileno, identificados e mantidos sob refrigeração (-22 °C) até a realização das análises.

Para obtenção das farinhas, as amostras de polpa e casca de araticum, polpa, exocarpo, mesocarpo externo e amêndoa de pequi, e polpa, casca e semente de umbu foram descongeladas em geladeira, em seguida, foram

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

espalhadas em bandejas de aço inox e levadas em estufa com circulação mecânica (Fanem, 320-SE, Brasil) a 60 °C por 24 h. Após secas, foram moídas e passadas em peneira de malha de 32-mesh, com exceção da amêndoa de pequi, que apresentou granulometria maior, mesmo após a moagem. A semente de araticum apresentou toxicidade pelo bioensaio com *Artemia salina* (DL50 de 2,03 μg/mL), por isso, não foi processada em farinha. Ressalta-se que as farinhas dos frutos provenientes de localidades diferentes foram misturadas de modo a ter um lote para cada parte de cada fruto.

Caracterização das farinhas

As farinhas de polpa e casca de araticum, polpa, exocarpo, mesocarpo externo e amêndoa de pequi, e polpa, casca e semente de umbu foram analisadas quanto aos teores de proteína, lipídeos, cinzas (AOAC, 2012), umidade (IAL, 2008) em triplicata, no Laboratório de Bromatologia - Unidade de Pesquisa Química de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG. A análise de proteína foi realizada pelo método de micro-Kjeldahl (bloco digestor TECNAL, 040/25, e destilador de nitrogênio TECNAL, TE-0363, SP, Brasil), com o fator de conversão 6,25. A extração direta em Soxhlet (Solab, SL-202, Piracicaba, SP) utilizando éter etílico foi o método empregado para a determinação dos lipídeos. As cinzas foram obtidas por incineração em mufla (FORNITEC, 2629, São Paulo) a 550 °C. A umidade foi determinada pelo método de secagem direta em estufa (Ethik Technology, EST.402, Brasil) a 105 ºC até peso constante. O teor de carboidratos foi determinado por subtrair a soma dos valores obtidos de proteína, lipídeos e cinzas de 100 g. Os resultados foram expressos em $g.100^{-1}$ g de farinha (em base seca).

Os parâmetros colorimétricos foram avaliados em um espectrofotômetro (Konica Minolta, CM-2300d, Japão) equipado com a escala CIELab, compreendendo L* (luminosidade), a* (vermelho a verde) e b* (amarelo a azul), sendo esses dois últimos parâmetros usados para calcular o ângulo h° (tonalidade) e C* (croma ou intensidade da cor) pelas equações 1 e 2, respectivamente (SILVA, V. D. M. *et al.*, 2020). A leitura foi realizada em cinco pontos diferentes de cada amostra.

$$h° = \text{arco tangente } (\frac{b*}{a*}) \quad \text{(Eq. 1)}$$

$$c* = \sqrt{(a*)^2+(b*)^2} \quad \text{(Eq. 2)}$$

Os valores de pH e sólidos solúveis totais (SST) foram avaliados em uma suspensão contendo 1 g de cada farinha e 11 mL de água destilada, em triplicata (ALKARKHI *et al.*, 2011). Após 5 min de agitação em agitador manual vortex (Craltech, SP, Brasil) e 30 min de repouso, as amostras foram filtradas em papel de filtro qualitativo e os filtrados foram submetidos às leituras em medidor de pH (Instrutherm, PH-5000, Brasil) e no refratômetro (Hanna Instruments, HI 96801, EUA), respectivamente.

As capacidades de retenção de água (CRA) e de óleo (CRO) foram realizadas segundo Wang *et al.* (2015). Para a CRA, tubos de centrífuga de 50 mL foram pesados em balança analítica (AY220, Shimadzu, Japão) e neles foram adicionados 0,5 g de amostra e 20 mL de água destilada. Após agitação em vórtex por 30 s, as amostras foram mantidas em repouso por 24 h à temperatura ambiente. No dia seguinte, foram centrifugadas (Centrífuga Digital Anco, CD6000, Brasil) a 4200 rpm por 10 min. O sobrenadante foi descartado e os tubos contendo os sedimentos foram pesados. Para a CRO, tubos de centrífuga de 15 mL foram pesados para posterior pesagem de 0,5 de farinha. Neles, foram adicionados 5 mL de óleo de girassol e após agitação em vórtex por 30 s, as amostras foram mantidas sob refrigeração por 1 h. Em seguida, foram centrifugados a 4200 rpm por 10 min, e os sobrenadantes foram descartados e os tubos contendo os sedimentos foram pesados.

Análise estatística

Os resultados foram expressos com as médias das replicatas e seus respectivos desvios padrão. A Anova e a comparação das médias pelo Teste de Tukey ou o teste t de Student a 5% de significância foram avaliadas pelo programa SPSS 15.0 for Windows (SPSS Inc., EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da composição centesimal das farinhas das diferentes partes de araticum, pequi e umbu está apresentado na Tabela 1. Observa-se que apenas a farinha de polpa de umbu apresentou umidade no valor limite de 15%, valor máximo estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2022). A polpa fresca de umbu tem alto teor de umidade (91%), com isso, o processo empregado de desidratação desta parte pode não ter sido tão suficiente para a obtenção de uma farinha com menor umidade em comparação com as demais amostras obtidas. Enquanto que as farinhas de polpa e amêndoa de pequi foram as amostras com os menores teores de umidade (< 5%), o que é desejável para aumentar a conservação do produto, ao minimizar reações químicas e crescimento microbiano (CANGUSSU *et al.*, 2021a).

Tabela 1. Composição centesimal das farinhas dos frutos (g.100 g^{-1}, base seca).

Fruto/parte	Umidade*	Proteína	Lipídeos	Cinzas	Carboidratos
Araticum					
Casca	8,24 ± 0,14^{b}	4,38 ± 0,32^{b}	1,32 ± 0,14^{b}	2,32 ± 0,08^{b}	91,99 ± 0,35^{a}
Polpa	8,92 ± 0,22^{a}	5,16 ± 0,20^{a}	11,22 ± 0,39^{a}	3,41 ± 0,03^{a}	80,20 ± 0,53^{b}
Pequi					
Exocarpo	8,03 ± 0,81^{a}	4,65 ± 0,19^{b}	1,67 ± 0,18^{c}	2,84 ± 0,07^{c}	90,84 ± 0,36^{a}
Mesocarpo	7,65 ± 0,33^{a}	5,20 ± 0,37^{b}	0,87 ± 0,09^{c}	3,43 ± 0,02^{b}	90,49 ± 0,44^{a}
Polpa	4,99 ± 0,08^{b}	5,17 ± 0,09^{b}	59,96 ± 0,29^{a}	1,03 ± 0,11^{d}	33,84 ± 0,34^{b}
Amêndoa	4,22 ± 0,04^{b}	28,43 ± 0,09^{a}	54,34 ± 0,85^{b}	4,85 ± 0,08^{a}	12,37 ± 0,93^{c}
Umbu					
Casca	12,10 ± 0,06^{b}	5,35 ± 0,01^{b}	1,47 ± 0,20^{b}	3,16 ± 0,10^{b}	90,02 ± 0,28^{b}
Polpa	15,41 ± 0,29^{a}	6,62 ± 0,32^{a}	1,62 ± 0,25^{b}	4,54 ± 0,03^{a}	87,22 ± 0,36^{c}
Semente	10,46 ± 0,14^{c}	2,06 ± 0,25^{c}	2,89 ± 0,17^{a}	1,02 ± 0,07^{c}	94,03 ± 0,49^{a}

Fonte: Autores (2025). *Em base úmida. Valores médios ± desvio padrão (n = 3). Letras iguais na mesma coluna para o mesmo fruto não diferem entre si, pelo teste-t para amostras independentes (araticum) e pelo teste de Tukey (pequi e umbu) a 5% de significância.

A farinha com o maior conteúdo de proteína e de cinzas foi a de amêndoa de pequi (28,43 e 4,85 g.100 g^{-1}, respectivamente), o que indica ser um alimento rico em proteína e minerais sendo, portanto, altamente nutritivo. Valor semelhante de proteína (29,62%) foi encontrado por Ramos *et al.* (2021) em amêndoas de pequi desidratadas a 90 °C, contudo, seus teores de lipídeos (35,36%) e de

cinzas (3,5%) foram inferiores e de umidade (5,89%) foi superior à farinha da amêndoa do presente estudo.

O pequi também foi o fruto com as maiores concentrações de lipídeos, sendo encontrado mais de 50% tanto na farinha da polpa quanto na de amêndoa, o que o caracteriza como um fruto oleaginoso (BRITO *et al.*, 2022), cujo perfil de ácidos graxos (AG) lhe confere qualidade nutricional, principalmente pelo alto teor de AG insaturados como o ácido oleico (CORREA *et al.*, 2024). A farinha da polpa de pequi obtida por FERRAZ e SILVA *et al.* (2022), a 60 °C por 6 h, apresentou teor lipídico semelhante (62,63 g.100 g^{-1}) ao do presente estudo, bem como também de proteína (5,00 g.100 g^{-1}) e de umidade (4,20 g.100 g^{-1}), enquanto que o valor de cinzas (2,10 g.100 g^{-1}) foi superior. Já a farinha da casca (exocarpo+mesocarpo) de pequi elaborada por Bemfeito *et al.* (2020) apresentou teores de umidade (8,18%), lipídeos (1,11%), proteína (5,30%), cinzas (2,94%) e carboidratos (90,65%) semelhantes aos das farinhas de exocarpo e de mesocarpo de pequi.

A farinha da polpa de araticum também pode ser considerada com alto teor lipídico (11,22 g.100 g^{-1}) corroborando o estudo de Silva, J. S. *et al.* (2020), que encontraram 12,22 g.100 g^{-1} em farinha da polpa de araticum obtida a 65 °C por 48 h. Os demais nutrientes de ambas as farinhas também se assemelharam, sendo obtido por esses autores: 7,68 g.100 g^{-1} de umidade, 5,45 g.100 g^{-1} de proteína e 2,83 g.100 g^{-1} de cinzas.

Em relação ao umbu, a farinha da polpa possuiu maiores teores de proteína (6,62 g.100 g^{-1}) e de cinzas (4,54 g.100 g^{-1}) em comparação às farinhas da casca e da semente de umbu. Contudo, a farinha da casca foi semelhante às farinhas de cascas madura e semi-madura de umbu (secagem em estufa à 60 °C) obtidas por Cangussu *et al.* (2021a) contendo, respectivamente, 5,87 e 4,49 g.100 g^{-1} de proteínas e 3,40 e 2,61 g.100 g^{-1} de cinzas. Além disso, essas farinhas tiveram menores valores de umidade (8,16 e 7,56 g.100 g^{-1}), lipídeos (0,69 e 0,71 g.100 g^{-1}) e carboidratos (81,91 e 84,63 g.100 g^{-1}) em comparação à farinha da casca de umbu do presente estudo.

Quanto às características físico-químicas, pode-se observar que as farinhas das polpas de araticum (4,23 °Brix) e de umbu (5,60 °Brix) e do mesocarpo de pequi (3,97 °Brix) possuíram os maiores valores de SST (Tabela 2), podendo indicar que essas amostras apresentam maior conteúdo de açúcares, minerais

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

e ácidos orgânicos, que influenciam diretamente na qualidade do produto (VASCONCELOS *et al.*, 2023). Comparativamente, a farinha do resíduo de mangaba produzida por Vasconcelos *et al.* (2023) possuiu 1,9 °Brix, valor inferior ao encontrado para a maioria das farinhas do presente estudo.

Tabela 2. Características físico-química e tecnológicas das farinhas dos frutos.

Fruto/ parte	SST	pH	L*	h°	C*	CRA (g/g)	CRO (g/g)
Araticum							
Casca	1,13 ± 0,06^{b}	5,26 ± 0,06^{a}	44,97 ± 1,32^{b}	68,91 ± 0,98^{a}	34,80 ± 0,91^{b}	4,03 ± 0,04^{a}	2,78 ± 0,09^{a}
Polpa	4,23 ± 0,06^{a}	4,70 ± 0,01^{b}	59,81 ± 1,65^{a}	62,85 ± 0,93^{b}	38,44 ± 1,30^{a}	3,84 ± 0,05^{b}	2,16 ± 0,05^{b}
Pequi							
Exocarpo	2,83 ± 0,06^{b}	4,07 ± 0,08^{d}	40,87 ± 1,78^{c}	71,16 ± 0,66^{b}	30,45 ± 0,67^{b}	6,71 ± 0,31^{a}	2,54 ± 0,08^{ab}
Mesocarpo	3,97 ± 0,15^{a}	4,35 ± 0,02^{c}	45,60 ± 1,13^{b}	73,83 ± 0,54^{a}	32,67 ± 0,53^{b}	7,31 ± 0,64^{a}	2,47 ± 0,06^{b}
Polpa	1,17 ± 0,06^{c}	5,31 ± 0,12^{b}	65,18 ± 1,97^{a}	74,88 ± 0,43^{a}	88,15 ± 2,63^{a}	3,17 ± 0,19^{b}	2,65 ± 0,05^{a}
Amêndoa	0,73 ± 0,06^{d}	6,34 ± 0,05^{a}	46,39 ± 1,74^{b}	64,11 ± 1,23^{c}	13,21 ± 0,86^{c}	2,47 ± 0,17^{b}	2,17 ± 0,01^{c}
Umbu							
Casca	3,30 ± 0,10^{b}	2,26 ± 0,03^{b}	68,88 ± 0,17^{a}	78,28 ± 0,68^{a}	28,68 ± 0,41^{b}	8,41 ± 0,49^{a}	2,44 ± 0,10^{c}
Polpa	5,60 ± 0,00^{a}	2,24 ± 0,01^{b}	70,09 ± 0,94^{a}	76,88 ± 0,50^{b}	31,73 ± 0,95^{a}	4,74 ± 0,21^{b}	2,68 ± 0,11^{b}
Semente	0,30 ± 0,00^{c}	3,85 ± 0,13^{a}	66,73 ± 0,46^{b}	71,11 ± 0,70^{c}	31,33 ± 0,42^{a}	4,68 ± 0,33^{b}	4,39 ± 0,33^{a}

Fonte: Autores (2025). Valores médios ± desvio padrão (n = 3 para SST, pH, CRA, CRO; n = 5 para L*, h°, C*). Letras iguais na mesma coluna para o mesmo fruto não diferem entre si, pelo teste-t para amostras independentes (araticum) e pelo teste de Tukey (pequi e umbu) a 5% de significância. SST: sólidos solúveis totais; L*: luminosidade; h°: hue ou tonalidade; C*: croma; CRA: capacidade de retenção de água; CRO: capacidade de retenção de óleo.

As farinhas das três partes do umbu e do exocarpo e mesocarpo de pequi apresentaram valores de pH menores que 4,5 (Tabela 2), o que é desejável para inibir o crescimento microbiano (VASCONCELOS *et al.*, 2023). Estes dados corroboram os valores obtidos por Narita *et al.* (2022) para a farinha da casca de pequi (pH 3,34) e por Costa *et al.* (2017) para a farinha do mesocarpo de pequi (pH 4,16). Já o pH da farinha da polpa de araticum (pH 4,70) foi semelhante à da farinha da polpa de araticum (pH 4,74) obtida por Silva, J. S. *et al.* (2020)

No que se refere aos parâmetros colorimétricos, as farinhas das polpas de araticum e de pequi foram mais claras, ou seja, maior valor de L*, do que as demais partes. Para o umbu, as farinhas da casca (68,88) e da polpa (70,09) não apresentaram diferença significativa de L* e foram mais claras que a farinha da semente (66,73) (Tabela 2). Contudo, esta farinha foi ligeiramente mais clara que a farinha da semente de umbu (60,53) preparada a 55°C / 48 h por

Oliveira *et al.* (2024). A farinha de polpa de araticum obtida a 65 °C por 48 h por Silva, J. S. *et al.* (2020) também foi levemente mais escura (L* 55) que a obtida no presente estudo (L* 59,81).

Todas as farinhas apresentaram tonalidade (h°) na faixa entre amarelo e marrom (62 a 78 °), sendo que a farinha da polpa de pequi, por ter tido um alto valor de croma (88,15) (Tabela 2), ou seja, maior intensidade de cor, apresentou coloração amarela intensa (Figura 1).

Figura 1. Farinhas dos frutos do semiárido mineiro.



Fonte: Autores (2025).

De modo geral, as farinhas das cascas dos três frutos exibiram os maiores valores de CRA, com destaque para a farinha da casca de umbu (8,41 g/g), enquanto que a farinha da semente de umbu apresentou maior CRO (4,39 g/g) (Tabela 2). A CRA se refere à quantidade de água que permanece ligada à fibra hidratada após a centrifugação, sendo importante para produtos de panificação, e é influenciada pela hidrofobicidade, porosidade, tamanho das partículas e temperatura. A CRO está relacionada com a estrutura química dos polissacarídeos presentes na farinha e com a capacidade do alimento em reter a gordura durante seu cozimento, sendo aplicada para o desenvolvimento e estabilidade no armazenamento de alimentos à base de farinhas, preservando o sabor e melhorando a textura (LEÃO *et al.*, 2017; RESENDE *et al.*, 2019; SILVA, J.S. *et al.*, 2020). Os valores das CRA das farinhas de umbu e do exocarpo e do mesocarpo de pequi e de CRO da maioria das farinhas foram superiores aos de outros tipos de farinhas de frutos do Cerrado, como a farinha da casca de pequi, com CRA de 3,98 g/g e CRO de 1,35 g/g (LEÃO *et al.*, 2017); a farinha do mesocarpo de pequi: CRA 4,5 g/g e CRO 1,7 g/g (COSTA *et al.*, 2017); e a farinha do resíduo de mangaba: CRA 3,3 g/g e CRO 2,2 g/g (VASCONCELOS *et al.*, 2023).

Portanto, a variabilidade nas características físico-químicas e tecnológicas das farinhas pode ser devido ao tipo e parte do fruto, ao estágio de maturação,

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

ao uso de pré-tratamento antes da secagem, bem como às condições e aos métodos de secagem (ALKARKHI *et al.*, 2011; VU; SCARLETT; VUONG, 2017). E a aplicabilidade dessas farinhas na elaboração de alimentos irá depender do tipo de produto que será desenvolvido, levando em consideração suas características sensoriais.

CONCLUSÃO

A seleção do tipo de farinha a ser usada para uma aplicação específica depende principalmente de sua adequação em relação à cor, porque houve farinhas marrom escuras (farinhas da casca de araticum, do exocarpo e amêndoa de pequi) e farinhas amarelas claras (farinhas da polpa e casca de umbu) e com coloração amarela intensa (farinha da polpa de pequi). As propriedades físico-químicas das farinhas indicam que elas podem ser consideradas boas fontes de nutrientes, como proteína com a farinha da amêndoa de pequi, lipídeos com as farinhas da polpa e da amêndoa de pequi, e minerais com as farinhas da amêndoa de pequi e da polpa de umbu.

As farinhas das cascas dos três frutos, por exibirem os maiores valores de CRA, podem ser usadas como ingredientes em produtos de panificação, a fim de melhorar a textura, prolongar a vida útil e evitar o ressecamento. Enquanto a farinha da semente de umbu, por ter apresentado maior CRO, tem potencial para ser utilizada em produtos com alto teor lipídico, para reter gordura durante o cozimento, aumentando suculência e sabor.

Portanto, o uso dos frutos araticum, pequi e umbu na elaboração de farinhas pode representar uma opção de alimentação diversificada, segura, nutritiva, equilibrada e economicamente viável por agregar valor aos frutos além de poder ser uma fonte de renda da agricultura familiar. Assim, essas farinhas têm potencial para serem incorporadas em formulações de produtos de panificação para melhorar a textura, com alegação de alimento funcional, e pode contribuir com a qualidade nutricional e a segurança alimentar regional.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Minas Gerais, à Universidade Federal de São João del-Rei, Pró-Reitoria de Pesquisa – PROPE - UFSJ, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG (BPD-00858-22; APQ-04336-23), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (Code 001), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (307787/2022-2; 316512/2021-4; 404432/2024-7), e ao Grupo de Ensino de Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia - GEPEQF pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ALKARKHI, A. F. M. *et al.* Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. **Food Chemistry**, v. 129, p. 312-318, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 711, de 1º de Julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. **Diário Oficial da União**, nº 126, de 6 de julho de 2022. Brasília. Disponível em: https://abiam.com.br/wp-content/uploads/2022/07/RDC-711_22-Amidos-e-Feculas.pdf. Acesso em: 28 jul. 2025.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry; **Official Methods of Analysis**, 19th ed., AOAC: Gaithersburg, 2012.

ARRUDA, H. S. *et al.* UHPLC-ESIQTOF-MS/MS profiling of phytochemicals from araticum fruit (Annona crassiflora Mart.) and its antioxidant activity. **Foods**, v. 12, 3456, 2023. https://doi.org/10.3390/foods12183456

BEMFEITO, C. M. *et al.* Nutritional and functional potential of pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) peel flours. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 10, p. 3920–3925, 2020. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04590-4

BRAGA-SOUTO, R. N. *et al.* Pequi flour applied in the preparation of food pasta. **Revista da Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 460-470, 2021. http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n222rc

BRITO, R. M. *et al.* Bioactive compounds of pequi pulp and oil extracts modulate antioxidant activity and antiproliferative activity in cocultured blood mononuclear cells and breast cancer cells. **Food & Nutrition Research**, v. 66, 8282, 2022. http://dx.doi.org/10.29219/fnr.v66.8282

CANGUSSU, L. B. *et al.* Chemical characterization and bioaccessibility assessment of bioactive compounds from umbu (*Spondias tuberosa* A.) fruit peel and pulp flours. **Foods**, v. 10, 2597, 2021a. https://doi.org/10.3390/foods10112597

CANGUSSU, L. B. *et al.* Profile of bioactive compounds in pequi (*Caryocar brasilense* Camb.) peel flours. **Food Chemistry**, v. 350, 129221, 2021b. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129221

CORNELIO-SANTIAGO, H. P. *et al.* Oil extraction from pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb.) and sacha inchi (*Plukenetia huayllabambana* sp. Nov.) almonds by pressurized liquid with intermittent purge: The effects of variables on oil yield and composition. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 182, 105527, 2022. https://doi.org/10.1016/j.supflu.2022.105527.

CORREA, K. L. *et al.* Physicochemical and nutritional properties of vegetable oils from Brazil diversity and their applications in the food industry. **Foods**, v. 13, 1565, 2024. https://doi.org/10.3390/foods13101565

COSTA, A. P. F. *et al.* Obtenção de farinha do mesocarpo de pequi. **Revista Agrarian**, v. 10, n. 38, p. 349-354, 2017.

FERRAZ E SILVA, L. M. S. *et al.* Production, characterization and shelf-life evaluation of *Caryocar brasiliense* pulp flour. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 28, 100512, 2022. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100512

GUIMARÃES, A. I. K. S. *et al.* Resíduos de frutas cítricas: uma alternativa sustentável de nutrientes. **Food Science Today**, v. 4, n. 1, p. 8-11, 2025. https://doi.org/10.58951/fstoday.2025.002

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, Instituto Adolfo Lutz: São Paulo, 2008.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **O Semiárido Brasileiro**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro#:~:text=Com%20mais%20de%20onze%20mil%20esp%C3%A9cies%20vegetais%20catalogadas,,clima%20semi%C3%A1rido%20%C3%A9%20composta%20por%20mata%20espinhosa%20tropical. Acesso em: 19 julho 2025.

LEÃO, D.P. *et al.* Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasilense* Camb.) fruit by-products. **Food Chemistry**, v. 225, p. 146–153, 2017. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.027

LOPES, I. S. *et al.* Fruits of the Brazilian Cerrado: Possibilities of Uses for the Manufacture of Food Products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 67, e24230266, 2024. https://doi.org/10.1590/1678-4324-2024230266

NARITA, I. M. P. *et al.* In vitro bioaccessibility of carotenoids and phenolic compounds and antioxidant capacity of pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) flours. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, e2021068, 2022. https://doi.org/10.1590/1981-6723.06821

NÚCLEO DO PEQUI. **Pequi**. 2025. https://www.nucleodopequi.com.br/nossos-produtos#pequi. Acesso em: 25 julho 2025.

NUNES, B. V. *et al.* Produção artesanal de farinhas. *In*: MELO, J. O. F. (Org.). **Ciências agrárias: o avanço da ciência no Brasil** - volume 5, cap. 27, pp. 371-389, 2022. https://doi.org/10.37885/221211396

OLIVEIRA, F. C. M. *et al.* Effect of roasting temperature on the physicochemical characteristics, phenolic content and bioactive potential of *Spondias* spp. seed flours. **Food Bioscience**, v. 62, 105053, 2024. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105053.

PAGLARINI, C. S. *et al.* Characterization of baru nut (*Dipteryx alata* Vog) flour and its application in reduced-fat cupcakes. **Journal of Food Science and Technology**, v. 1, p.164–172, 2018. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2876-1.

RAMOS, A. L. C. C. *et al.* Use of pulp, peel, and seed of *Annona crassiflora* Mart. in elaborating extracts for fingerprint analysis using paper spray mass spectrometry. **Food Research International**, v. 160, 111687, 2022. https://doi.org/10.1016/j. foodres.2022.111687.

RAMOS, R. O. *et al.* Chemical and antioxidant characterization, sensory and shelf-life analysis of cereal bars with almonds from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Food Science and Technology**, v. 41, Suppl. 1, p. 368-374, 2021. https://doi.org/10.1590/fst.29218

RESENDE, L. M. *et al.* Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. **Food Chemistry**, v. 270, p. 53–60, 2019. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.079

RIBEIRO, L. O. *et al.* Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. **Ciência Rural**, v. 49, n. 4, e20180806, 2019. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180806

SABER TECNOLOGIAS. **Vegetação Semi Árido: Características e Importância**. 2025. Disponível em: https://sabertecnologias.com.br/artigo/vegeta-o-semi-rido/. Acesso em: 19 julho 2025.

SANTOS, B. O. *et al.* Development and chemical characterization of pequi pericarp flour (*Caryocar brasiliense* Camb.) and effect of in vitro digestibility on the bioaccessibility of phenolic compounds. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 33, n. 9, p. 1058-1068, 2022. https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20220022

SILVA, J. S. *et al.* Caracterização nutricional e propriedades funcionais tecnológicas da farinha de polpa de marolo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, e51942826, 2020. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2826.

SILVA, L. A. *et al.* A nova geografia do Semiárido Mineiro: uma análise dos aspectos socioeconômicos e ambientais perante as mudanças climáticas. *In*: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 15, 2023, Serra Talhada.

SILVA, V. D. M. *et al.* Use of Paper Spray-Mass Spectrometry to determine the chemical profile of ripe banana peel flour and evaluation of its physicochemical and antioxidant properties. **Química Nova**, v. 43, n. 5, p. 579-585, 2020. http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170521

SUDENE. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Delimitação do Semiárido – 2021**. Relatório Final. Recife, PE: 2021. Disponível em: https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiaridorelatorionv.pdf. Acesso em: 17 novembro 2025.

TAKAHASHI, J. A *et al.* Economic, nutritional, and innovative aspects of non-conventional Brazilian fruits in the international novel foods market. **Food Research International**, v. 197, 115223, 2024. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115223

VASCONCELOS, K. M. C. S. G. *et al.* Evaluation of nutritional composition of flour residue of mangaba processing. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, e248931, 2023. https://doi.org/10.1590/1519-6984.248931

VU, H. T.; SCARLETT, C. J.; VUONG, Q. V. Effects of drying conditions on physicochemical and antioxidant properties of banana (*Musa cavendish*) peels. **Drying Technology**, v. 35, n. 9, p. 1141–1151, 2017. https://doi.org/10.1080/07373937.2016.1233884

WANG, L. *et al.* Preparation and physicochemical properties of soluble dietary fiber from orange peel assisted by steam explosion and dilute acid soaking. **Food Chemistry**, 185, 90-98. 2015. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.112

WEICHERT, R. F. *et al.* **Árvores do Cerrado - Importância Econômica e Social na Educação Ambiental**. Guarujá-SP: Científica Digital, 2023. https://doi.org/10.37885/978-65-5360-220-5

XAVIER, V. L. *et al.* Nutritional and technological potential of Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) processing by-product flour. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 1, 2022.

06

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE BARUEIRO NATIVOS DO CERRADO MINEIRO

Camila Gonçalves Rodrigues
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Caio Orlando Farias
Escola Estadual Eponina Soares (EEES)

Eduarda Marques Oliveira
Colégio Militar Tiradentes (CMT)

Márcia Meira Lima
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Vinicius Tadeu da Veiga Correia
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

Ana Carolina Fonseca e Silva
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

José Carlos Moraes Rufini
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Lanamar de Almeida Carlos
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

10.37885/260121110

RESUMO

Objetivo: Caracterizar frutos de barueiro da região de João Pinheiro MG. **Métodos:** Os frutos de barueiro foram coletados no estádio maduro na época específica de frutificação na Fazenda Barra e Manga, no município de João Pinheiro-MG. Cerca de 20 frutos, provenientes de 10 árvores, foram transportados para o laboratório sob refrigeração, onde foram lavados, selecionados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (150 ppm de cloro ativo) por 15 minutos. As análises físicas realizadas nos frutos foram: diâmetro longitudinal e transversal, peso do fruto, cor instrumental, volume específico, rendimento de polpa e castanha. **Resultados:** Os frutos estudados podem ser classificados em duas classes de tamanho, frutos maiores de 60 mm de diâmetro longitudinal e frutos entre 50 a 60 mm. Já para o peso do fruto apresentaram valores médios de peso (35,92 g). Com rendimento médio de polpa de 45% e de amêndoa de aproximadamente 5%. Apresentaram coloração com predominância de marrom (h^o médio de 67,53) e de baixa intensidade (C médio de 24,85). As polpas dos frutos podem ser classificadas como um produto de pH próximo ao neutro. **Conclusão:** Conclui-se que a caracterização físico-química dos frutos de barueiro trazem informações importantes de caracterização pós-colheita de frutíferas ainda pouco pesquisadas principalmente quanto a polpa farinácea com grande potencial de exploração comercial.

Palavras-chave: Medidas; baru; cor instrumental; *Dypterix alata* Vog.

INTRODUÇÃO

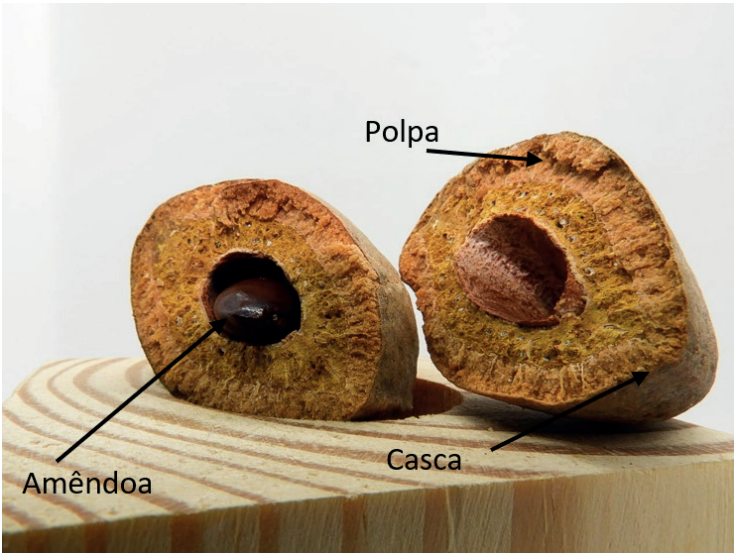
O Cerrado brasileiro corresponde a 24% do território em abrangência. Apresentando uma grande variedade de espécies vegetais e animais muitas das quais são endêmicas (SANTOS, 2018). Além da sua importância ecológica, o cerrado também é uma importante fonte de recursos para população local, incluindo alimentos, medicamentos e matéria-prima para artesanato. Dentre as várias espécies frutíferas nativas dessa região, destacam-se a cagaita, pequi, baru, mangaba e o jatobá, que são apreciados pelas suas saborosas polpas com alta qualidade nutricional, funcional e características sensoriais únicas (SANTOS, 2018). Entretanto, o seu patrimônio genético vem sendo devastado pelo crescente avanço da agricultura, pecuária e urbanização, onde cerca de 50 % da vegetação nativa do bioma já foram desmatados (LAMBIN *et al.*, 2013; NÓBREGA *et al.*, 2018).

O baru (*Dypterix alata* Vog.) é uma leguminosa do tipo drupa, com formato ovalado e suavemente achatado, com coloração marrom, tegumento externo liso e brilhante, e possui apenas uma amêndoa comestível (Figura 1) (ALMEIDA *et al.*, 2016**).** A frutificação ocorre entre os meses de setembro e outubro.

A polpa farinácea e a amêndoa do baru podem ser consumidas de diversas formas. A polpa pode ser utilizada na produção de produtos de panificação, doces e como farinha. As amêndoas podem ser submetidas à torrefação e serem utilizadas inteiras ou fragmentadas no processamento de doces, barras de cereais e ainda na forma de farinha. Das sementes, pode-se também extrair o óleo, que encerra cerca de 5% de α-tocoferol e 4,3% de γ-tocoferol e o resíduo gerado pode ser aproveitado na formulação de produtos de panificação **(**OLIVEIRA *et al.*, 2014**;** ORTOLAN *et al.*, 2016).

Figur

Fruto do barueiro, detalhes para amêndoa, polpa e casca.



Fonte: Autores (2025).

Dessa forma, a crescente demanda associada à escassez de conhecimento sobre a caracterização físico-químicas e o perfil de ácidos graxos dos frutos do cerrado bem como os resíduos gerados, aliados ao novo patamar alcançado pelo interesse da comunidade científica pelo aproveitamento total de frutos, incluindo os resíduos, pelo uso responsável dos recursos naturais e pela preservação do "cerrado em pé", requer o desenvolvimento de pesquisa básica e observações pertinentes sobre a origem dos frutos, visando a determinação e quantificação dos seus componentes. Frente ao exposto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar frutos de barueiro, bem como suas partes comestíveis (polpa e amêndoa) quanto a suas propriedades físicas bem como rendimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material

Os experimentos relacionados foram realizados nos Laboratórios de Conservação Compostos Bioativos e Conservação de Alimentos da Universidade Federal de São João del-Rei – *Campus* Sete Lagoas.

Os frutos de barueiro foram coletados no estádio maduro na época específica de frutificação na Fazenda Barra e Manga, no município de João Pinheiro-MG em setembro de 2023 (Figura 2). Cerca de 20 frutos, provenientes de 10 árvores, foram transportados para o laboratório sob refrigeração, onde foram lavados, selecionados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (150 ppm de cloro ativo) por 15 minutos.

Figura 2 - Situação geográfica da localidade da coleta de frutos de *Dipteryx alata*, João Pinheiro, Minas Gerais.



Fonte: Google Earth.

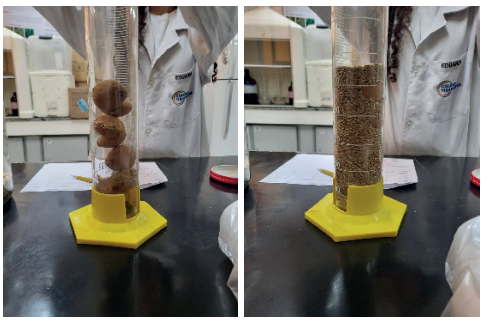
METODOLOGIA

✓ Caracterização físico-química

Os diâmetros dos frutos foram medidos no sentido transversal e longitudinal com o auxílio de um paquímetro digital (ZAAS). As determinações relacionadas às massas dos frutos inteiros e amêndoas foram efetuadas em balança analítica marca UMark 250A. O rendimento de polpa foi determinado por diferença entre as massas dos frutos e as massas das amêndoas, das polpas farináceas e dos resíduos (parte não comestível) correspondentes. Para determinação da cor da polpa, foi utilizado o colorímetro (Konica Minolta, CR 410), fazendo medidas em três pontos distintos na parte equatorial de cada fruto com resultados expressos na proporção dos parâmetros "L"(luminosidade), "C" (Croma) e "Hº" (angulo Hue).

Os volumes dos frutos foram determinados por meio do volume deslocado durante a imersão do fruto inteiro em painço ou alpiste, conforme descrito por Ozores; Storck; Fogaça (2015) para a determinação do volume específico pelo método de deslocamento de sementes de painço (Figura 3). O painço foi colocado em uma proveta graduada de 500 mL vazia e em seguida foi medido o volume do fruto imerso nas sementes através da medição do volume deslocado pelo produto na mesma proveta.

Figura 3 - Análise de volume.



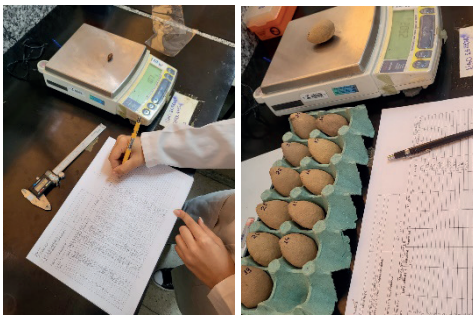
Fonte: Autores (2025).

A densidade foi calculada por meio da equação (1) , onde m representa a massa do fruto inteiro e v o volume do fruto inteiro.

$$d = m/v \qquad \text{Eq. 1}$$

Os rendimentos da polpa e da castanha foram determinados por diferença entre as massas dos frutos inteiros e as massas das polpas e castanhas respectivamente (Figura 4).

Figura 4 - Pesagem dos frutos e amêndoas.



Fonte: Autores (2025).

Antes do despolpamento manual, os frutos foram divididos ao acaso em 3 repetições, as polpas farináceas foram então reunidas de maneira a se obter três amostras compostas, representadas pelas polpas de cinco frutos (Figura 5).

Figura 5 - Seleção e despolpamento dos frutos.



Fonte: Autores (2025).

Para a parte farinácea (polpa), foram avaliadas as características pH e acidez total titulável, segundo as metodologias descritas pela AOAC (2012).

✓ Análise estatística

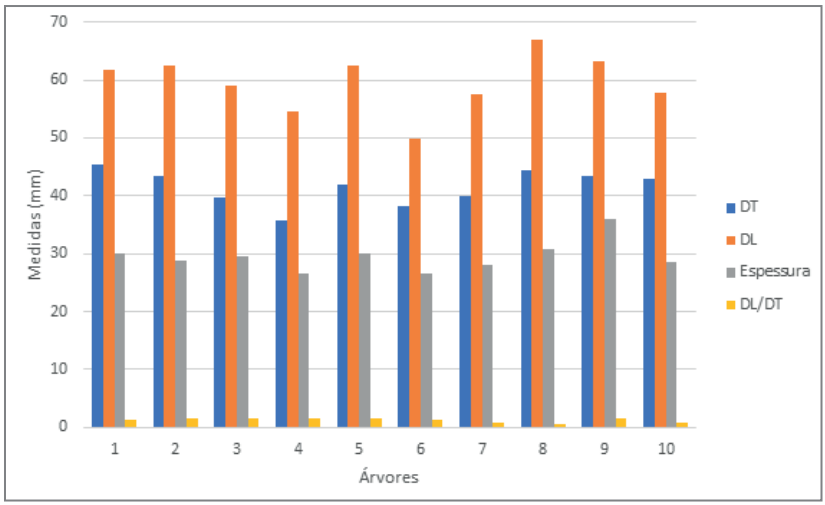
Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado sendo cada uma das árvores considerada uma repetição. Foi feita uma análise descritiva apresentando resultados médios.

RESULTADOS

✓ Medidas Físicas

As medidas físicas dos frutos podem ser observadas conforme as Figuras 6 e 7.

Figura 6 - Valores médios de: Diâmetro Transversal (DT), Diâmetro Longitudinal (DL), Espessura, relação DL/DT dos frutos de baru colhidos na região de João Pinheiro Minas Gerais, 2023.



Fonte: Autores (2025).

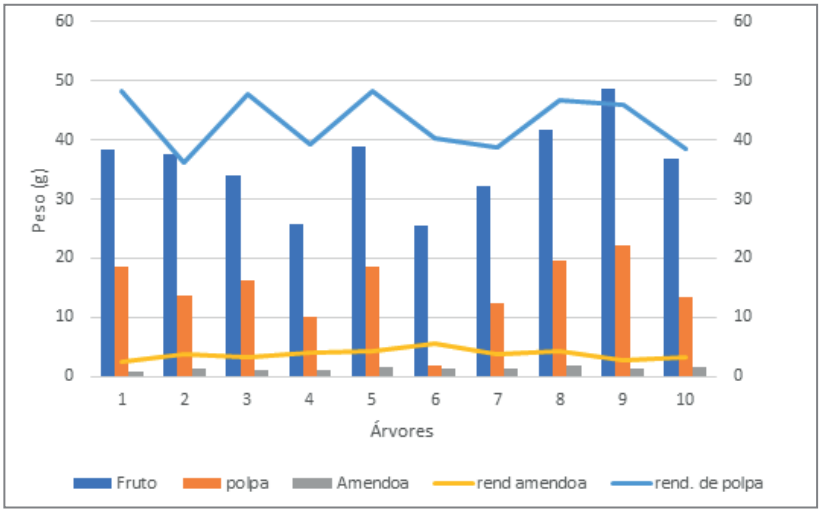
Os resultados permitem observar que os frutos estudados eram representados por duas classes de tamanho, frutos maiores de 60 mm (DL) e frutos entre 50 a 60 mm. Os frutos podem ser classificados como oblongos com valor de DL/DT maior que 1 (Figura 6).

Os frutos inteiros apresentaram valores médios de peso (35,92 g) (Figura 7). Foram realizadas as pesagens do fruto inteiro, polpa e amêndoas para determinação do rendimento. Não foi observado um padrão onde árvores com peso médio de frutos teve um maior rendimento de polpa e amêndoa. Como pode ser observado, as árvores 1 e 2 apresentaram o mesmo peso médio de frutos, mas rendimentos diferentes tanto de polpa quanto de amêndoa. A diferença encontrada nos pesos dos frutos pode estar associada às diferenças

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

fenotípicas determinadas pelas variações ambientais em função das diferentes localidades geográficas.

Figura 7 - Valores médios de: massa do Fruto (Fruto), massa de polpa (polpa), massa de amêndoa (amêndoa), Rendimento de amêndoa (rend amêndoa) e rendimento de polpa (rend polpa) dos frutos de baru colhidos na região de João Pinheiro, Minas Gerais, 2023.



Fonte: Autores (2025).

Os frutos do presente estudo foram maiores e mais pesados que os frutos de baru no estudo da Rinaldi *et al* (2021) onde apresentaram valores médios de comprimento variando entre 21,7 mm e 81,9 mm, largura variou entre 14,2 mm e 66,5 mm e a massa dos frutos variou entre 1,16 g e 66,03 g.

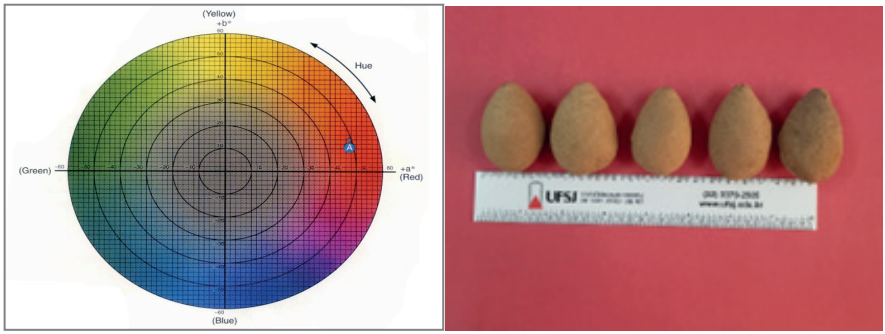
Os frutos de barueiro da região analisada apresentaram coloração com predominância de marrom (hº médio de 67,53) e de baixa intensidade (C médio de 24,85) conforme pode ser visto na Tabela 1, corroborando a Figura 8.

Tabela 1 - Dados colorimétricos dos frutos de barueiro provenientes do município de João Pinheiro – MG.

Árvores	Parâmetros		
	L	C	Hº
1	51,34095	25,67143	68,52905
2	49,05	25,51048	63,16095
3	53,12625	24,59625	67,0575
4	51,02042	25,39958	65,87417
5	52,10083	26,43333	66,05875
6	50,46292	22,73125	68,75125
7	53,88391	23,85913	70,50696
8	52,30524	26,67524	67,59952
9	47,51917	23,80667	68,89792
10	52,78217	23,90165	68,94478
Média	51,35919	24,8585	67,53808

Fonte: Autores (2025).

Figura 8 - Imagem dos barus das diferentes árvores e representação gráfica da escala colorimétrica (seta indica a cor do baru).



Fonte: Autores (2025).

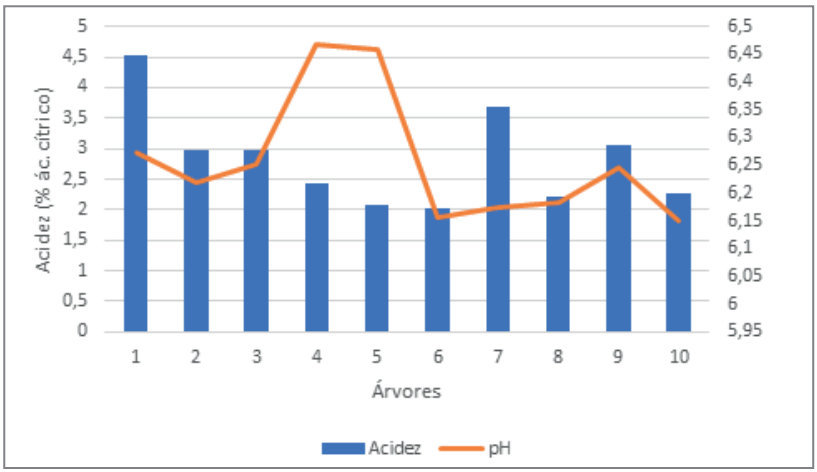
O valor médio da cromaticidade (C) do epicarpo foi de 24,86, bem diferente do encontrado pela Embrapa Cerrado de 71,20 nas amostras de Goiás e 53,86 nas amostras de Arinos, MG (Rinaldi *et al* 2021). O croma é definido como a profundidade ou como a quantidade da cor pela qual se difere uma cor forte de uma fraca; o valor do croma é zero no centro do eixo de cores, aumentando conforme se distancia do centro, podendo caracterizar os frutos do estudo de cor com menor intensidade aos do estudo de Rinaldi e colaboradores (2021) (Martinazzo *et al.*, 2008).

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

O ângulo hue ou a tonalidade tem a classificação de 0 a 360º, onde: 0º vermelho; 90º amarelo; 180º verde; 270º azul e 360º negro (Hunterlab, 2008). Sendo assim, os valores da tonalidade corresponderam à cor real dos frutos. Os frutos do presente estudo podem ser classificados como marrom com valor médio de 67,53, maior que os encontrados por Rinaldi *et al* (2021), onde a tonalidade das cores encontradas no epicarpo médio de 26,97 mais próximos de um tom avermelhado.

Quanto ao pH, as polpas dos frutos podem ser classificadas como um produto próximo ao neutro, com valores próximos de 7, conforme observado na Figura 9 (BRASIL, 2000). É importante salientar que o pH e a acidez titulável dependem do grau de maturação do fruto, bem como de seu estado de conservação antes da análise (podem ocorrer processos fermentativos) acarretando variações nos resultados, além de serem fatores, de reconhecida importância quando se analisa o nível de aceitação de um produto.

Figura 9 - Análise físico-química da polpa de frutos de barueiro, colhidos na região de João Pinheiro, Minas Gerais, 2023.



Fonte: Autores (2025).

CONCLUSÃO

A caracterização físico-química dos frutos de barueiro traz informações importantes de caracterização pós-colheita de frutíferas ainda pouco pesquisadas, principalmente quanto a polpa farinácea de grande potencial de exploração

comercial. Além disso, os resultados obtidos em 2023 servirão para comparações futuras com os resultados das avaliações que serão realizadas em anos seguintes para elucidar os efeitos de alternância de produção e a estabilidade temporal das médias das características dos frutos da região avaliada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L. *et al.* Preparação e caracterização de poliuretanos contendo diferentes quantidades de óleo de baru. **Polímeros**, São Carlos, v. 26, n. 2, p. 176–184, 2016. DOI: 10.1590/0104-1428.2151.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Gaithersburg: AOAC, 2012. 3000 p.

BRASIL. Ministério Público Federal. **Resíduos: Programa de Gestão Ambiental**. 2000. Disponível em: http://pga.pgr.mpf.mp.br/pga/residuos. Acesso em: 20 dez. 2025.

HUNTERLAB. *Insight on color: CIE Lab color scale**. Reston: HunterLab, 2008.

LAMBIN, E. F. *et al.* Estimating the world's potentially available cropland using a bottom-up approach. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 23, p. 892–901, 2013.

MARTINAZZO, A. P. *et al.* Avaliação colorimétrica de folhas secas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) durante o armazenamento em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 131–140, 2008.

NÓBREGA, R. L. B. *et al.* Impacts of land-use and land-cover change on stream hydrochemistry in the Cerrado and Amazon biomes. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 635, p. 259–274, 2018.

OLIVEIRA, L. C. *et al.* Propriedades físicas de sementes de baru em função da secagem. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 1, p. 92–96, 2014. DOI: 10.32404/rean.v1i1.223.

ORTOLAN, A. V. *et al.* Adição de farinha de baru em cupcakes: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 213–220, 2016. DOI: 10.15343/0104-7809.20164002.

OZORES, B.; STORCK, C. R.; FOGAÇA, A. O. Aceitabilidade e características tecnológicas de bolo enriquecido com farinha de maracujá. **Revista Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 16, n. 1, 2015.

RINALDI, M. M. *et al.* **Produção, caracterização física, química e funcional de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog., Fabaceae) oriundos da Embrapa Cerrados e Arinos, MG: safra 2019**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. 31 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 376).

SANTOS, A. I. **Economia ecológica e políticas públicas: um olhar sobre o Cerrado brasileiro**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2018.

07

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DO BAGAÇO DA LARANJA DOCE (*Citrus sinensis*)

Jéssica Lucas Briskiewicz
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Camila Gonçalves Rodrigues
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Vinícius Tadeu da Veiga Correia
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

Kivea Ferreira Assis
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Lanamar de Almeida Carlos
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

José Carlos Moraes Rufini
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

10.37885/260121116

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo foi obter e caracterizar a farinha do bagaço da laranja doce (*Citrus sinensis*). **Métodos:** Os compostos fenólicos totais, carotenoides totais e taninos foram quantificados por métodos espectrofotométricos clássicos, utilizando curvas de calibração com padrões adequados. A atividade antioxidante foi determinada pelo método do radical DPPH. O teor de umidade e a atividade de água foram avaliados por secagem em estufa e analisador direto, respectivamente. A cor instrumental foi mensurada em sistema CIELAB, permitindo a avaliação da luminosidade, saturação e tonalidade da farinha. **Resultados:** Os resultados demonstraram que a farinha de bagaço da laranja doce apresentou alto teor de compostos fenólicos totais, superando valores relatados para algumas frutas e subprodutos vegetais. A atividade antioxidante, avaliada pelo método DPPH, foi inferior a alguns estudos da literatura, possivelmente influenciada pela composição química e pelas condições de processamento. O teor de taninos mostrou-se relativamente baixo quando comparado a outras farinhas de resíduos vegetais. A atividade de água mostrou valores abaixo do limite recomendado para produtos desidratados, o que pode favorecer a estabilidade microbiológica da farinha. O teor de umidade foi inferior ao máximo estabelecido para farinhas comerciais. Por fim, a análise de cor instrumental indicou coloração escura da farinha obtida. **Conclusão:** O bagaço da laranja doce, tradicionalmente tratado como resíduo agroindustrial, apresenta elevado potencial para reaproveitamento na forma de farinha, configurando-se como um ingrediente promissor sob os pontos de vista tecnológico e bioativo.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais; compostos bioativos; citricultura

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a valorização de subprodutos gerados pela indústria de alimentos e bebidas tem ganhado destaque, especialmente devido ao seu potencial de aproveitamento econômico e à sua contribuição para a redução de impactos ambientais associados à geração de resíduos (SILVA; CAVALCANTI, 2025). Nesse contexto, Clemente *et al.* (2012) ressaltam que o uso de resíduos agrícolas como substratos em bioprocessos apresenta viabilidade econômica e constitui uma estratégia eficiente para mitigar os efeitos ambientais decorrentes do seu acúmulo no ambiente.

Inserida nessa perspectiva, a economia circular propõe a superação do modelo linear de produção e consumo, fundamentando-se na minimização do uso de recursos naturais, no reaproveitamento de resíduos agroindustriais e na regeneração dos ecossistemas, por meio de estratégias integradas de gestão de processos produtivos, produtos e padrões de consumo (LEITE *et al.*, 2025). Para tanto, são necessárias transformações tecnológicas tanto nas etapas de fabricação quanto no desenvolvimento de produtos finais mais sustentáveis (SHAIKH; YAGOOB; AGGARWAL, 2021). Corroborando essa abordagem, Ravindran e Jaiswal (2016) destacam que a cadeia de suprimentos de alimentos, desde a produção primária até o consumo, é caracterizada pela geração significativa de resíduos em todas as suas etapas.

O Brasil, em função de sua expressiva produção de laranja e da consolidação de sua indústria de processamento, destaca-se como o maior produtor mundial de laranjas (CABRINI *et al.*, 2025). Contudo, tanto a indústria de sucos quanto a agroindústria de doces são responsáveis pela geração de grandes volumes de resíduos sólidos, como bagaço, cascas e sementes. O manejo inadequado desses subprodutos pode ocasionar impactos ambientais relevantes, incluindo a contaminação do solo e dos recursos hídricos (WAGEMACHER *et al.*, 2025). Diante desse cenário, torna-se necessária a adoção de práticas sustentáveis de gestão desses resíduos, visando não apenas à mitigação dos impactos ambientais, mas também à agregação de valor por meio da obtenção de produtos derivados. Portanto, o objetivo deste estudo foi obter e caracterizar a farinha do bagaço da laranja doce (*Citrus sinensis*), visando o aproveitamento agroindustrial desse resíduo.

MÉTODOS

Obtenção e preparo da farinha

O presente experimento foi realizado no Laboratório de Compostos Bioativos e Conservação de Alimentos da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), *Campus* Sete Lagoas. A laranja doce (*Citrus sinensis*) foi obtida de um pomar localizado no município de Jequitibá, MG (Latitude: 19°13′42″ S; Longitude: 44°02′17″ O), em agosto de 2024. Após a extração do suco, o bagaço foi submetido a um processo de desidratação em secador do tipo bandejas (Pardal, modelo PE 60, Petrópolis, Brasil), a 70 °C por 13 horas. Após a secagem, o material foi triturado em triturador de alimentos com acessório moedor (liquidificador Walita), obtendo-se a farinha, que foi armazenada em recipientes de vidro protegidos da luz até a realização das análises (Figura 1).

Figura 1 - Elaboração da farinha do bagaço da laranja doce (*Citrus sinensis*).



Fonte: Autores (2026).

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

Caracterização da farinha

As análises de caracterização da farinha foram realizadas em triplicata e consistiram na determinação do teor de fenólicos totais, atividade antioxidante, carotenoides totais, taninos, determinação da cor instrumental, atividade de água e umidade, conforme descritas abaixo.

Fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin–Ciocalteu (NEVES *et al.*, 2009), utilizando curva de calibração construída com ácido gálico ($y = 0{,}0079x - 0{,}1353$; $R^2 = 0{,}997$). As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro (FEMTO 700 S) a 760 nm. Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra, em base úmida. A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada a partir dos valores de absorbância, utilizando-se a equação correspondente à curva de calibração do ácido gálico, conforme apresentada abaixo.

$$\text{Compostos fenólicos totais } \frac{abs - b}{a}$$

Onde: Abs = absorbância da amostra; a = coeficiente angular obtido para a curva de calibração; b = coeficiente linear obtido para a curva de calibração.

Carotenoides totais

A farinha do bagaço da laranja doce (1 g) foi homogeneizada e submetida à extração com 10 mL de acetona contendo BHT como antioxidante e Celite como auxiliar de filtração. A mistura foi filtrada a vácuo utilizando cadinho filtrante. O filtrado foi transferido para um funil de separação contendo água destilada e éter de petróleo, sendo posteriormente lavado com água destilada para a remoção de compostos polares. O extrato obtido foi redissolvido, e a absorbância foi determinada em espectrofotômetro a 450 nm. A metodologia foi adaptada de Rodriguez-Amaya (2001).

Determinação de Taninos

O teor de taninos totais foi determinado pelo método da vanilina–HCl. Aproximadamente, 0,3 g da amostra foi submetida à extração com 8 mL de solução de metanol acidificado a 1%. A mistura foi agitada em vórtex por 10 segundos e, em seguida, mantida em banho-maria a 30 °C por 20 minutos. Posteriormente, a amostra foi centrifugada por 15 minutos. Uma alíquota de 1 mL do sobrenadante foi transferida para um tubo de ensaio, à qual foram adicionados 5 mL da solução reagente de vanilina. A mistura foi novamente agitada em vórtex por 10 segundos e mantida em banho-maria a 30 °C por 20 minutos. Para o branco, uma alíquota de 1 mL do extrato foi adicionada a 5 mL de solução de metanol acidificado a 4%. Após agitação em vórtex por 10 segundos, a amostra foi submetida às mesmas condições de incubação. A absorbância foi determinada em espectrofotômetro a 500 nm. A quantificação dos taninos totais foi realizada por meio de curva de calibração construída com padrão de catequina (y = 0,606x + 0,0037), e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de catequina (CAT Eq) por grama de amostra seca.

Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pelo método do DPPH, utilizando extrato metanólico acidificado a 1%, conforme descrito por Brand-Williams *et al.* (1995). Do extrato obtido, uma alíquota de 0,15 mL do sobrenadante foi transferida para um tubo de ensaio, protegido da luz com papel alumínio, juntamente com 2,85 mL da solução de trabalho de DPPH, permanecendo em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz. A solução padrão de Trolox foi utilizada para a construção da curva analítica, obtendo-se a relação linear y = −0,0055x + 1,0188, com coeficiente de determinação R^2 = 0,9972. Os resultados foram calculados a partir da equação correspondente e expressos em μmol TE/g de amostra. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 515 nm.

$$AA = \frac{(\Delta ABS - b) * V * D}{A * M}$$

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

Em que: ΔABS = Absorbância branco - absorbância da amostra, b = coeficiente linear, A = coeficiente angular, V = Volume utilizado na extração (litros), M = Massa da amostra (gramas) e D = Diluição.

Umidade e atividade de água

O teor de umidade da farinha foi determinado por secagem em estufa a 105 °C até peso constante. Inicialmente, foi pesado 1 grama da amostra em cápsulas de alumínio previamente taradas. Em seguida, essas cápsulas foram colocadas em uma estufa com circulação de ar forçada (FANEM – São Paulo, Brasil), ajustada a uma temperatura de 105 °C.

A atividade de água (Aw) da farinha do bagaço da laranja doce foi determinada utilizando o equipamento NOVA-LabSwift (modelo XYZ). Aproximadamente 1 g da amostra foi pesado e transferido para o recipiente específico do equipamento, sendo a farinha distribuída de forma uniforme, com a superfície nivelada, a fim de garantir a precisão da leitura. Após o equilíbrio do sistema, o valor de Aw foi registrado.

Cor instrumental

A cor instrumental da farinha foi determinada utilizando um colorímetro eletrônico (Konica Minolta, modelo CR-410), baseado no sistema tridimensional de cores CIELAB. As medições de cor foram expressas pelos parâmetros L*, C* e h°. O parâmetro L* representa a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco). O Chroma (C*) indica a intensidade ou saturação da cor, apresentando valor zero no centro do espaço tridimensional e aumentando à medida que se afasta desse ponto. O ângulo de tonalidade (h°) é definido pela posição angular da cor no diagrama cromático, no qual 0° corresponde ao vermelho, 90° ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul (LEÃO *et al.*, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na caracterização da farinha do bagaço de laranja doce estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização bioativa e físico-química da farinha do bagaço de laranja doce.

Parâmetros avaliados	Resultados
Fenólicos totais (mg GAE/100 g)	32361,26 ± 117,24
Carotenoides totais (μg/g)	212,34 ± 32,52
Taninos (mg CE/100 g)	6,33 ± 2,91
Atividade antioxidante (μmol TE/g)	21,9 ± 0,55
Umidade (%)	8,00 ± 0,74
Atividade de água	0,53 ± 0,12
Luminosidade (L*)	32,85 ± 2,50
Chroma (C*)	27,02 ± 0,88
Ângulo hue (H°)	63,25 ± 0,15

Fonte: Autores (2026).

Observou-se que a farinha de bagaço da laranja doce (*Citrus sinensis*) apresentou elevado teor de compostos fenólicos totais (32361,26 mg GAE/100 g). A presença expressiva desses compostos em diferentes farinhas, conforme relatado em estudos prévios, corrobora os resultados obtidos neste trabalho. O teor de compostos fenólicos da farinha avaliada superou os valores reportados para diversas frutas, como marolo (739,37 mg GAE/100 g), murici (334,37 mg GAE/100 g), graviola (281,00 mg GAE/100 g) e granadilha (245,36 mg GAE/100 g) (SOUZA *et al.*, 2012). Além disso, os valores observados foram superiores aos descritos para extratos da casca de pequi, que variaram de 7.218 a 7.858 mg GAE/100 g, conforme relatado por Monteiro *et al.* (2015).

A farinha derivada do bagaço da laranja doce apresentou concentração de carotenoides totais de 212,34 μg/g. Em comparação com outras frutas, observou-se que a farinha apresentou teores superiores aos reportados para a polpa de mangaba (60 μg/g), conforme Cardoso *et al.* (2014), porém inferiores aos encontrados no araçá (300 μg/g), segundo Hamacke *et al.* (2013). A síntese de carotenoides é fortemente influenciada por fatores ambientais, especialmente pelas condições climáticas e pela intensidade da luz solar, que atua como estímulo à biossíntese desses compostos; entretanto, a exposição solar excessiva pode promover sua degradação (NARITA *et al.*, 2022).

Em relação aos taninos, observou-se teor de 6,33 mg CE/100 g, inferior ao reportado por Vieira (2006) para farinha da bainha foliar de resíduo de palmito (251,5 mg 100 g^{-1}). Fagbemi *et al.* (2005), ao avaliarem farinhas de castanha

ISBN 978-65-6155-090-1 - Vol. 1 - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

de caju e de sementes de fruta-pão e abóbora obtidas após secagem a 50 °C, observaram teores de taninos de 1.330,0; 920,0 e 1.910,0 mg 100 g^{-1}, respectivamente. Após torrefação a 75–85 °C, essas farinhas apresentaram reduções de 36,1; 36,7 e 48,2% nos teores de taninos, respectivamente, demonstrando o impacto do processamento térmico.

Os resultados deste estudo demonstraram que a farinha de bagaço de laranja apresentou atividade antioxidante (21,9 μmol TE/g) inferior à reportada em alguns estudos da literatura. Essa diferença pode ser atribuída a variações na composição química das frutas, às condições de cultivo e aos métodos de processamento empregados, especialmente à temperatura de secagem. Loyola *et al.* (2021) avaliaram a capacidade antioxidante da farinha da casca de banana verde (*Musa* AAA*)* pelo método DPPH e obtiveram valores de 78,13 μmol TE/g (base seca, bs).

A atividade de água (Aw) das amostras analisadas apresentou valor médio de 0,53, considerado bastante reduzido. Esse valor está abaixo do limite de 0,60, recomendado para produtos desidratados. A redução da atividade de água para níveis inferiores a 0,60 é fundamental para assegurar a qualidade do produto, prevenindo o desenvolvimento de microrganismos e retardando as reações de deterioração (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA, 2001).

Menezes Filho, Silva e Pereira (2019) avaliaram as características físico-químicas e tecnológicas de farinhas obtidas de jatobá-do-cerrado, destacando a importância do teor de umidade para a qualidade do produto. A presença de água influencia tanto a qualidade microbiológica quanto o manuseio e a vida útil de farinhas e outros produtos alimentícios. As normas estabelecidas pelos órgãos reguladores determinam que o teor de umidade de farinhas não deve exceder 15% (CORREIA *et al.*, 2020). Os resultados obtidos demonstram que a farinha de bagaço da laranja doce apresentou teor de umidade de 8%, valor significativamente inferior aos teores observados em farinhas de trigo comercializadas na região Sudeste do Brasil, que variaram entre 12,51% e 13,41% (FERRATO, 2022).

A aparência da farinha é um fator determinante para a qualidade do produto final, sendo a análise de cor um parâmetro frequentemente exigido para a liberação de cargas comerciais. A coloração desejada pode variar de branca a tons amarelados, marrons ou acinzentados, dependendo do tipo

de farinha. No presente estudo, as farinhas de bagaço da laranja doce apresentaram coloração marrom escura, com valores de L* de 32,85, C* de 27,02 e H° de 63,25. Em contraste, Balhmann e Lanzarini (2013) relataram valores de luminosidade (L*) superiores a 90 para farinhas de trigo, indicando coloração significativamente mais clara do que a farinha avaliada neste estudo.

CONCLUSÃO

Portanto, os resultados obtidos neste estudo demonstram que o bagaço da laranja doce (*Citrus sinensis*), tradicionalmente tratado como resíduo agroindustrial, apresenta elevado potencial para reaproveitamento na forma de farinha, configurando-se como um ingrediente promissor sob os pontos de vista tecnológico e bioativo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de São João del-Rei.

REFERÊNCIAS

BALHMANN, C. L.; LANZARINI, D. P. **Estudo reológico e físico-químico das farinhas de trigo destinadas à panificação produzidas em moinhos da região de Francisco Beltrão**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, PR, 2013.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 28, p. 25–30, 1995.

CABRINI, M. P. *et al.* Biochar from orange waste as a filter medium for domestic effluent treatment aimed at agricultural reuse. **Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 20, 2025.

CARDOSO, L. *et al.* Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins. **Fruits**, v. 69, n. 2, p. 89–99, 2014.

CLEMENTE, E. *et al.* Características da farinha de resíduos do processamento de laranja. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 2, 2012.

CORREIA, V. T. V. *et al.* Physico-chemical and technological characterization of extruded sorghum flour of the genotype BRS 305. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e115984963, 2020.

FAGBEMI, T. N.; OSHODI, A. A.; IPINMOROTIM, K. O. Processing effects on some antinutritional factors and in vitro multienzyme protein digestibility (IVPD) of three tropical seeds. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 250–256, 2005.

FERRATO, R. F. Análise do teor de umidade em farinhas de trigo. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 14, n. 2, p. 45–50, 2022.

HAMACKE, F. R. *et al.* 'Araçá of Cerrado' from the Brazilian Savannah: physical characteristics, chemical composition, and content of carotenoids and vitamins. **Fruits**, v. 68, n. 6, p. 467–481, 2013.

LEÃO, D. P. *et al.* Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasilense* Camb.) fruit by-products. **Food Chemistry**, v. 225, p. 146–153, 2017.

LEITE, M. J. H. *et al.* IFRN Verde 2025: cultivando sustentabilidade e consciência ambiental para o futuro regional. **Revista de Gestão e Secretariado (GeSec)**, v. 16, n. 4, p. 1–16, 2025.

LOYOLA, A. C. F. *et al.* Use of Paper Spray Mass Spectrometry for determining the chemical profile of green Cavendish banana (*Musa* AAA) peel and pulp flours and evaluation of its functional potential. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 32, n. 5, p. 953–956, 2021.

MENEZES FILHO, A. C. P. *et al.* Parâmetros físico-químicos, tecnológicos, atividade antioxidante e conteúdo de fenólicos totais e carotenoides das farinhas dos frutos do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne). **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 1, p. 93–100, 2019.

MONTEIRO, S. S. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity of extracts of pequi peel (*Caryocar brasiliense* Camb.). **International Food Research Journal**, v. 22, n. 5, p. 1985–1992, 2015.

NARITA, I. M. P. *et al.* Bioacessibilidade in vitro de carotenoides e compostos fenólicos e capacidade antioxidante de farinhas do fruto pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, e2021068, 2022.

NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, p. 107–110, 2009.

RAVINDRAN, R.; JAISWAL, A. K. Exploitation of food industry waste for high-value products. **Trends in Biotechnology**, v. 34, n. 1, p. 58–69, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: OMNI Research, 2001. 64 p.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, E. C. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215 p.

SHAIKH, S.; YAQOOB, M.; AGGARWAL, P. An overview of biodegradable packaging in food industry. **Current Research in Food Science**, v. 4, p. 503–520, 2021.

SILVA, A. S. A.; CAVALCANTI, M. S. Utilização de resíduos orgânicos de frutas como alternativa prebiótica na elaboração de alimentos funcionais e simbióticos: revisão integrativa. **Revista Eletrônica UNIFACISA**, v. 26, n. 38, 2025.

SOUZA, V. R. *et al.* Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, p. 381–386, 2012.

VIEIRA, M. A. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WAGEMACHER, M. *et al.* Resíduo do processamento de laranja: um descarte que gera possibilidades. *In*: EDITORA CIENTÍFICA. [Título da obra não informado]. Cap. 6, p. 102–121.

99

DETECÇÃO E ESTIMATIVA DE CARBONO EM INVENTÁRIO FLORESTAL: APLICAÇÃO DA ANÁLISE DISCRIMINANTE

Vanessa Durante Polonio
Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Zacarias Xavier de Barros
Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Bruna Soares Xavier de Barros
Universidade Estadual Paulista (UNESP)

10.37885/260421691

RESUMO

Os fragmentos florestais são importantes no equilíbrio do meio ambiente, contribuindo diretamente para a captura do carbono atmosférico, considerado um dos gases de maior concentração e relevância no contexto do efeito estufa. O uso de dados oriundos de sensores orbitais, integrados a informações obtidas por meio de inventários florestais em campo, representa um avanço significativo no monitoramento e na estimativa de variáveis biofísicas. Neste trabalho, foi possível identificar a presença de CO_2 em fragmentos de eucalipto, levando-se em consideração atributos como altura das árvores, idade, volume de madeira, biomassa seca, carbono equivalente e índices de vegetação extraídos de sensores remotos. Foram utilizadas análises estatísticas, como a correlação de Pearson, bem como técnicas de interpolação baseadas em análise multivariada, com destaque para a análise discriminante. Os resultados possibilitaram correlacionar a biomassa e o estoque de carbono com variáveis quantitativas do inventário florestal, por meio da integração com índices espectrais obtidos por sensoriamento remoto.

Palavras-chave: Eucalipto; sensoriamento remoto; análise multivariada; estoque de carbono.

INTRODUÇÃO

As técnicas padronizadas para contabilizar o estoque de carbono em florestas, como o método destrutivo e o método de conversão de volume de madeira em carbono, são bastantes custosos e apresenta dificuldade para sua execução. Isso tem incentivado o estudo em efetuar as hipóteses mediante o emprego de dados de sensoriamento remoto.

Os dosséis florestais realizam o ciclo de carbono, uma função importante em um dos sistemas para a conservação da vida, pois, as plantas quando executam a fotossíntese absorvem o CO_2 da atmosfera e o acumulam em sua biomassa. Cerca de 20 a 25% do carbono terrestre mundial nos ecossistemas tropicais, solo e vegetação, representam o carbono estocado. Segundo o Sistema Nacional de Informações Florestais, SNIF (2020) a FAO recomenda medir a quantidade de carbono existente em cada compartimento, sendo posteriormente somadas para calcular o carbono total na floresta. Em geral, a maior parte da biomassa vegetal encontra-se na parte área das árvores de maior diâmetro (80%), exceto no bioma cerrado, onde a biomassa vegetal concentra-se nas raízes (biomassa subterrânea 70%), por isso chamada de "floresta invertida".

O cultivo florestal de espécies do gênero Eucaliptus são as mais desenvolvidas no Brasil, com cerca de 4,87 milhões de hectares, referindo-se a 74,8% da área total reflorestada do país. Essas espécies possuem acelerado desenvolvimento, rudeza e se adapta a meios diversos sem dificuldades, propiciando uma acelerada e eficaz absorção do carbono atmosférico. Nessas circunstâncias, a mensuração da reserva total de carbono nos fragmentos florestais, bem como de cada parte de uma árvore (folha, raiz, tronco, casca e galhos) em florestas de desenvolvimento acelerado tem conquistado mais atenção, tanto pela eventualidade de lançarem CO_2 quanto para servirem como depósitos de carbono e/ou sumidouros desse gás, SNIF (2020).

Segundo Gatto *et al.* (2011), independentemente da região de cultivo ocorre aumento do estoque de carbono orgânico nos componentes de árvores de eucalipto com o aumento da idade da cultura, exceto no componente folhas. Entretanto, a biomassa e o estoque de carbono orgânico na manta orgânica tenderam a decrescer em todas as regiões e em idades mais avançadas.

ISBN: XXX-XX-XXXX-XXX-X - Vol. X - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

Segundo Higuchi *et al.* (1998), a avaliação de biomassa pelo método indireto baseia-se em correlacioná-la com qualquer variável de fácil alcance e que não solicite a destruição do material vegetal. Os valores estimados podem ser feitos por meio de relações quantitativas ou matemáticas, como razões ou regressões de dados provenientes de inventários florestais (DAP, altura e volume) e por dados de sensoriamento remoto.

A utilização de geotecnologias, como a geoestatística, tem auxiliado no planejamento e nas estimativas das características biofísicas de plantações florestais, visando a rapidez na obtenção dos dados, diminuição dos custos com amostragens e informações com qualidade.

O índice de vegetação por diferença normalizada, NDVI, dispõe de um dos mais utilizados índices de vegetação. Ele consiste na alta absorção da clorofila que é observada na região espectral do vermelho e na alta reflectância esclarecida pela estrutura interna das folhas na região do infravermelho próximo. O intervalo de valor do NDVI varia entre -1 e 1, habitualmente em vegetações saudáveis, o índice mostra valores em torno de 0,2 e 0,8, Rouse *et al.* (1973).

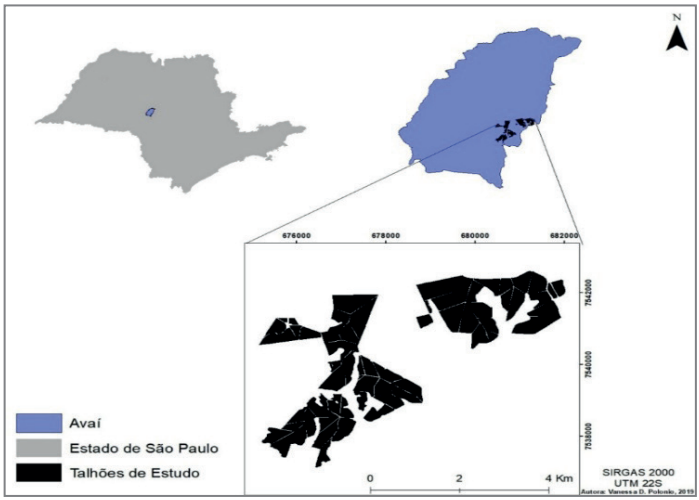
Este estudo baseia-se na hipótese de que informações provenientes de imagens de sensoriamento remoto associadas com inventário florestal, são eficientes para discriminar e espacializar a biomassa e o estoque de carbono de um fragmento florestal.

MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no município de Avaí, centro-oeste do estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 22°12′, 22°15′ de latitude sul e 49°18′, 49°15′ de longitude a oeste de Greenwich (Figura 1). Segundo a classificação Köppen e Geiger o clima é do tipo Cfa, com temperatura média de 21,2°C e pluviosidade anual de 1190 mm (Climate Data, 2019).

O solo predominante é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa (Brasil, 1960). Estes solos ocorrem em relevo suave ondulado e são caracterizados pela baixa fertilidade e suscetibilidade à erosão (Centro De Tecnologia Em Recursos Naturais; Instituto Agronômico, 1986).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

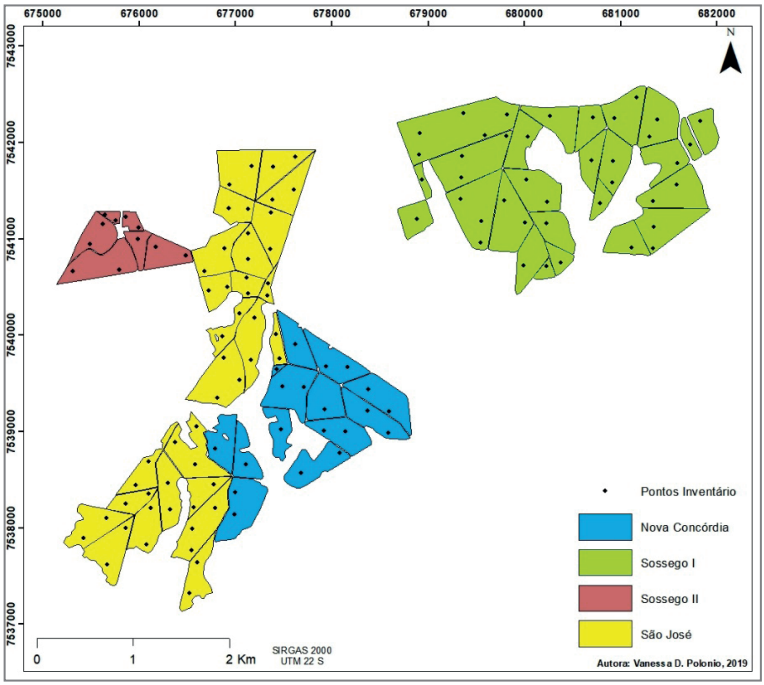


Fonte: Polonio, 2019.

No inventário florestal realizado no presente estudo, consta informações do número de árvores/ha; número de fuste/ha; diâmetro da altura do peito (DAP), altura, altura dominante e volume com casca, com as idades dos talhões variando de 3 a 6 anos.

Os talhões com suas amostras para o inventários fazem parte de quatro fazendas distintas, Nova Concórdia, Sossego I, Sossego II e São José, nas quais, foram consideradas um total de 112 pontos de amostragem (Figura 2), sendo os espaçamentos de plantio de 3,8 x 2,1m em fase de reforma, perfazendo uma média de 1107 árvores por ha com altura média de 22,96 m.

Figura 2 - Distribuição espacial dos pontos do inventário florestal.



Fonte: Polonio, 2019.

Para avaliar a biomassa florestal de modo indireto, por equações de regressão, adotou-se o método de Silveira *et al.* (2008), onde os elementos arbóreos estão relacionados com os fatores dendrométricos da floresta, também utilizou-se o fator de expansão de massa específica básica (MEB), para estimar o volume comercial de biomassa de 0,5090, conforme recomendado por Sanquetta *et al.* (2014).

No cálculo do volume de biomassa da cultura do eucalipto, utilizou-se o modelo matemático de Schumacher e Hall (1933), o qual leva em conta a biomassa dos elementos da parte aérea e do sistema radicular das árvores, utilizando DAP^2H, conforme a equação, $lnY=\beta o+\beta 1\ ln\ (DAP^2\ xH)+ E$, *onde:* ln = logaritmo neperiano; Y = biomassa, em m^3; β = parâmetros do modelo, para i = 0, 1, ...,n, n $\in \mathbb{N}$; DAP = diâmetro a 1,3 m de altura, em m; H = altura total, em m e ε = erro aleatório.

Na sequência efetuou-se o ajuste da equação para estimar os valores de biomassa por meio da regressão, adotando-se o coeficiente de determinação

leitura de prova

(R^2), erro padrão da estimativa e a análise gráfica de resíduos porcentuais (R%), para analisar a qualidade dos ajustes.

Para a estimativa do sequestro de carbono (C), foram utilizados os valores de biomassa, multiplicado pelos teores de carbono (tC), conforme a equação.

C = B x tC. Onde: C = carbono na biomassa total e B = biomassa seca total. Para estimar as retiradas em CO_{2eq} (dióxido de carbono equivalente), os estoques de carbono foram convertidos por estequiometria, adotando as massas atômicas: C=12 e O=16, por tanto CO_2 = 44, de acordo com a equação. CO_2 = *C* x 44/12. Valendo salientar que quantidade de CO2eq obtida, representa uma parcela de Carbono (C) por tonelada de sequestro de dióxido de carbono (CO_2) que deixou de ser transportado para a atmosfera terrestre.

Utilizou-se o programa QGIS 3.2 para a correção atmosférica das imagens obtidas pelos sensores Sentinel, no modo *Semi-automatic-Plugin* (SCP) e a metodologia *Dark Object Subtraction* (DOS1), segundo Chavez JR (1988; 1989) e o programa ArcGIS 10.5 para as análises espaciais e XLSTAT 2019 para o processamento das análises multivariadas, e o índice NDVI foi calculado segundo Rouse *et al.* (1973), que determinou o índice PRI que possui a mesma função do NDVI, porém nas bandas verde e azul, conforme proposta por Gamon *et al.* (1992).

Na determinação do índice CO_2flux utilizou-se dos índices NDVI e sPRI para o cálculo, conforme a equação proposta por Baptista (2003; 2004). Para gerar o índice CO_2fluxEVI e CO_2fluxEVI2 utilizou-se dos índices EVI e EVI2 com o sPRI para o cálculo, respectivamente, como expressa as equações: CO_2fluxEVI=EVI x sPRI e CO_2fluxEVI2=EVI2 x sPRI.

Na análise de correlação utilizou-se o coeficiente (r) de Pearson que é uma medida de associação linear entre variáveis, variando de -1 a 1 indicando correlação perfeita e se uma correlação for zero indica que não existe relação linear entre as variáveis segundo Filho e Júnior (2009).

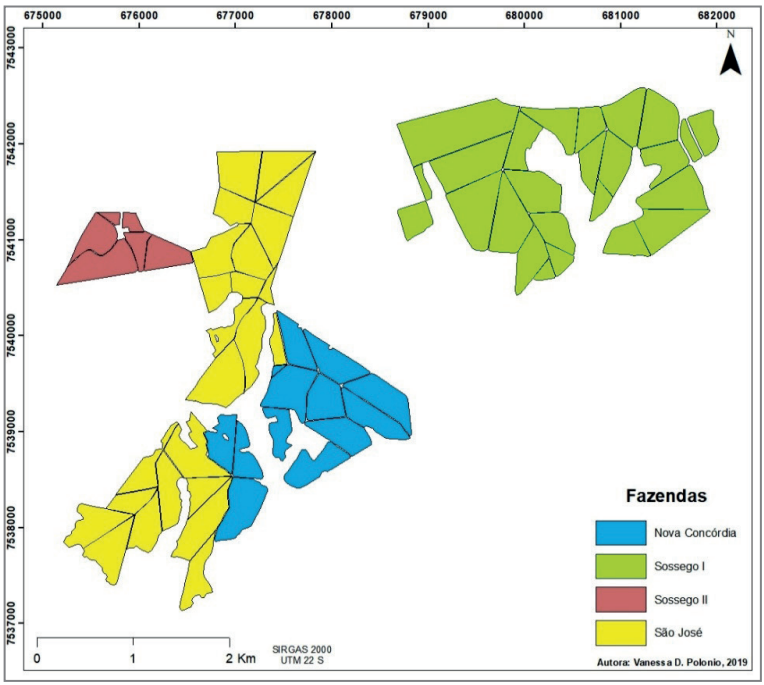
Utilizou-se a análise discriminante para observar o comportamento dos dados e os grupos gerados, valores obtidos nos índices de vegetação e os valores de biomassa e carbono calculados a partir do inventário florestal, segundo Statsoft (1997) e Mingoti (2007).

ISBN: XXX-XX-XXXX-XXX-X - Vol. X - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

RESULTADOS

As localidades que serviram para o presente estudo estão representadas na Figura 3, as quais estão inseridas em quatro fazendas no município de Avaí-SP, conforme descritas.

Figura 3 - Mapa das fazendas no Município de Avaí – SP.



Fonte: Polonio, 2019.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos dados quantitativos utilizados no estudo. Conforme a Tabela 1 pode-se constatar que na época das coletas para o inventário, os indivíduos possuíam idades entre 3 e 6 anos, de posse dos valores apresentados nesta tabela, realizou-se a interpolação das variáveis do inventário como: Altura, DAP, e dos resultados gerados biomassa e carbono equivalente e volume.

Tabela 1 - Dados quantitativos do inventário florestal.

Município Fazendas	Área (ha)	Árvores (ha)	Idade (anos)		DAP (m^3)		Altura (m)	
			$\overline{x}$	s	$\overline{x}$	s	$\overline{x}$	S
Avaí	940,52	1113,75	5,0	0,01	23,49	2,1	25,81	2,5
Nova Concórdia	182,51	1097	6,02	0,01	25,63	1,8	28,10	1,9
Sossego I	376,15	1144	6,09	0,03	25,55	1,8	28,25	2,3
Sossego II	56,41	1101	5,00	0,00	22,90	2,7	25,80	3,4
São José	325,45	1113	3,11	0,03	19,90	2,1	21,10	2,4

S= Desvio Padrão *e* = somatória

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior parte da espacialização dos valores de altura estão fortemente relacionados (Tabela 2) a idade dos indivíduos, possuindo alguns pontos onde houve uma diferença de altura em relação aos vizinhos.

Tabela 2 - Matriz de Correlação de Pearson dos dados quantitativos.

Variáveis	Idade	DAP (cm)	Altura (m)	Volume	Biomassa	CO_2eq
Idade	1	0,794	0,809	0,836	0,817	0,817
DAP (cm)	0,794	1	0,815	0,958	0,688	0,688
Altura (m)	0,809	0,815	1	0,941	0,744	0,744
Volume	0,836	0,958	0,941	1	0,753	0,753
Biomassa	0,817	0,688	0,744	0,753	1	1,000
CO_2eq	0,817	0,688	0,744	0,753	1,000	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

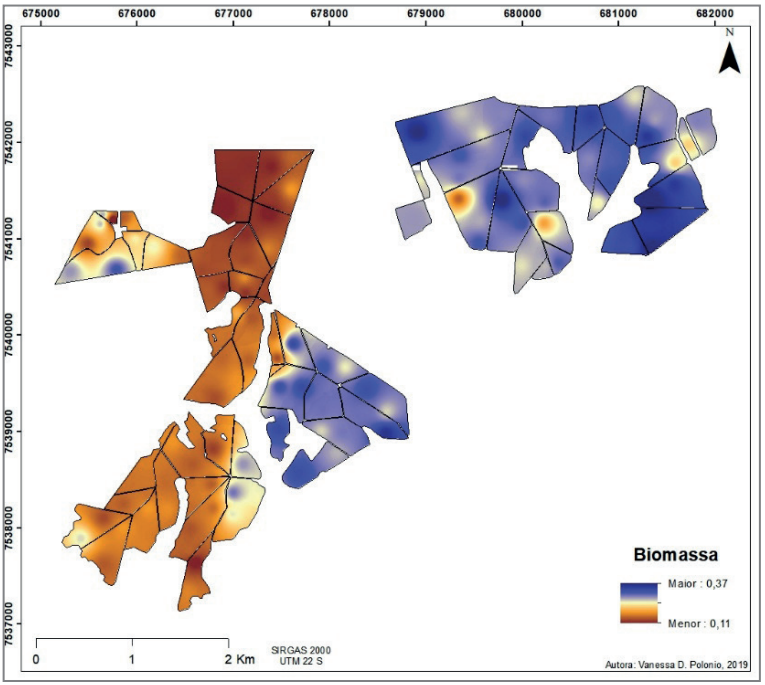
Ainda na Tabela 2, nota-se a correlação alta e positiva entre todas as variáveis, sendo que as variáveis, volume x DAP; e volume x altura apresentaram maior grau de correlação com valores de 0,958 e 0,941 respectivamente.

O mapa de biomassa e CO_2 equivalente (Figuras 4 e 5), apresentaram resultados semelhantes uns aos outros possuindo os maiores valores nas áreas com plantio de 6 anos, valores intermediários nas áreas com plantio com 5 anos e menores valores na área com 3 anos. Como era o esperado pois, a biomassa é matéria orgância produzida por área sendo o peso seco somado com peso

ISBN: XXX-XX-XXXX-XXX-X - Vol. X - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

úmido mais o carbono. Todas essas variáveis caminham juntas, quanto maior o carbono na madeira, maior sua biomassa e consequentemente seu volume.

Figura 4 - Interpolação dos valores de biomassa a partir do inventário florestal.



Fonte: Polonio, 2019.

DISCUSSÃO

A produtividade de uma floresta está associada a quantia de radiação solar interceptada pela copa e pela eficácia de transformação dessa radiação em biomassa. Essa capacidade de transformação é influenciada pela disponibilidade de água e de nutrientes, Marschner (1995).

Após obtidos os índices de NDVI, EVI, EVI 2, CO_2Flux, CO_2Flux EVI e CO_2Flux EVI 2. Aplicou-se a correlação de Pearson obtendo-se valores positivos e de alta correlação (Tabela 3). As variáveis que estão mais correlacionadas são EVI e EVI2, consequentemente os CO_2*Flux EVI e EVI2, pois são gerados a partir das mesmas bandas.*

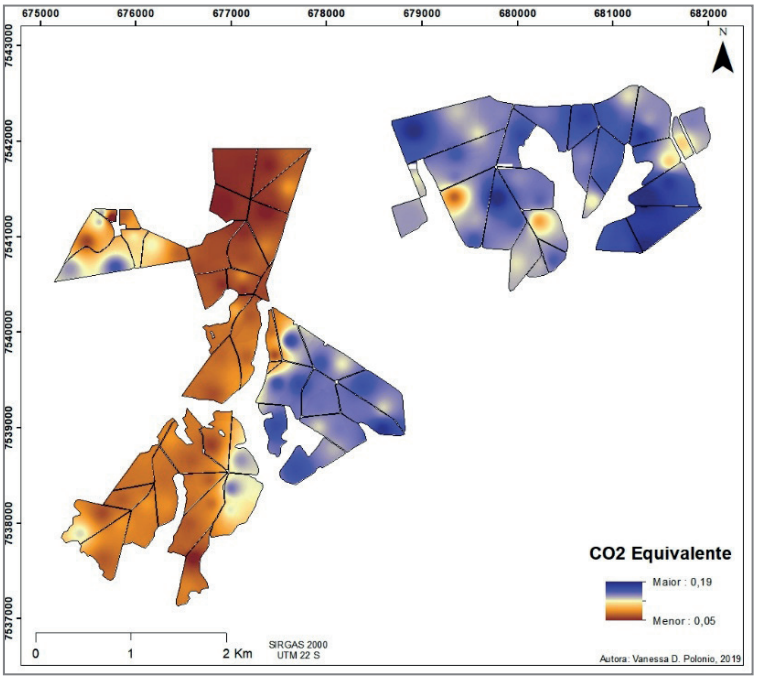
Tabela 3 - Matriz de correlação de Pearson dos índices de vegetação.

	NDVI	EVI 2	EVI	CO_2 Flux EVI 2	CO_2 Flux Evi	CO_2 Flux
NDVI	1	0,897	0,899	0,881	0,874	0,752
EVI 2	0,897	1	0,999	0,910	0,900	0,588
EVI	0,899	0,999	1	0,923	0,914	0,612
CO_2 Flux EVI 2	0,881	0,910	0,923	1	0,999	0,854
CO_2 Flux Evi	0,874	0,900	0,914	0,999	1	0,863
CO_2 Flux	0,752	0,588	0,612	0,854	0,863	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

O NDVI, Figura 5 e Tabela 3 apresentou valores próximo a 1, em sua maioria, o que indica uma vegetação de alto vigor vegetativo. Apresentou também alguns locais e até mesmo talhões inteiros com menores valores. Isso observou-se nos talhões com 6 anos de idade, uma diferença bem visível, já que no RGB apresentava essa variação de reflectância da vegetação. Os valores expressos nos talhões de 5 anos possuem menores valores em relação a indivíduos com 3 anos.

Figura 5 - Interpolação dos valores de CO2 equivalente do inventário florestal.



Fonte: Polonio, 2019.

ISBN: XXX-XX-XXXX-XXX-X - Vol. X - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

A produção e acúmulo de biomassa em áreas florestais sofrem interferência do clima, tipo de solo, relevo, hidrografia e a variação genética entre espécies e uma mesma espécie, Lugo *et al.* (1988); Caldeira *et al.* (2004).

Algumas regiões do mapa apresentaram pontualmente pequena variação sendo da mesma faixa etária, isso pode estar relacionado com outros fatores relacionados acima.

Silva e Baptista (2015), desenvolveram um estudo comparando os mesmos índices de vegetação conferido com torres de fluxo de carbono na Amazônia, em vegetação nativa. O desempenho observado dos índices EVI e EVI2 teve maior relação aos demais índices.

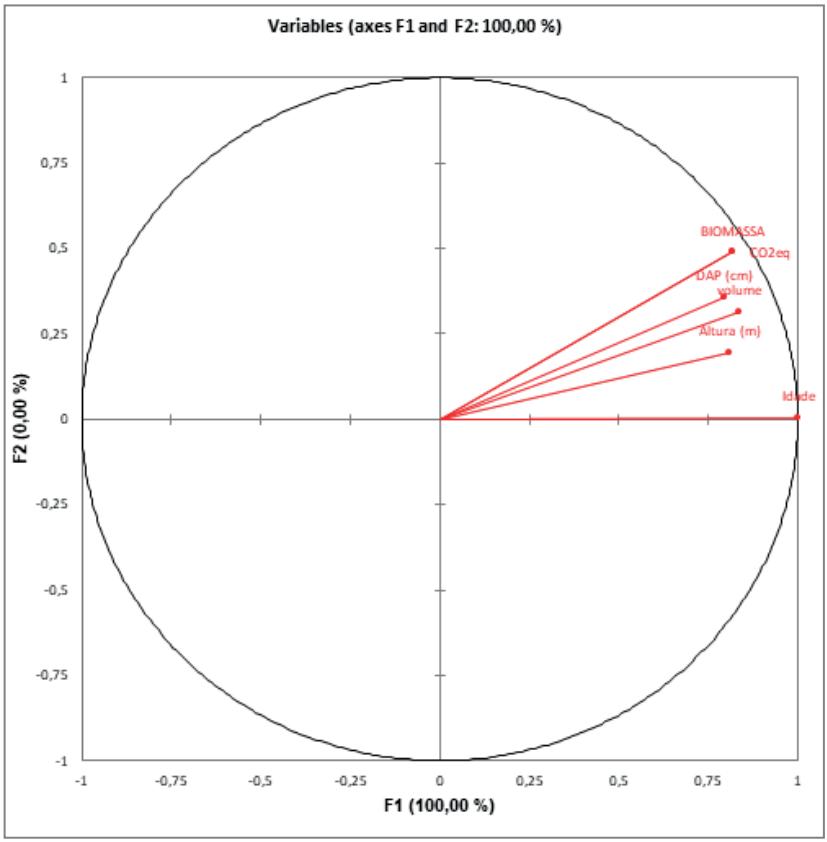
Ainda de acordo com os autores acima, nas análises estatísticas, o EVI respondeu tão bem quanto o EVI2. Dessa forma, pode-se adotar na estrutura do modelo de sequestro florestal de carbono, tanto um índice quanto o outro.

A análise descriminante permitiu verificar a relação entre amostras e, portanto, a influência das variáveis na discriminação entre grupos.

Na análise foram utilizados valores dos índices qualitativo, o resultado da análise descriminante pode ser visto nos gráficos gerados na mesma análise, o de autovetor (Figura 6). Por meio desse resultado nota-se uma relação entre as variáveis do inventário florestal.

Quando analisado o gráfico de autovalores para essas variáveis fica confirmado essa correlação. As Fazendas Nova Concórdia e Sossego I apresentam seus valores mais próximos do vetor idade, pois na correlação de Pearson foi a relação de maior valor positivo, seguidos das variáveis altura, volume, DAP.

Figura 6 - Autovetores da análise discriminante para dados de inventário florestal.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os autovalores da Fazenda São José provavelmente apresentaram esse comportamento devido a idade dos indivíduos estar em torno de 3 anos, assim apresentando valores menores em relação as variáveis de inventário.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a viabilidade de se correlacionar a biomassa e o estoque de carbono por meio de variáveis quantitativas obtidas no inventário florestal e índices espectrais derivados de imagens de sensoriamento remoto. A utilização de técnicas estatísticas, como a correlação de Pearson e a análise discriminante, permitiu identificar relações significativas entre altura,

ISBN: XXX-XX-XXXX-XXX-X - Vol. X - Ano 2026 - www.cientificadigital.org

DAP, idade e volume das árvores com os valores estimados de biomassa e carbono. Os índices de vegetação, especialmente o NDVI, EVI e EVI2, apresentaram forte correlação com os dados de campo, reforçando a aplicabilidade dessas métricas no monitoramento florestal. A análise discriminante mostrou-se eficiente para distinguir diferentes grupos amostrais com base nas variáveis estruturais do povoamento florestal. Além disso, os mapas de interpolação revelaram padrões espaciais consistentes com a idade dos plantios e com a produtividade esperada. Os resultados obtidos indicam que o sensoriamento remoto, integrado ao inventário florestal, é uma ferramenta promissora e de baixo custo para estimar o estoque de carbono em áreas plantadas. Isso contribui significativamente para estratégias de mitigação das mudanças climáticas, monitoramento ambiental e planejamento florestal sustentável.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, G. M. M. Validação da modelagem de sequestro de carbono para ambientes tropicais de cerrado, por meio de dados Aviris e Hyperion. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos Campos.

BAPTISTA, G. M. M. M. Mapeamento do sequestro de carbono e de domos urbanos de CO_2 em ambientes tropicais, por meio de sensoriamento remoto hiperespectral. **Geografia**, Rio Claro, v. 29, n. 2, p. 189–202, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo: (contribuição à carta de solos do Brasil). Rio de Janeiro: CNEPA, 1960. 134 p. (Boletim, 12).

CALDEIRA, M. V. W.; SOARES, R. V.; WATZLAWICK, L. F. Estimativa de biomassa em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana – General Carneiro-PR. **Biomassa e Energia**, v. 1, n. 3, p. 291–310, 2004.

CENTRO DE TECNOLOGIA EM RECURSOS NATURAIS; INSTITUTO AGRONÔMICO. Classificação dos solos do estado de São Paulo. Campinas: CATI/IA, 1986. (Boletim 5).

CHAVEZ JR., P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, p. 459–479, 1988.

CHAVEZ JR., P. S. Radiometric calibration of Landsat thematic mapper multispectral images. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 55, p. 1285–1294, 1989.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima Avaí. 2019. Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/avai-287248/. Acesso em: 29 abr. 2019.

FILHO, D. B. F.; JUNIOR, J. A. S. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009.

GAMON, J. A.; PEÑUELAS, J.; FIELD, C. B. A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 41, p. 35–44, 1992.

GATTO, A. *et al.* Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na região centro-leste do estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 895–905, 2011.

HIGUCHI, N. *et al.* Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p. 153–166, 1998.

LUGO, A. E.; BROWN, S.; CHAPMAN, J. An analytical review of production rates and stem wood biomass of tropical forest plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 23, n. 1, p. 79–200, 1988.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 297 p.

POLONIO, V. D. Estoque de carbono em reflorestamento por meio de análise multicriterial e geoestatística multivariada. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2019.

ROUSE, J. W. *et al.* **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. *In*: ERTS SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington, DC. Proceedings... NASA, 1973.

SANQUETTA, C. R. *et al.* Estoques de biomassa e carbono em povoamentos de acácia-negra em diferentes idades no Rio Grande do Sul. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 12, n. 103, p. 370, 2014.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 9, p. 719–734, 1933.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Boletim SNIF, 2020. Disponível em: https://snif.florestal.gov.br/pt-br/. Acesso em: jan. 2025.

SILVA, S. C. P.; BAPTISTA, G. M. M. Análises espectrais da vegetação com dados Hyperion e sua relação com a concentração e o fluxo de CO_2 em diferentes ambientes na Amazônia Brasileira. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, n. 2, p. [completar].

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, v. 38, n. 1, p. 185–206, 2008. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5380/rf.v38i1.11038.

STATSOFT. Statistica for Windows. Release 5.1 (Computer program manual). Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 1997.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Julio Onesio-Ferreira Melo

Graduado em Farmácia pela Universidade Federal de Minas Gerais, doutoradoem Ciências Química (Conceito 7 Capes) pela Universidade Federal de MinasGerais. Docente no ensino superior desde 2000, trabalhando com as áreas deFitoquímica, Química Farmacêutica, Farmacognosia e Química Orgânica.Professor e pesquisador Associado IV da Universidade Federal de São João delRei. Coordenador dos Programas de Extensão desde 2014 nas áreas de Árvoresdo Cerrado; Água e Meio Ambiente e de Ensino de Química. Coordenador deProjetos de Pesquisa nas áreas de Estudo de compostos voláteis de frutos porCG/MS; Estudo da composição química e metabolômica de plantas e frutos porESI/MS e Paper Spray/MS; Estudo das alterações metabólicas em plantas demilho e soja na presença de ácaros fitófagos e lagartas, por CG/MS e ESI/MS;Estudo da qualidade das águas. Professor orientador no Programa de PósGraduação em Ciência de Alimentos(UFMG).
Lattes: http://lattes.cnpq.br/3161464227394013

Ana Luiza Coeli Cruz Ramos

Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Possui mestrado e doutorado em Ciência de Alimentos pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG com período de estágio de curta duração no Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa - Portugal trabalhando com pesquisa e avaliação de proteínas de espécies vegetais com atividade biológica durante o doutorado. Atualmente é membro do GEPEQF (Grupo de Ensino de Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia). Atuou também como pesquisadora no projeto Desenvolvimento Rural Sustentável no Cerrado - Árvores Frutíferas do Cerrado, pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), onde atua na área de caracterização química e aplicabilidade de frutos do Cerrado. Possui experiência em análise e caracterização de alimentos, microbiologia de alimentos, desenvolvimento de novos produtos.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8647097629564731

Camila Goncalves Rodrigues

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de São João Del - Rei em 2014. Formada em Técnico em Química pela Escola Técnica Municipal de

Sete Lagoas em 2008. Doutora em Ciência de alimentos pela UFMG (2022), projeto com ênfase em filmes comestíveis a partir de resíduos da agroindustria. Mestra em Engenharia de Alimentos pela UNICAMP no departamento de Engenharia de Alimentos, projeto com ênfase em coencapsulação de compostos funcionais a partir de emulsão múltipla. Pós doutorado (2025) na UFSJ *campus* Sete Lagoas no programa de pós graduação em ciências agrárias (PPGCA), trabalhando com frutos do cerrado: pequi, cagaita e baru. Atualmente esta como professora substituta de Química Orgânica na UFSJ - *campus* Sete Lagoas MG. Possui experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando nos seguimentos de Análise de Alimentos e Caracterização de Matérias Primas Alimentícias, Ciência e Tecnologia de Frutas e Hortaliças.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/1413524184972832

Raquel Linhares Bello de Araujo

Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997) e mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2000). Doutora em Ciência de Alimentos na Faculdade de Farmácia da UFMG. Professora Associada II do Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG. Possui experiência na área de análise de nutrientes, estudo e aplicação de resíduos alimentares, desenvolvimento de produtos a partir de resíduos, alimentos funcionais e para fins especiais. Desenvolvimento de dietas enterais contendo nutrientes bioativos. Bolsista Produtividade CNPq PQ-2 Cadastro Google acadêmico: https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=B9M-yboAAAAJ Cadastro RESEARCH ID: AAF-3870-2021 Cadastro ORCID:https://orcid.org/0000-0002-5110-5203
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8788632680037006

Vinícius Tadeu da Veiga Correia

Doutor (2024) e Mestre (2020) em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Minas Gerais - Faculdade de Farmácia. Possui graduação em Engenharia de Alimentos (2018) e Interdisciplinar em Biossistemas (2017) pela Universidade Federal de São João del-Rei. Técnico em Química pela Rede Cecon de Ensino (2024) e em Agronegócio pelo Senar Minas - Polo UNIFEMM (2017). Atualmente é Pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG - Campo Experimental Risoleta Neves/CERN), membro do Grupo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Química e Farmacognosia (GEPEQF) e pós-graduando em Ciência dos Alimentos, pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), com ênfase em Tecnologia de Frutas e Hortaliças. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: sorgo na

alimentação humana, plantas alimentícias não convencionais, análise sensorial, aproveitamento de resíduos agroindustriais e metabólitos secundários de vegetais
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9266224814285317

Viviane Dias Medeiros Silva

Pós-doutoranda do projeto "Sustentabilidade e desenvolvimento social: as riquezas e potencialidades das árvores frutíferas do Semiárido Mineiro", financiado pela Fapemig (Programa de Apoio à Fixação de Jovens Doutores no Brasil). Mestre e Doutora em Ciência de Alimentos pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. Possui graduação em Farmácia e Bioquímica Alimentos pela mesma instituição. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em pesquisa e desenvolvimento de novos ingredientes. Atualmente, estuda o perfil químico dos frutos do semiárido bem como aplicação de tais frutos em novos produtos.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/7185084760096182

Mauro Ramalho Silva

Possui Graduação em Nutrição pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Tem experiência em Bromatologia, Microbiologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos e Biologia Molecular nos seguintes temas: tecnologia de carne, hidrólise proteica enzimática, cultura de células Caco-2, Western Blotting, fluorescence microscopy, processos de separação por membranas, desenvolvimento de ingredientes e produtos alimentícios, otimização de métodos analíticos, determinação de compostos voláteis e caracterização do perfil químico de matrizes pela espectrometria de massas com ionização por ESI e Paper Spray.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/1806587107819245

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção: 21, 22, 24, 27, 47

Adubação: 36, 37, 48, 49

Agricultura Familiar: 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 62, 70, 77

Agrobiodiversidade: 9, 10, 11, 13, 14

Alternativas: 10, 15, 18, 21, 22, 26, 69

Amazônia: 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61

Aproveitamento: 21, 29, 30, 33, 84, 95

Araticum: 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78

B

Baru: 69, 79, 82, 83, 88, 89, 90, 92

C

Citricultura: 94

Compostos Bioativos: 22, 69, 70, 85, 94, 96

Conservação: 9, 10, 59, 61, 67, 69, 73, 85, 91, 96, 103

Cor Instrumental: 82, 94, 97, 99

D

Desenvolvimento: 10, 17, 20, 21, 23, 25, 26, 29, 34, 37, 38, 41, 42, 46, 47, 48, 59, 60, 61, 62, 64, 70, 76, 78, 80, 84, 92, 95, 101, 104

Dypterix Alata Vog: 82, 83

F

Feirantes: 9, 13, 14, 19

Fertilidade do Solo: 36, 38, 45, 46, 51, 54, 58, 62

H

Histomorfologia Intestinal: 21

M

Manejo da Videira: 36

Medidas: 26, 30, 82, 86, 88

P

Pequi: 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 100, 103

Práticas Sustentáveis: 9, 21, 61, 95

R

Recuperação de Áreas Degradadas: 50, 51, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61

Resíduos Agroindustriais: 69, 94, 95

S

Segurança Alimentar: 25, 59, 67, 69, 77

Sementes Crioulas: 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19

Sistemas Agroflorestais: 50, 51, 52, 62, 64

Solos Intemperizados: 36

Subprodutos: 21, 32, 67, 70, 94, 95

Substituto: 21

Sustentabilidade: 9, 10, 17, 48, 53, 58, 103

U

Umbu: 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80

V

Vitinicultura: 36

científica digital

ISBN 978-656155090-1

VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS

www.cientificadigital.org | contato@cientificadigital.org