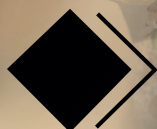


Júlio Onésio Ferreira Melo
Clarissa Damiani
Raquel Linhares Bello de Araujo
Reinaldo Farias Paiva de Lucena
(Orgs)

ÁRVORES, PLANTAS E FRUTOS DO CERRADO

APLICAÇÕES E POSSIBILIDADES



científica digital



EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.com.br - contato@editoracientifica.com.br

Diagramação e Arte Edição © 2024 Editora Científica Digital
Equipe Editorial Texto © 2024 Os Autores
Imagens da Capa 1ª Edição - 2024
Pixabay - 2024 Acesso Livre - Open Access

© COPYRIGHT DIREITOS RESERVADOS. A editora detém os direitos autorais pela edição e projeto gráfico. Os autores detêm os direitos autorais dos seus respectivos textos. Esta obra foi licenciada com uma Licença de Atribuição Creative Commons – Atribuição 4.0 Internacional, permitindo o download e compartilhamento integral ou em partes, desde que seja citada a fonte, com os créditos atribuídos aos autores e obrigatoriamente no formato Acesso Livre (Open Access) e sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma. É proibida a catalogação em plataformas com acesso restrito e/ou com fins comerciais.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A795

Árvores, plantas e frutos do Cerrado: aplicações e possibilidades / Organização de Júlio Onésio Ferreira Melo, Clarissa Damiani, Raquel Linhares Bello de Araujo, et al. – Guarujá-SP: Científica Digital, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui Bibliografia

ISBN 978-65-5360-563-3

DOI 10.37885/978-65-5360-563-3

1. Ciências agrárias. I. Melo, Júlio Onésio Ferreira (Organizador). II. Damiani, Clarissa (Organizadora). III. Araujo, Raquel Linhares Bello de (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

2024

Júlio Onésio Ferreira Melo
Clarissa Damiani
Raquel Linhares Bello de Araujo
Reinaldo Farias Paiva de Lucena
(Orgs.)

Árvores, Plantas e Frutos do Cerrado: aplicações e possibilidades

1ª EDIÇÃO



científica digital

2024 - GUARUJÁ - SP

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. André Cutrim Carvalho
Prof. Dr. Antônio Marcos Mota Miranda
Prof^a. Ma. Auristela Correa Castro
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke
Prof^a. Dra. Caroline Nóbrega de Almeida
Prof^a. Dra. Clara Mockdece Neves
Prof^a. Dra. Claudia Maria Rinhel-Silva
Prof^a. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Prof. Dr. Cristiano Marins
Prof^a. 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
Prof^a. Dra. Fernanda Rezende
Prof. Dr. Flávio Aparecido de Almeida
Prof^a. Dra. Francine Náthalie Ferraresi Queluz
Prof^a. 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
Prof^a. Dra. Maria Cristina Zago
Prof^a. Dra. Maria Otília Zangão
Prof. Dr. Mário Henrique Gomes
Prof. Dr. Nelson J. Almeida
Prof. Dr. Octávio Barbosa Neto
Prof. Dr. Pedro Afonso Cortez
Prof. Dr. Reinaldo Pacheco dos Santos
Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo
Prof^a. Dra. Rosenery Pimentel Nascimento
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin
Prof. Me. Silvio Almeida Junior
Prof^a. Dra. Thays Zigante Furlan Ribeiro
Prof. Dr. Wesceley 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 foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial e Revisados por Pares Externos (Peer Review), sendo indicados para publicação.

Nota: Esta obra é uma produção colaborativa, tornando-se uma coletânea com reservas de direitos autorais para os autores. Alguns capítulos podem ser derivados de outros trabalhos já apresentados em eventos acadêmicos, todavia, os autores foram instruídos ao cuidado com o autoplágio. A responsabilidade pelo conteúdo de cada capítulo é exclusiva dos/as respectivos/as autores/as, não representando, necessariamente, a opinião da editora, tampouco dos organizadores e membros do conselho editorial.

APRESENTAÇÃO

O Cerrado Brasileiro é um dos principais biomas do país, compreendendo vasta variedade de espécies vegetais, das quais, muitas delas, ainda são pouco exploradas cientificamente. Esta obra teve por objetivo explicar, de forma clara e concisa, as inúmeras possibilidades e aplicabilidades das árvores, plantas e/ou frutos do cerrado para utilização e agregação de valor a este bioma tão rico. Algumas das espécies que o leitor encontrará neste livro são Ipê, jabuticaba, algodãozinho, pequi, baru, cagaita e mirtilo, e assuntos como a interferência climática, utilização de madeira, diferentes biocompostos/fitoquímicos presentes nestes frutos, assim como a utilização dessas diversas espécies para desenvolvimento de novos produtos, quer seja de cunho alimentícios ou cosméticos, foram abordados.

Agradecemos aos autores pelo empenho, disponibilidade e dedicação para o desenvolvimento e conclusão dessa obra. Esperamos, também, que esta obra sirva de instrumento didático-pedagógico para estudantes, professores dos diversos níveis de ensino em seus trabalhos e demais interessados pela temática.

Júlio Onésio Ferreira Melo

Universidade Federal de São João del-Rei

Clarissa Damiani

Universidade Federal de Goiás

Raquel Linhares Bello de Araújo

Universidade Federal de Minas Gerais

Reinaldo Farias Paiva de Lucena

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

SUMÁRIO

Capítulo 01

ANATOMIA DA MADEIRA E USOS TRADICIONAIS DE *BAUHINIA UNGULATA* (FABACEAE)

João Carlos Ferreira de Melo Júnior; Larissa Thiesen Zarpelon; Igor Shoiti Shiraishi; Joelson Graciano Feliciano; Magda Carrion Bartz; Bruna Kamila da Conceição

doi 10.37885/240215884 10

Capítulo 02

CERRADO EM DESTAQUE: O PAPEL VITAL DO CERRADO NA BIODIVERSIDADE DO PLANETA

Reginaldo Ferreira Weichert; Ana Carolina do Carmo Mazzinghy; Bárbara Almeida Costa; Bruna Vieira Nunes; Lucas Fernandes Lopes; Lucas Silveira Garcia; Milene da Costa Reis; Vinicius Porfírio Parreiras; Luisa Del Carmen Barrett Reina; Júlio Onésio Ferreira Melo

doi 10.37885/240315956 32

Capítulo 03

O POTENCIAL BIOATIVO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE IPÊS PRESENTES NO CERRADO E SUAS MÚLTIPLAS APLICABILIDADES: REVISÃO DE LITERATURA

Ana Carolina do Carmo Mazzinghy; Lucas Silveira Garcia; Talvane Coelho; Henrique de Oliveira Prata Mendonça; Lucas Fernandes Lopes; Bruna Vieira Nunes; Reginaldo Ferreira Weichert; Eric Marsalha Garcia; Hosane Aparecida Taroco; Júlio Onésio Ferreira Melo

doi 10.37885/240215726 68

Capítulo 04

PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSE* E *CARYOCAR CORIACEUM*): IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA, PRINCIPAIS FITOQUÍMICOS E PROPRIEDADES BIOATIVAS

Lucas Silveira Garcia; Alisson Luiz Felix da Cunha; Bárbara Almeida Costa; Gabriella Roberta Silva Oliveira; Henrique de Oliveira Prata Mendonça; Gabriel Dias dos Reis; Viviane Dias Medeiros Silva; Vinicius Tadeu da Veiga Correia; Luisa Del Carmen Barrett Reina; Júlio Onésio Ferreira Melo

doi 10.37885/240315942 97

Capítulo 05**AVALIAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DE *DIPTERYX ALATA* VOG. (LEGUMINOSAE) NO MATO GROSSO DO SUL**

Jonathan Alois Ferreira; Ingrid Fabiana Fonseca Amorim; Wanderléia de Vagas Araújo; Camilla Marques de Lucena; Reinaldo Farias Paiva de Lucena

 10.37885/240315982 115

Capítulo 06***EUGENIA DYSENTERICA* DC. (MYRTACEAE): A CAGAITEIRA DO CERRADO**

Anderson Martins Rodrigues Ribeiro; Cassia Cristina Fernandes; Mayker Lazaro Dantas Miranda

 10.37885/240115448 131

Capítulo 07***COCHLOSPERMUM REGIUM* (SCHRANK) PILG.: O ALGODÃOZINHO DO CERRADO**

Jacieli Gonçalves dos Santos; Irlés José de Menezes Muniz da Silva; Cassia Cristina Fernandes; Mayker Lazaro Dantas Miranda

 10.37885/240215799 141

Capítulo 08**POTENCIAL DOS FRUTOS DO CERRADO PARA A PRODUÇÃO DE FITOCOSMÉTICOS**

Érica Luiz dos Santos; Nídia Cristiane Yoshida; Lia Raquel Toledo Brambilla Gasques; Ivo Leite Filho

 10.37885/240215828 156

Capítulo 09**FRUTAS DO CERRADO COMO ADJUNTOS CERVEJEIROS**

Wellington Barros dos Santos; Renata Lília Vieira Rigo; John Maycon Silva Santos; Glêndara Aparecida de Souza Martins; Claudia Cristina Auler do Amaral Santos

 10.37885/240215652 181

Capítulo 10**FILMES ATIVOS PRODUZIDOS DE FONTES CONVENCIONAIS E NÃO CONVENCIONAIS DE AMIDO: UMA BREVE REVISÃO**

Luana Regina Pereira Alves; Mariana Alencar da Macena; Clarissa Damiani; Glêndara Aparecida de Souza Martins

 10.37885/240215651 201

Capítulo 11

JABUTICABA: BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO E APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS

Maria Olívia dos Santos Oliveira; Geovana Marinho; Clarissa Damiani; Eduardo Ramirez Asquieri; Glêndara Aparecida de Souza Martins

doi 10.37885/240215675 216

Capítulo 12

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE MIRTILOS 'BILOXI' ORGÂNICOS CULTIVADOS NO CENTRO-OESTE

Filipe Martins Favatto; Maurício Willyam Ramos Leão; Sthefany Natalia Oliveira Santos; Katiúcia Alves Amorim; Clarissa Damiani

doi 10.37885/240115507 233

Capítulo 13

COMPOSIÇÃO PROXIMAL DO BOLO DE BAUNILHA SEM GLÚTEN COM FARINHA DA BORRA DE AÇAÍ EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL À FARINHA DE ARROZ

Giovanna Spirandelli Alves de Moraes; Ingrid Alves de Moraes; Rayanna Ferreira Lopes; Alexandre Moreira de Sousa; Taís Aragão Ishizawa; Vânia Maria Alves; Clarissa Damiani

doi 10.37885/240215891 252

Capítulo 14

IMPACTO DO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NAS QUEIMADAS DE *RUELLIA DISSITIFOLIA* (NEES) HIERN, *RUELLIA COSTATA* (NEES) HIERN E *RUELLIA INCOMPTA* (NEES) LINDAU (ACANTHACEAE) NO CERRADO

Clênia de Souza Pessôa; Rafael Coll Delgado

doi 10.37885/240215756 266

Capítulo 15**EXTRATIVISMO DA PALMEIRA VASSOURINHA (*SYAGRUS SP.*) NA APA DA CHAPADA DO LAGOÃO, ARAÇUAÍ-MG**

Juvenal Martins Gomes; Elisabeth Gomes Uchôas; Marlene Pereira dos Santos; Regiane Pereira dos Santos; Elaine Cordeiro do Santos

 10.37885/231114934 282

SOBRE OS ORGANIZADORES 304

ÍNDICE REMISSIVO 306

01

ANATOMIA DA MADEIRA E USOS TRADICIONAIS DE *Bauhinia unguolata* (FABACAE)

João Carlos Ferreira de Melo Júnior
Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

Larissa Thiesen Zarpelon
Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

Igor Shoiti Shiraishi
Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

Joelson Graciano Feliciano
Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

Magda Carrion Bartz
Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

Bruna Kamila da Conceição
Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)

RESUMO

Objetivo: Este trabalho objetivou, por meio da descrição da estrutura anatômica e da condutividade hidráulica da madeira, contribuir com a caracterização da espécie *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae) com distribuição no Cerrado, além de levantar seus usos tradicionais. **Métodos:** A espécie estudada foi coletada na formação de Cerrado *stricto sensu* no Estado de Minas Gerais. Amostras de madeira foram obtidas da coleção de referência Xiloteca JOLw para a preparação de lâminas histológicas nas secções convencionais para anatomia da madeira e material dissociado. Atributos quali-quantitativos de lenho foram tomados seguindo o protocolo padrão da IAWA. Índices de condutividade hidráulica foram calculados. Informações etnobotânicas foram extraídas da literatura. **Resultados:** As características anatômicas apresentadas pela espécie mostram uma clara adaptação do lenho e de sua arquitetura hidráulica em ambientes com restrição hídrica. A espécie ainda possui usos potenciais por comunidades tradicionais que devem considerar formas assertivas de manejo. **Conclusão:** *B. unguolata* possui importância ecológica, mostrando convergências estruturais do lenho com outras espécies de Cerrado, e econômica, servindo a sua madeira e outros componentes ao aproveitamento humano.

Palavras-chave: Anatomia da Madeira, Savana, Conhecimento Tradicional, Conservação da Biodiversidade.

INTRODUÇÃO

O Cerrado está localizado no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior bioma do país em área, apenas superado pela Floresta Amazônica (Klink; Machado, 2005). Ocupa 24% do território nacional, o que equivale a aproximadamente 200 milhões de hectares (Sano *et al.*, 2019). Abrange como área contínua os Estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, recobre em parte os Estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo e, também, ocorre em áreas disjuntas ao norte nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao sul, em pequenas “ilhas” no Paraná (Miranda; Absy, 2000).

Devido à sua destacada riqueza de espécies e endemismo, aliados aos impactos que vem sofrendo ao longo do tempo, é considerado um *hotspot* mundial da biodiversidade (Sano *et al.*, 2019). O funcionamento dos ecossistemas do Cerrado recebe influência da sazonalidade climática, de queimadas naturais e da escassez de nutrientes essenciais (Eiten, 1972). Sua considerável heterogeneidade ambiental o torna um dos biomas mais diversificados do Brasil (Pereira *et al.*, 2011). As diferentes formas da vegetação são consequência direta de gradientes edáficos associados às variações geomorfológicas, como profundidade efetiva, presença de concreções no perfil, altura do lençol freático, drenagem e fertilidade.

O Cerrado é um bioma com grandes variações em suas formações fitofisionômicas, sendo possível encontrar formações florestais, savânicas e campestres (Oliveira-Filho; Ratter, 2002; Ribeiro; Walter, 2008; Roquette, 2018). A primeira se refere às áreas onde predominam espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo ou descontínuo. As formações savânicas são caracterizadas por árvores e arbustos em distribuição esparsa sobre estrato graminoso e dossel descontínuo; enquanto as formações campestres se restringem às áreas de predominância do estrato herbáceo (Sano *et al.*, 2008). As formações florestais são classificadas em Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão; as savânicas em Cerrado *stricto sensu*, Palmeiral e Vereda; e as campestres em Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre (Sano *et al.*, 2008). O tipo fitofisionômico mais característico deste bioma é o Cerrado *stricto sensu*, com plantas lenhosas geralmente de pequeno porte, ramos tortuosos e irregulares,

caules lenhosos com periderme muito espessa, folhas que podem ser esclerófilas (rígidas e coriáceas), macias ou pilosas (Borghetti *et al.*, 2019).

As plantas possuem adaptações às distintas condições ambientais, sendo resistentes aos períodos de seca, solos oligotróficos, alta incidência de radiação ultravioleta e ocorrência de incêndios como fator ecológico que regula e equilibra os ciclos neste bioma (Haridasan, 2005; Reis; Schmiele, 2019). As espécies que compõem a flora nativa do Cerrado apresentam adaptações evolutivas únicas, que permitiram seu estabelecimento e perpetuação, mesmo em solos mais ácidos e de baixa fertilidade. Dentre as adaptações, cita-se o dimorfismo radicular, a transpiração noturna, a reabsorção de folhas senescentes, a reciclagem de nutrientes da serapilheira e a associação de raízes com micorrizas (Haridasan, 2008). Outras características notáveis incluem o espessamento das raízes e caules subterrâneos (xilopódio), com capacidade de acumular água e nutrientes e contribuir à sobrevivência em períodos de estiagem (Borghetti *et al.*, 2019)

A amplitude continental, de 4 a 24 graus de latitude sul, e altitudinal, de 8 a mais de 1.500 metros, influencia diretamente nas variações florísticas do bioma (Ratter *et al.*, 2003), as quais são caracterizadas por onze tipos principais de vegetação e vinte e cinco fitofisionomias (Ribeiro; Walter, 2008). Desta forma, considera-se que não existe uma flora homogênea, mas floras específicas que caracterizam cada fitofisionomia (Oliveira-Filho; Ratter, 2002; Ribeiro; Walter, 2008), que juntas formam um mosaico de ecossistemas que compõem o Cerrado, resultado das interações com outros biomas sul-americanos e que explicam a grande diversidade florística do bioma, incluindo alta concentração de endemismos (Oliveira-Filho; Ratter 2002; Klink; Machado 2005; Ribeiro; Walter 2008; Forzza *et al.* 2012).

O estudo do Inventário Florestal Nacional no Cerrado registrou 28.607 espécimes lenhosos do bioma em nove estados brasileiros (Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, São Paulo e Tocantins) e o Distrito Federal (Kiataqui, 2022). Deste total, foram registradas 1.817 espécies, pertencentes a 551 gêneros e 105 famílias, sendo Fabaceae a que apresentou o maior número de espécies, o que demonstra sua relevância na composição florística do Cerrado. A sua diversidade florística total é composta por cerca de 13.140 espécies de plantas (4,8% da flora mundial), das quais 38% são endêmicas (Peixoto *et al.*, 2016).

Pode-se assumir que o Cerrado é um bolsão de diversidade biológica e um grande provedor de serviços ecossistêmicos indispensáveis para a manutenção da economia local e regional, como também, para o meio ambiente em maior escala (Rausch *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2020). O Cerrado é responsável por abastecer 98% da população brasileira com energia elétrica proveniente de seus grandes afluentes (Weichert *et al.*, 2023). Seu solo é de extrema importância para a produção agroextrativista, agroecológica e agricultura familiar, formas manejadas de produção que mantém as famílias rurais em seus assentamentos e que mantém diversas funções ecossistêmicas interligadas que colaboram com a manutenção da biodiversidade, dos ciclos de água e com a redução dos gases causadores de efeito estufa (Sawyer, 2009).

O Cerrado abriga em torno de 216 terras indígenas e 83 diferentes etnias, que incluem quilombolas, raizeiros, vazanteiras, quebradeiras de coco babaçu, apanhadores de sempre-vivas, fundo de pasto e agrupamentos humanos que detém profundo conhecimento do ambiente (ISPN, 2023). Tais povos fazem o uso tradicional dos recursos naturais, sendo considerados parte do patrimônio cultural brasileiro (Brasil, 2017). As populações tradicionais estabelecem formas de usos diferentes das espécies nativas, de acordo com a disponibilidade da espécie na fitofisionomia, organizando-se na agricultura de subsistência e extrativismo de frutos, folhas, raízes, entrecasca e casca das plantas do Cerrado (Rigonato; Almeida, 2004). Muitas espécies do Cerrado são utilizadas na medicina popular por povos e comunidades tradicionais, além do potencial uso alimentício não-convencional (Ferreira *et al.*, 2022). As famílias Fabaceae, Asteraceae e Euphorbiaceae são as mais citadas em estudos etnobotânicos desenvolvidos no Cerrado (Vieira-Santos, 2020). Um recente levantamento sobre os estudos etnobotânicos desenvolvidos no período de 2010 – 2020 no Brasil, mostrou que a Mata Atlântica foi o bioma mais estudado nos últimos anos (Guedes-Queiroga *et al.*, 2023) e que o Cerrado e Caatinga correspondem a 24,5% de todos os estudos analisados, incompatível com as necessidades de proteção e de biodiversidade destes biomas. Ainda, no bioma Cerrado as principais pesquisas desenvolvidas envolvem espécies com uso madeireiro e medicinal (Siqueira *et al.*, 2018; Lima-Nascimento *et al.*, 2019; Torres-Avilez *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020).

Entretanto, toda essa diversidade biológica e a gama de conexões estabelecidas com as comunidades tradicionais corre sérios riscos em função da crescente antropização do bioma, como a ascensão do agronegócio, responsável por mais de 70% do total de gases do efeito estufa emitidos no Brasil e pela expulsão dos pequenos produtores, além de reforçar a concentração fundiária e de renda (Neto *et al.*, 2011; Sawyer, 2009). Como resultado, a região apresenta, atualmente, 624 táxons de vegetação ameaçados (IBGE, 2005). Uma das formas de contribuir com a conservação da biodiversidade do Cerrado é ampliar o conhecimento sobre as suas espécies, principalmente daquelas ainda com lacunas no conhecimento, gerando subsídios para compreender os padrões ecológicos gerais do Bioma e para a criação de políticas públicas de proteção ambiental.

Diante do exposto, o presente estudo objetivou contribuir com a ampliação do conhecimento sobre a espécie *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae) ocorrente na formação fitogeográfica do Cerrado, descrevendo a anatomia e caracterizando a arquitetura hidráulica da sua madeira. Em adição, pretende-se levantar registros sobre possíveis usos humanos tradicionais desta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

A espécie estudada

A espécie *Bauhinia unguolata* (Fabaceae), conhecida popularmente como mororó, é nativa do Brasil e encontrada nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica. Ocorre nas formações de Cerrado (*lato sensu*), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme e Floresta Estacional Semidecidual. Tem registro, ao Norte, nos Estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins; no Nordeste, nos Estados do Ceará, Maranhão e Piauí; no Centro-Oeste, em Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso; e no Sudeste, nos Estados de Minas Gerais e São Paulo. As flores têm hipanto tubuloso, cálice fendido e corola com pétalas lineares. Possui hábitos arbóreo, arbustivo ou subarbustivo, tendo as maiores árvores cerca de 10m de altura e 30 cm de DAP. O caule tem aspecto tortuoso e de fuste curto. Os ramos são dotados de estípulas lanceoladas. As folhas são simples, bilobadas, alternas,

cartáceas, glabras na superfície superior e pubescente na inferior, com ápice agudo ou longamente acuminado. As inflorescências são racemosas (Carvalho, 2014). Os frutos são legumes achatados e com deiscência explosiva (BGF, 2018) (Figura 2). A dispersão é barocórica. É forrageada por morcegos (Fischer, 1992).

Figura 1 - *Bauhinia unguolata* (Fabaceae). Legenda: A - aspecto geral da planta. B - folha bilobada. C - inflorescência.



Créditos: A e B - Carvalho (2014). C - João Medeiros (2010).

Área de coleta da espécie

O ambiente de ocorrência natural e coleta da espécie investigada compreende a formação fitogeográfica do Cerrado, localizada na Área de Proteção

Ambiental Carste de Lagoa Santa, Estado de Minas Gerais (Figura 2). Criada por iniciativa do Governo Federal nos idos de 1990, a APA-Carste de Lagoa Santa, situada na região metropolitana de Belo Horizonte/MG, apresenta área total de 39.269,32ha e abrange porções dos municípios de Lagoa Santa, Matozinhos, Pedro Leopoldo e Funilândia. A sua criação se baseou nos princípios estabelecidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) para esta modalidade de unidade de conservação e nas especificidades da área, destacando-se garantir a conservação do conjunto paisagístico e da cultura regional e proteger a cobertura vegetal e a fauna silvestre (Ibama, 2005). Entretanto, no que se refere à região específica do Carste de Lagoa Santa a garantia de proteção desta área foi norteadada, sobretudo, pelo grande acervo natural e histórico-cultural representado por inúmeros sítios paleontológicos, espeleológicos e arqueológicos existentes na mesma (Ibama, 2005).

Na feição paisagística do planalto cárstico predominam os solos situados entre 700-800m de altitude, destacando-se as rochas calcárias quimicamente puras representadas por diferentes morfologias, dentre as quais citam-se os campos de dolinas, maciços e paredões calcários recortados por lapíás. Climatologicamente, a região apresenta clima tropical chuvoso (Amg, segundo a classificação de Köppen), com temperatura média máxima de 26°C entre setembro e março e temperatura média mínima de 17°C nos meses de junho e julho. A precipitação média anual gira em torno de 1.350mm, distribuídos em duas estações bem definidas, sendo o período compreendido entre abril e setembro caracteristicamente o mais seco do ano e o mais chuvoso de outubro a março (Henning, 1989). A vegetação dominante na região é composta por distintas fitofisionomias associadas aos afloramentos calcários, predominado coberturas de Mata Estacional Semidecidual, Mata Estacional Decidual, Mata Ciliar e Cerrado (Warming, 1892; Brina, 1998).

Tratamento e análise do lenho

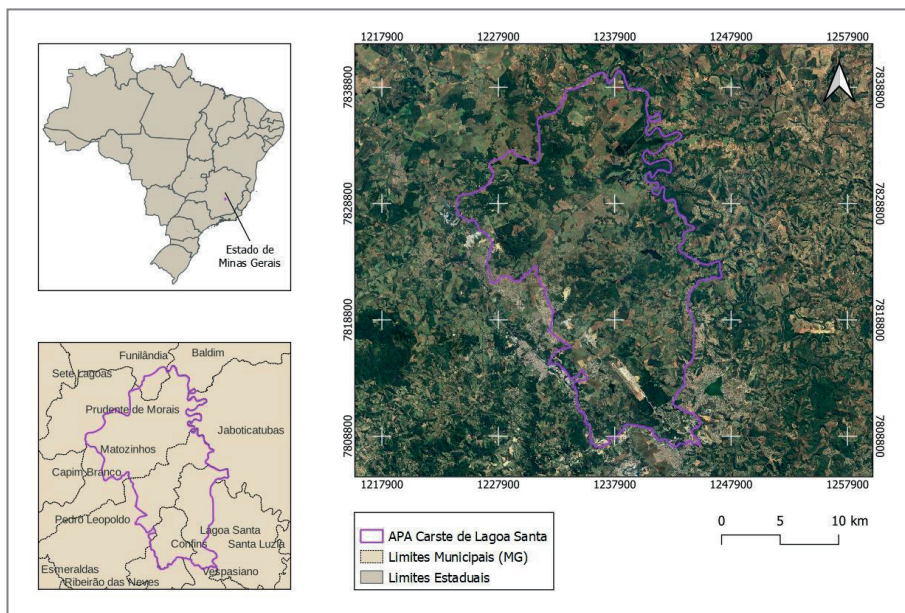
Amostras de madeira da espécie *B. angulata* foram obtidas na Coleção de referência da Xiloetca JOlw (Melo Júnior *et al.*, 2014), pertencente à Universidade da Região de Joinville. Corpos de prova de aproximadamente 2 cm³ foram produzidos e amolecidos por cozimento em água glicerina. Secções

anatômicas transversais, longitudinais tangenciais e longitudinais radiais foram obtidas em micrótomo de deslize com navalha C para posterior montagem de lâminas histológicas permanentes. Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio, corados em safranina aquosa, desidratados em série alcoólica crescente, fixados em acetato de butila e montados em resina sintética (Kraus; Arduin, 1997; Paiva *et al.*, 2006). Material dissociado foi obtido por inclusão da madeira em solução de Franklin aquecida em estufa por 72h (Kraus; Arduin, 1997). A caracterização da anatomia da madeira seguiu a nomenclatura proposta por IAWA (1989). Foram realizadas mensurações ($n = 30$) de atributos do lenho (frequência de vasos por mm^2 , diâmetro tangencial do vaso, comprimento do elemento de vaso e da fibra, espessura da parede da fibra e da parede dupla de vasos contíguos) em microscópio Opticam 600. Microfotografias foram obtidas no mesmo equipamento. Como forma de verificar a influência do ambiente no tocante à eficiência no transporte de água e à suscetibilidade à cavitação durante a condução hídrica, calcularam-se os seguintes índices: condutividade (IC) dado pela razão entre o raio do vaso elevado à quarta potência e a frequência de vasos (Zimmermann, 1983); vulnerabilidade (IV) dado pela razão entre o diâmetro e a frequência de vasos (Carlquist, 1977); e mesomorfia dado pela razão entre índice de vulnerabilidade e comprimento do elemento de vaso (Carlquist, 1977).

Levantamento de informações etnobotânicas

Informações de cunho etnobotânico foram obtidas por consulta à literatura especializada, utilizando-se as bases Scielo-Brasil, Google Scholar e Portal Capes de periódicos. O período de busca compreendeu os últimos dez anos. Não foram considerados estudos sobre outras espécies, mesmo sendo do gênero *Bauhinia*.

Figura 2 - Localização da área de coleta de *Bauhinia unguolata* (Fabaceae), no Cerrado de Minas Gerais.



Fonte: primária.

RESULTADOS

A caracterização anatômica do lenho de *B. unguolata* revelou a ocorrência de camadas de crescimento distintas, demarcadas por espessamento radial da parede das fibras. Vasos com porosidade difusa, sem arranjo definido; múltiplos de 2-6, raros solitários; placa de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, areoladas, diminutas; pontoações radiovasculares arredondadas. Fibras com pontoações simples a diminutas areoladas com borda reduzida; espessura da parede das fibras fina. Parênquima axial paratraqueal escasso, vasicêntrico e confluyente em trechos curtos e longos; séries parenquimáticas compostas por 2 células. Raios 1-2 seriados, heterogêneos, com corpo formado por células procumbentes e margens por uma camada de células quadradas ou eretas. As figuras 3 e 4 mostram algumas dessas características estruturais. A tabela 1 apresenta os valores médios das características quantitativas do lenho, assim como sua a condição hidráulica.

Figura 3 - Aspectos anatômicos da madeira de *Bauhinia unguolata* (Fabaceae). Legenda: A - porosidade difusa em sessão transversal. B - parênquima axial confluyente em sessão transversal. C - raios 1-2 seriados em sessão longitudinal tangencial. C - raio heterogêneo em sessão longitudinal radial.

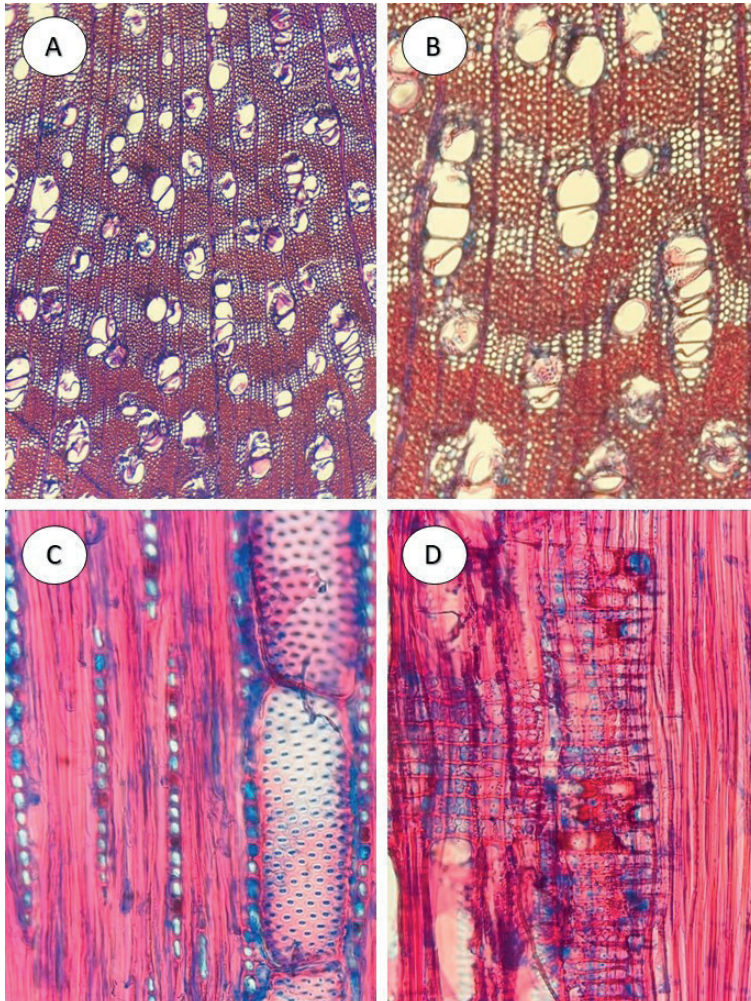


Figura 4 - Aspectos anatômicos da madeira de *Bauhinia unguolata* (Fabaceae). Legenda: A – placa de perfuração simples em longitudinal radial. B – pontuação intervascular alterna em longitudinal tangencial. C – pontuação raiovascular em sessão longitudinal radial. D – série fusiforme do parênquima axial em sessão longitudinal tangencial.

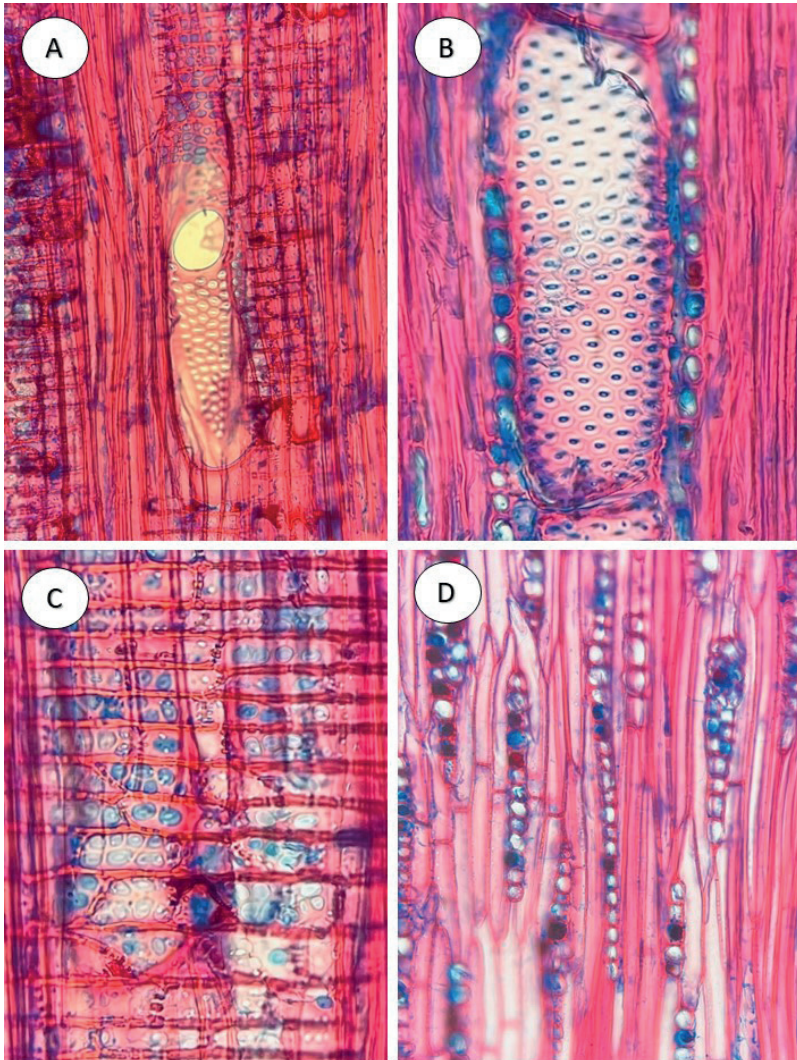


Tabela 1 - Características anatômicas quantitativas e hidráulica da madeira de *Bauhinia unguolata* (Fabaceae).

Atributo	Média ± desvio padrão
Frequência de vasos (n/mm ²)	36,03 ± 10,07
Diâmetro tangencial do vaso (µm)	68,07 ± 16,64
Comprimento do vaso (µm)	94,57 ± 7,02
Largura do raio (no células)	1,30 ± 0,47
Comprimento do raio (no células)	14,00 ± 8,64
Largura do raio (µm)	12,84 ± 5,80
Comprimento do raio (µm)	221,65 ± 11,20
Comprimento da fibra (µm)	640,97 ± 133,27
Índice de condutividade	37120,44
Índice de vulnerabilidade	1,89
Índice de mesomorfia	0,019

Do ponto de vista etnobotânico, a literatura reporta o uso de *B. unguolata* em diferentes categorias de uso, incluindo aplicações terapêuticas, produção de lenha e carvão, bebidas e alimentos, alimentação de animais de criação, utilização em estruturas construtivas, uso ornamental e apícola (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados dos levantamentos bibliográficos dos aspectos etnobotânicos para *B. unguolata* produzidos no período de 2014 a 2024.

Categoria de uso	Parte utilizada da planta	Aplicação etnobotânica	Comunidades envolvidas	Fonte de dados
Medicinal	Folhas	Infusão para tratamento de diabetes	Indígenas	Paula <i>et al.</i> (2014); Oliveira, S.KS (2016); Vandesmet <i>et al.</i> (2020); Barbosa <i>et al.</i> (2021)
Medicinal	Casca do caule	Infusão para tratamento de diabetes	Rural	Silva <i>et al.</i> (2015)
Medicinal	Casca do caule	Infusão para tratamento de desintéria	Rural	Batistel <i>et al.</i> (2014); Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
Medicinal	Folhas e flores	Infusão, decocção ou maceração para tratamento de câncer, obesidade, hipercolesterolemia e diarreia	Ribeirinhos	Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
Medicinal	Casca do caule	Queima da casca do caule como inseticida e repelente doméstico	Rural	De Farias <i>et al.</i> (2016)
Alimentar	Flores	Preparação de saladas	Rural	Chaves <i>et al.</i> (2017)
Alimentar	Flores	Produção de mel	-	Silva <i>et al.</i> (2021); Vasconcelos <i>et al.</i> (2022)

Categoria de uso	Parte utilizada da planta	Aplicação etnobotânica	Comunidades envolvidas	Fonte de dados
Alimentar	Flores	Fervura com açúcar ou rapadura para obtenção do chá	Rural	Chaves <i>et al.</i> (2017)
Construção	Caule	Fabricação de estruturas de cerca	-	Carvalho, 2008; Chaves <i>et al.</i> , 2014
Tecnológico	Caule	Carvão e lenha	Quilombola	Maia, A.L.S. (2021).
Ornamental	-	Paisagismo	-	Carvalho, 2008.

Tem-se relatos que *B. unguolata* possui folhas ricas em flavonoides com propriedades antioxidantes (Paula *et al.*, 2014). Das folhas de *B. unguolata* são preparadas infusões e garrafadas, por indígenas e outras comunidades tradicionais, no tratamento do diabetes (Oliveira, 2016; Vandesmet *et al.*, 2020; Barbosa *et al.*, 2021). De acordo com SILVA *et al.* (2015), em comunidades rurais do Piauí, o uso da casca também é usado no tratamento do diabetes. Um estudo realizado por Santos *et al.* (2011) indicou que o extrato de flores de *B. unguolata* pode ser utilizado no tratamento para doença de Alzheimer, devida à sua ação de inibição da acetilcolinesterase. No Estado de Roraima, há registro do uso medicinal da espécie há mais de 30 anos pela população (Morais *et al.*, 2005). Ainda que o uso principalmente como antidiabético seja amplo, outras propriedades são atribuídas à *B. unguolata*. No Nordeste, as cascas são utilizadas para tratar diarreia (Batistel *et al.*, 2014) e no Centro-Oeste, as folhas e flores são utilizadas pelos ribeirinhos como infusão, decocção ou maceração para tratamento de constipação intestinal, câncer, obesidade, hipercolesterolemia e diarreia (Ribeiro *et al.*, 2017).

Essa espécie é considerada uma das melhores espécies forrageiras, sendo muito utilizada na alimentação de rebanhos, no uso ornamental em parques e jardins e apícola, com produção de néctar e de pólen (Carvalho, 2014). Em comunidades rurais do Piauí, as flores jovens são submetidas à leve fervura em água com açúcar ou rapadura, em seguida a mistura era coada para obter o chá. Suas flores também são utilizadas na produção de saladas (Chaves *et al.*, 2017). Há referência ao uso da casca da espécie como inseticida e repelente doméstico contra mosquitos e *Aedes aegypti*, e em plantações para combater formigas e vermes (Farias, 2016).

Registra-se ainda o uso da sua para a produção de lenha e carvão, e para fabricação de estruturas como cercas, sendo altamente resistente ao apodrecimento. Outras aplicações incluem a produção de mel, ração animal a partir das folhas e paisagismo (Carvalho, 2008; Silva *et al.*, 2021). Em sistemas silviculturais, a espécie apresenta brotação vigorosa e pode ser cultivada sob alta luminosidade, em plantio misto (Carvalho, 2008; Chaves; Barros, 2008).

DISCUSSÃO

Aspectos estruturais e hidráulicos da madeira

As características anatômicas da madeira observadas em *B. ungulata* corroboram as descrições realizadas por Metcalfe; Chalk (1950) para a subfamília de circunscrição do gênero. Destacam-se os vasos tipicamente solitários e múltiplos, as pontoações intervasculares alternadas, a abundância de parênquima axial, tipicamente paratraqueal, e os raios unisseriados.

A plasticidade ecológica e a ampla distribuição das espécies da família Fabaceae, não diferente para as espécies do gênero *Bauhinia*, contribuem para a sua representatividade em distintas formações fitogeográficas. A heterogeneidade ambiental influencia a xilogênese, sendo precursora de fenótipos adaptativos que asseguram o crescimento e a funcionalidade do lenho (Pinheiro, 1999). Em conjunto, atributos físico, químicos e estruturais, condicionam a qualidade da madeira. Assim, *B. ungulata* se apresenta como uma espécie cuja madeira possui condições para um transporte hídrico seguro, considerando a redução do diâmetro e comprimento dos elementos de vasos associados à sua maior frequência por unidade de área, já que o ambiente de Cerrado impõe tipicamente uma restrição hídrica sazonal.

Esta plasticidade estrutural também foi encontrada nas pesquisas realizadas por Longui *et al.* (2009), estudando a anatomia do lenho de *Piptadenia gonoacantha* (Fabaceae) em Floresta Estacional Semidecidual, ambiente que apresenta menores médias anuais de pluviosidade e temperatura. Os autores obtiveram como resultado maior frequência de vasos, com tendência a menor diâmetro e elementos mais curtos. Silva; Melo Jr. (2023) pesquisaram a plasticidade estrutural e hidráulica da madeira de *Andira fraxinifolia* (Fabaceae) em

formações de Mata Atlântica e Cerrado. No ambiente de Mata Atlântica, sob condições hídricas mais restritivas, os autores observaram a ocorrência de vasos mais frequentes e de menor calibre, estratégia que aumenta a segurança no transporte hídrico, porém implica num menor potencial condutor. Denardi; Marchiori (2005) pesquisaram a anatomia do lenho de *Blepharocalyx salicifolius* (Myrtaceae) submetidos à distintos regimes hídricos, observando elementos de vasos mais curtos, com menor diâmetro e maior frequência nos locais que apresentavam menor pluviosidade. Melo-Júnior *et al.* (2016) pesquisaram a anatomia do lenho de *Ternstroemia brasiliensis* (Pentaphylacaceae), em ambiente de Restinga no estado de Santa Catarina, e encontraram características como vasos geralmente solitários, de pequeno diâmetro tangencial e elevada frequência, corroborando os resultados obtidos para *B. unguolata*. Os estudos de Carlquist; Hoekman (1985) e Fahn *et al.* (1986), realizados em ambientes com baixa disponibilidade hídrica, assim como os estudos supracitados, sinalizam a tendência de um maior agrupamento de vasos por unidade de área como estratégia ecológica adaptativa em ambientes com restrição hídrica.

Aspectos etnobotânicos

A utilização de plantas na medicina popular está intrinsecamente ligada à cultura e à visão de mundo das comunidades, por meio do conhecimento transmitido e disseminado pela influência de jesuítas, indígenas e africanos no Brasil (FERREIRA *et al.*, 2022). A família Fabaceae possui alta diversidade de espécies, ampla distribuição e diversos usos relatados, principalmente espécies medicinais que contém alcalóides, compostos essenciais atribuídos às propriedades farmacológicas (SOUZA; HAWKINS, 2017).

Pertencente à família Fabaceae, o gênero *Bauhinia* agrupa diferentes espécies popularmente conhecidas como pata-de-vaca, unha-de-vaca, unha-de-boi ou bauínia, amplamente utilizadas na medicina popular (Domingos; Capellari Júnior, 2016). A literatura traz que as patas-de-vaca são utilizadas como diurética, hipoglicerimante, tônica, adstringente, cicatrizante, antiinflamatória, antialérgica e expectorante, além da ação laxante das flores (Carneiro *et al.*, 2014).

Amplamente difundidas por suas propriedades medicinais, as espécies *B. forficata* Link e *B. variegata* são usadas pela população como hipoglicêmico

(Nogueira; Sabino, 2012), esta última também como alimentícia na produção de chás a partir da infusão de suas flores (Passos, 2023). Das espécies nativas do cerrado, *B. holophylla* (Stend.) Bong. e *B. rufa* têm seus usos reportados na literatura como diurética, no controle de obesidade, diabetes e como adstringente (Rodrigues; Carvalho, 2001), sendo *B. rufa* uma das espécies mais citadas pelos participantes de um estudo etnobotânico no cerrado mato-grossense (Silva *et al.*, 2010). Com aplicações antitumorais, doenças do sangue, transtornos imunitários, doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas destaca-se *B. cheilantha* (Bong.) Steud, cuja atividade biológica hipoglicemiante é confirmada (Morais; Andrade, 1980). Segundo Domingos; Capellari Júnior (2016), tradicionalmente difundiu-se o uso de *B. forficata* como medicamentosa em comparação às demais espécies do gênero, incluindo *B. rufa* e *B. guianensis*, nativas do bioma cerrado e amazônico e que também apresentam usos tradicionais, assim como *B. unguolata*.

Apesar da ampla utilização popular das folhas de *B. unguolata*, especialmente em infusões para tratar diabetes, há necessidade adicionais para entender melhor o potencial terapêutico dessa espécie específica dentro do contexto mais amplo das práticas medicinais populares no Brasil. O uso tradicionalmente difundido de *B. forficata*, nativa da Mata Atlântica em comparação com outras espécies, como *B. rufa* e *B. guianensis*, também ressalta a diversidade de conhecimentos locais associados ao gênero *Bauhinia*.

CONCLUSÃO

A espécie *B. unguolata* apresenta, em ambiente de Cerrado, características estruturais que refletem a adaptação estrutural e hidráulica da madeira às condições de xerofitismo. Sua madeira apresenta uso potencial por comunidades autóctones para lenha, carvão e produção de estruturas. As folhas desta espécie possuem ainda propriedades terapêuticas e suas flores são usadas como recurso apícola na produção de mel. Acredita-se que tais usos devem ser mediados por ações efetivas de manejo da espécie para que seu estoque populacional não seja comprometido na natureza. A ausência de informações sobre a anatomia da madeira desta espécie, nas principais bases de dados, aponta para a necessidade da ampliação de estudos estruturais da madeira de

espécies de Cerrado, contribuindo o registro e a conservação da diversidade florística do bioma.

Agradecimentos

Ao Fundo de Amparo à Pesquisa da Universidade da Região de Joinville pelo provimento de recurso ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ICMBIO - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Caatinga - **Ameaças**. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/ameacas.html>>.
- BAPTISTEL, A. C. *et al.* Plantas medicinais utilizadas na Comunidade Santo Antônio, Currais, Sul do Piauí: um enfoque etnobotânico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, p. 406-425. 2014.
- BARBOSA, K. A. *et al.* **Plantas medicinais**: manipulação e uso na Comunidade Quilombola do Cedro - Mineiros-GO. Goiânia, GO: IF Goiano. 2021. p. 93, il.: color.
- BORGHETTI, F. *et al.* South American Savannas. Em: SCOGINGS, P. F.; SANKARAN, M. (Eds.). **Savanna Woody Plants and Large Herbivores**. 1. ed. [s.l.] Wiley, p. 77-122. 2019.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016**. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável, Secretaria de Biodiversidade. Patrimônio genético, conhecimento tradicional associado e repartição de benefícios: - Brasília: MMA, 2017.
- BRINA, A. E. **Aspectos da dinâmica da vegetação associada a afloramentos calcários na APA do Carste de Lagoa Santa, MG**. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. 1998.
- CALIFORNIAN FLORA. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 319-347. 1985.
- CARLQUIST, S. Ecological Factors in Wood Evolution: A Floristic Approach. **American Journal of Botany**, v. 64, n. 7, p. 887-96, 1977. JSTOR. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/2442382>>. Access: 28 feb. 2024.
- CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, v. 64, n. 7, p. 887-896. 1977.
- CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D. A. **Carlquist; Hoekman** - Ecological wood anatomy of the woody southern, 1985.
- CARNEIRO. Ministério da Saúde. **Relação Nacional de Plantas Mediciniais de Interesse ao SUS (Renisus)**. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/07/renisus.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, 5 volumes).
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa. 2014. p. 634. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 5). ISBN 978-85-7035-338-2.
- CHAVES, E. M. F.; BARROS, R. F. M. Resource use of the flora of the brushwood vegetation in Cocal County, Piauí, Brazil. **Functional Ecosystems and Communities**, 2008.
- CHAVES, E. M. F.; MORAIS, R. F.; BARROS, R. F. M. Práticas alimentares populares com uso de plantas silvestres: potencial para minimizar a insegurança nutricional no semiárido do nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 11, n. 2, p. 287-313. 2017.
- CHAVES, E. M. F.; MORAIS, R. F.; BARROS, R. F. M. Práticas alimentares populares com uso de plantas silvestres: potencial para minimizar a insegurança nutricional no semiárido do nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, João Pessoa, 11(2), p. 287-313, 2017.
- DENARDI, L.; MARCHIORI, J. N. C. Anatomia ecológica da madeira de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.). **Berg. Ciência Florestal** 15, p. 119-127, 2005.
- DOMINGOS, A. H.; CAPELLARI JÚNIOR, L. **Plantas medicinais: patas-de-vaca**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca. (Série Produtor Rural, nº 60), 2016. p. 29 p. : il.
- EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, New York, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.
- FAHN, A.; WERKER, E.; BAAS, P. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. **The Israel Acad. of Sciences and Humanities**, Jerusalem, 1986.
- FARIAS, J. C. de; BOMFIM, B. L. S. Plantas inseticidas e repelentes utilizadas em uma comunidade rural no Nordeste brasileiro. **Espacios**, v. 37, n. 22, p. 1-11, 2016.
- FERREIRA, L. K. N. *et al.* Plantas Medicinais do Cerrado dos Campos Gerais. Biodiversidade Brasileira, 12(1), p. 309-317, 2022.
- FISCHER, E. A. Foraging of nectarivorous bats on *Bauhinia unguolata*. **Biotropica**, p. 579-582, 1992.
- FORZZA, R. C. *et al.* New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **BioScience**, 62(1), p. 39-45. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.8>>.
- HARIDASAN, M. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. In: SCARIOT, A.; FELFILI, J. M.; SOUZA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: MMA. 2005. p. 439.
- HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 3, p. 183-195, set. 2008.
- HENNING, D. **Atlas of the surface heat balance of the continents. Components and parameters estimated from climatological data**. Gebrüder Borntraeger. Berlin, 1989.
- IBAMA. **Áreas de Proteção Ambiental**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.
- ISPAN. Instituto Sociedade, População e Natureza. **Povos e Comunidades Tradicionais do Cerrado**. Disponível em: <<https://ispan.org.br/biomas/cerrado/povos-e-comunidades-tradicionais-do-cerrado/>>.
- KIATAQUI, F. K. **A contribuição do Inventário Florestal Nacional para o conhecimento da flora lenhosa do Cerrado**. 2022.

- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, 1(1), p. 147-155, 2005.
- KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155. 2005.
- KRAUS, J.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**, 1997.
- LIMA-NASCIMETO, A. M. *et al.* Ethnobotany of native cacti in the northeast region of Brazil: can traditional use influence availability? **Acta Botanica Brasilica**, 33(2), p. 350-359, 2019. DOI: <10.1590/0102-33062019abb0166>.
- LONGUI, E. L. *et al.* Anatomia comparada do lenho de Piptadenia gonoacantha (Mart.) J. F. Macbr. em dois tipos de vegetação. **Hoehnea**, v. 36, n. 4, p. 715-724, 2009.
- MEDEIROS, J. **Bauhinia unguolata**. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/43216777@N04/4645715713>>. Acesso em: 28 fev. 2024.
- MELO JR., J. C. F.; AMORIM, M. W.; ARRIOLA, I. A. Anatomia da madeira de Ternstroemia brasiliensis Cambess. (Pentaphylacaceae). **Balduinia**, n. 55, p. 1-7, 2016. doi. <[org/10.5902/2358198023840](https://doi.org/10.5902/2358198023840)>.
- MELO JÚNIOR, J. C. F.; AMORIM, M. W.; SILVEIRA, E. R. A xiloteca (coleção Joinvillea-JOlw) da Universidade da Região de Joinville. **Rodriguésia**, v. 65, p. 1057-1060, 2014.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950. v. 1 e 2.
- MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. Fisionomia das savanas de Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 423-440, 2000.
- MORAIS, K. B. M.; ANDRADE, M. N. F. Acompanhamento do uso da tintura das folhas de mororó, a 20% (*Bauhinia unguolata* L.) em diabéticos. **XVI Simpósio de Plantas Medicais do Brasil**, Florianópolis. 1980
- NETO, M. S. *et al.* Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma Cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35(1), p. 63-76. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000100006>>.
- NOGUEIRA, Albina C. O.; SABINO, Cláudia V. S.. Revisão do Gênero Bauhinia Abordando Aspectos Científicos das Espécies Bauhinia forficata Link e Bauhinia variegata L. de Interesse para a Indústria Farmacêutica. **Revista Fitos**, [S.l.], v. 7, n. 2, out. 2013. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19201>>.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: OLIVEIRA, P. S. (Ed.). Cerrado: Ecologia e Flora. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2008. p. 152-212.
- PAIVA, J. G. A. *et al.* Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 257-264, 2006.
- PASSOS, M. A. B. Plantas Alimentícias Não Convencionais (Panc) No Estado Do Maranhão, Brasil. **Revista Foco**, v. 16, n. 3, p. e1380-e1380, 2023.
- PAULA, C. S. *et al.* Potencial antioxidante in vitro das folhas da Bauhinia unguolata L. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, 35(2), 2014.
- PEIXOTO, A. L.; BRITO, J. R. P. L. E. M. A. D. **Conhecendo a Biodiversidade: Cerrado – Um bioma rico e ameaçado**. 1. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2016.

PEREIRA, B.; VENTUROLI F.; CARVALHO F. A. Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2011. 41(3): 446-455.

PEREIRA, I. M.; CONEGLIAN, A. Situação e perspectivas da conservação do Cerrado em 2019. **Revista Agrotecnologia**, 11(1), p. 16-22, 2020.

PINHEIRO, A. L. **Considerações sobre a taxonomia, filogenia, ecologia, genética, melhoramento florestal e a fertilização mineral e seus reflexos na anatomia e qualidade da madeira**. Viçosa: UFV, 1999.

QUEIROGA, I. C. Guedes. *et al.* Etnobotânica no Brasil - um estudo bibliométrico (2010-2020). **Etnobiologia**, 21(2), 2023.

RAUSCH, L. L. *et al.* Soy expansion in Brazil's Cerrado. **Conservation Letters**, p. 1-10, 2019.

REIS, A.F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 22, 2019.

RIBEIRO, R. V. *et al.* Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. **J Ethnopharmacol**, v. 205, p. 69-102, 2017. doi: <10.1016/j.jep.2017.04.023>, PMID 28476677.

RIGONATO, V. D.; ALMEIDA, M. G. de. Cerrado: as fitofisionomias e a inter-relação com as populações tradicionais. **Revista Cerrados**, 2(01), p. 39-54. 2004. Disponível em: <<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/2899>>.

RIOS, J. M. *et al.* Comparação de análises fitossociológicas e multivariadas na determinação do grau de conservação de áreas nativas de Cerrado. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 779-795, 2020. DOI: <10.5902/1980509835229>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/35229>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. de. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande-Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 102-123, 2001.

ROQUETTE, J. G. Distribuição da biomassa no Cerrado e a sua importância na armazenagem do carbono. **Ciência Florestal**, 28(3), p. 1350-1363, 2018.

SANO, E. E. *et al.* Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, 232, p. 818-828, 2019.

SANO, S. M. *et al.* (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SANTOS, K. M. *et al.* **Acetylcholinesterase inhibition starting from extracts of *Bauhinia variegata* L., *Bauhinia var. candida* (Aiton) Buch.-Ham., and *Bauhinia unguolata* L.** [Título original em português: Inibição de acetilcolinesterase a partir de extratos de *Bauhinia variegata* L., *Bauhinia variegata* var. *candida* (Aiton) Buch.-Ham., *Bauhinia unguolata* L.]. Faculdade de Biomedicina, Universidade José do Rosário Vellano, Divinópolis, MG. Faculdade de Farmácia, Campus Dona Lindu, Universidade Federal de São João Del Rei, Divinópolis, MG, 2011.

SAWYER, D. Fluxos de carbono na Amazônia e no Cerrado: um olhar socioecossistêmico. **Sociedade E Estado**, 24(1), p. 149-171, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-69922009000100007>>.

SILVA, J. G.; GRANDI, A.; CAETANO, R. A. Are medicinal plants an alternative to the use of synthetic pharmaceuticals in animal healthcare in the Brazilian semi-arid? **Ethnobotany Research and Applications**, 19, p. 1-20, 2020. DOI: <10.32859/era.19.02.1-20>.

SILVA, K. R.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Plasticidade estrutural e hidráulica da madeira de *Andira fraxinifolia* (Fabaceae) em formações de Mata Atlântica e Cerrado. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 16(5), 2480-2490, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.5.p2480-2490>>.

SILVA, S. J. *et al.* Espécies vegetais utilizadas como pasto apícola por abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em área de savana de Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (On-line)**, 14(01), p. 50-61, 2021.

SILVA, M. P. *et al.* Farmacopeia natural de comunidades rurais no estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Desenvolv Meio Ambiente**, v. 33, p. 193-20, 2015.

SIQUEIRA, B. V. L. *et al.* The rise of medicalization of plants in Brazil: a temporal perspective on vernacular names. **Journal of Ethnopharmacology**, 224, p. 535-540, 2018. DOI: <10.1016/j.jep.2018.06.024>.

SOUZA, E. N. F.; HAWKINS, J. A. Comparison of Herbarium Label Data and Published Medicinal Use: Herbaria as an Underutilized Source of Ethnobotanical Information. **Econ. Bot.**, v. 71, p. 1-12, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12231-017-9367-1>>.

WARMING, E. Lagoa Santa. In: WARMING, E.; FERRI, M. G. **Lagoa Santa: a vegetação de cerrados brasileiros**. São Paulo: Itatiaia/EDUSP, 1892.

WEICHERT, R. F. *et al.* Árvores do cerrado: Importância econômica e social na educação ambiental. **Agroecologia: Produção e Sustentabilidade em Pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 156-167, 2023.

ZIMMERMANN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. Berlin: Springer-Verlag, 1983.

CERRADO EM DESTAQUE: O PAPEL VITAL DO CERRADO NA BIODIVERSIDADE DO PLANETA

Reginaldo Ferreira Weichert
Instituto Federal de Minas Gerais- *campus* Bambuí

Ana Carolina do Carmo Mazzinghy
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Bárbara Almeida Costa
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Bruna Vieira Nunes
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Lucas Fernandes Lopes
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Lucas Silveira Garcia
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Milene da Costa Reis
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Vinicius Porfírio Parreiras
Instituto Federal de Minas Gerais- *campus* Bambuí

Luisa Del Carmen Barrett Reina
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Júlio Onésio Ferreira Melo
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

RESUMO

O objetivo desse artigo é apresentar a importância do Cerrado na coesão ecológica e social do país, por ser o segundo maior bioma do Brasil e cobrir aproximadamente 23% do país. Sua magnitude é o segundo maior grupo florístico do país. O Brasil é um país de extraordinária biodiversidade, com uma grande variedade de organismos presentes em todos os biomas, em especial o Cerrado que, infelizmente, vem sendo devastado pelas ações humanas. A Savana Brasileira é uma das regiões estrategicamente mais importantes do mundo, principalmente para agropecuária, irrigação de culturas, mineração, geração de energia e pelo abastecimento, em recursos hídricos e alimentícios, de pessoas e outros animais. Rico em sua biodiversidade, fornece diversos recursos ecossistêmicos essenciais ao planeta. A destruição do Cerrado pode levar à perda de espécies e de serviços ecossistêmicos, impactando negativamente o planeta. É de extrema importância que sejam tomadas providências para a conservação deste bioma. A proteção e preservação desse valioso bioma vai de encontro com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O objetivo 2 - Fome zero e agricultura sustentável, parte do princípio da erradicação da fome, alcançando segurança alimentar e melhor nutrição por meio da promoção da agricultura sustentável. A proposta é que esse objetivo possa ser alcançado até 2030. Partindo dos inúmeros registros científicos que provam o potencial nutricional dos frutos do Cerrado possibilitando uma melhor nutrição dos seus consumidores, se faz necessário o incentivo ao cultivo sustentável e o consumo dos seus frutos, perpetuação das árvores nativas do Cerrado que proporcionam como benefícios não apenas os nutricionais, mas como benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Palavras-chave: Savana Brasileira, Desmatamento, Sustentabilidade, Biodiversidade e Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em biodiversidade, e toda essa riqueza é representada pelos seis biomas distintos: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal (Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil - PGI, [s.d.]), na figura 1 é possível observar como os biomas estão distribuídos pelo território nacional. Cada bioma possui sua singularidade ecológica, com uma vasta variedade de espécies vegetais e animais. Algumas espécies são encontradas em mais de um bioma, mas outras são endêmicas de determinada região (Weichert *et al.*, 2024).

Figura 1 - Distribuição geográfica dos biomas brasileiros pelo território.



Fonte: IBGE (2013).

A Amazônia ocupa cerca de 49% do território nacional (IBGE [s.d.]) é caracterizado pela diversidade de espécies vegetais e animais e por possuir a maior floresta tropical do mundo (Amazônia | WWF Brasil, [s.d.]). O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, conhecido por sua rica biodiversidade e alto índice de endemismo, abrigando cerca de 30% de toda biodiversidade do Brasil e quase 5% do planeta Terra (Cerrado | WWF Brasil, [s.d.]). A Mata Atlântica é o terceiro maior bioma do Brasil, possui a segunda floresta mais ameaçada do mundo (Bioma Mata Atlântica - Instituto Brasileiro de Florestas, [s.d.]). A Caatinga é um bioma semiárido que apresenta uma característica bem marcante, o fato de

possuir uma vegetação adaptada à seca e por cobrir grande parte do Nordeste do Brasil (Souza *et al.*, 2020b). O Pampa é um bioma campestre, caracterizado por uma vegetação rasteira e grande variedade de animais, situado no sul do Brasil (Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil - PGI, [s.d.]). O Pantanal abriga uma grande variedade de flora e fauna e é caracterizado por ser a maior planície de inundação do mundo (Sonoda *et al.*, [s.d.]).

Tabela 1 - Quantidade aproximada de espécies vivas nos biomas brasileiros de acordo com o IBGE 2024.

	Amazônia	Mata Atlântica	Cerrado	Caatinga	Pampa	Pantanal
Répteis	550	311	187	107	97	85
Mamíferos	311	270	252	148	74	132
Aves	1.000	934	850	510	120	463
Anfíbios	163	456	113	49	50	35
Peixes	3.000	350	1.000	240	18	263
Flora	13.229	18.713	12.683	5.311	1.623	1.197

Fonte: Adaptado de IBGE (2024).

A Tabela 1, mostra que o Brasil é um país de extraordinária biodiversidade, com uma grande variedade de organismos presentes em todos os biomas. A Amazônia é o bioma com maior biodiversidade, seguida pela Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. O Pampa e o Pantanal também abrigam uma variedade de organismos, embora seus números sejam menores do que nos biomas anteriores (IBGE, [s.d.]). Podemos concluir que o Brasil é um dos países mais biodiversos do mundo, e essa riqueza é resultado de uma combinação de fatores como o clima, a diversidade do solo e do relevo e a longa história de desenvolvimento da região.

Cada bioma apresenta sua particularidade. O Cerrado, por exemplo, é lar de uma diversidade significativa de animais, englobando mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes, sendo o lar de 5% de toda a biodiversidade da Terra e é considerada a Savana mais rica do mundo (Brasília, 2018).

A palavra "Cerrado" é derivada do radical "cerrar" que significa "fechar". Em relação à vegetação do bioma, esta origem é evidenciada pelas características gerais do bioma, por apresentar uma densa vegetação de arbustos e gramíneas, e as árvores baixas e sinuosas que ali crescem (Marra; Milani, 2016).

O Cerrado Brasileiro, nos dias atuais, é composto, aproximadamente por 46 milhões de habitantes (Bioma Cerrado - Portal Embrapa, [s.d.]), esse número representa uma média de 22,66% de toda população nacional (IBGE | Portal do IBGE | IBG, [s.d.]), pois a população aumenta cada dia mais e mais. Em janeiro de 2024, o número de habitantes no globo terrestre ultrapassa a casa dos 8 bilhões (ONU 2024, 2024). As mais recentes projeções da ONU indicam que a população global pode aumentar para aproximadamente 8,5 bilhões em 2030 e 9,7 bilhões em 2050, antes de atingir um ponto máximo em torno de 10,4 bilhões de pessoas durante a década de 2080. Prevê-se que a população permanecerá nesse nível até o ano de 2100 (ONU, [s.d.]).

Abrangendo mais de 2 milhões de km², está presente em 11 das 27 Unidades da Federação, distribuindo-se pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Maranhão, Piauí, e Distrito Federal (DF) (MMA, 2018; Pereira; Coneglian, 2020). Vale destacar que o DF está 100% inserido neste bioma, bem como quase a totalidade do Estado do Tocantins (IBGE, [s.d.]).

Além disso, apresenta áreas disjuntas ao norte nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao sul, formando pequenas “ilhas” no Paraná. Internacionalmente, estende-se para Bolívia e Paraguai, enquanto paisagens análogas são observadas na Guiana, Suriname, Colômbia e Venezuela, denominadas *Llanos* (Cerrado, [s.d.]).

É frequentemente referido como o “bioma da integração nacional” devido à sua localização estratégica e influência em diversas regiões do Brasil. Este título reflete a importância do Cerrado na coesão ecológica e social do país, cobrindo aproximadamente 23% do país, é o segundo maior bioma da América Latina, atrás apenas da Floresta Amazônica (Weichert *et al.*, 2023). Sua magnitude é tão grande que o torna o segundo maior conjunto florístico do Brasil. O Cerrado faz fronteira com todos os demais biomas, exceto o Pampa (IBGE, 2023).

É o refúgio de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins dos trópicos (Cerrado, [s.d.]). Das 2.402 espécies de vertebrados, 1/5 são endêmicas, mas, infelizmente, apresenta um alto número de espécies em extinção na fauna e na flora. São aproximadamente 637 espécies ameaçadas de extinção na flora e 266 na fauna (MMA, 2018).

É um bioma de extrema importância ecológica, desempenhando um papel fundamental na regulação do clima. O Cerrado representa um reservatório de água significativo para o Brasil, e sua vegetação exerce um papel muito importante na regulação das chuvas na região. Adicionalmente, o Cerrado desempenha um papel crucial como um significativo sumidouro de carbono, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

Apesar de toda sua importância ecológica e econômica, o Cerrado enfrenta inúmeras ameaças, incluindo desmatamento, mudanças climáticas, fragmentação florestal, degradação dos recursos hídricos, expansão agropecuária e urbana. Esses fatores ameaçam a integridade do bioma, além de sua capacidade de sustentar a biodiversidade, a produção de alimentos e os recursos essenciais à vida (Brasil, 2023).

Medidas devem ser implementadas para a conservação o Cerrado, tais como a diminuição do desmatamento, a preservação das áreas ainda existentes desse bioma e a promoção de adaptações para enfrentar as mudanças climáticas.

DESENVOLVIMENTO

As savanas existem em todos os continentes, exceto na Antártica, e podem ser subdivididas em diferentes tipos de acordo com as características climáticas e de vegetação de cada região. O Cerrado, com sua complexa vegetação, estabelece relações ecológicas e fisionômicas não apenas com Savanas da América tropical, mas também com ecossistemas em continentes como África, sudeste da Ásia e Austrália, cobrindo aproximadamente 20% da extensão terreal do planeta (Nunes, 2023).

A Savana Africana é a maior e mais famosa savana do mundo, cobrindo uma área estimada em 12 milhões de km². Na Colômbia juntamente com a Venezuela América do Sul, conta com 0,6 milhões de km². Na Ásia, ocupa cerca de 2,5 milhões de km² e na Oceania, especificamente na Austrália, ocupa cerca de 2 milhões de km² (Faleiro; Neto, 2008).

No Brasil, este bioma, abrange mais de 2 milhões de km², com variações altimétricas significativas, desde 300 metros na Baixada Cuiabana (MT) até mais de 1.600 metros na Chapada dos Veadeiros (GO) (Bioma Cerrado - Portal Embrapa, [s.d.]).

Importância ecológica e econômica do Cerrado para a biodiversidade global

A Savana Brasileira é uma das regiões estrategicamente mais importantes do mundo, principalmente para agropecuária, irrigação de culturas, mineração, geração de energia e abastecimento de pessoas e animais. É responsável por 55% da pecuária do Brasil e corresponde a mais de 40% da produção nacional de grãos, leguminosas e oleaginosas (Pereira *et al.*, 2018; Rodrigues, 2023).

O Cerrado é considerado a caixa d'água do Brasil por abrigar as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (Cerrado, [s.d.]). O Cerrado é um *hotspot* global de biodiversidade rara e ameaçada (Pereira; Coneglian, 2020). É considerado uma das seis regiões de maior biodiversidade do mundo e abriga uma diversidade única de espécies vegetais e animais (Myers *et al.*, 2000).

Embora a maior parte da vegetação do Cerrado consista em gramíneas, ervas, arbustos e árvores de médio porte, a biodiversidade subterrânea do Cerrado é impressionante. Com raízes que atingem profundidades de até 10 metros, é responsável por 75% da biomassa de arbustos e árvores, permitindo que os biomas armazenem aproximadamente 13,7 bilhões de toneladas de carbono, como ilustra a Figura 2 (Longas raízes, conexões profundas - Cerrado, [s.d.]).

Figura 2 - Representação do Cerrado como “Floresta invertida”.



Fonte: Instituto Inhotim (2022).

A ocupação do Cerrado para fins agropecuários remonta ao início do século XX, mas intensificou-se a partir dos anos 1960, com a transferência da Capital Federal, do Rio de Janeiro para Brasília e a implementação de programas governamentais para estimular a ocupação do Brasil Central. Desde então, a cobertura vegetal natural deu lugar à pecuária e à agricultura intensiva. A partir da década de 70, as condições edafoclimáticas, o relevo de baixa declividade e o baixo preço das terras foram fatores de atração de produtores rurais para o Cerrado (Bolfé; Sano; Campos, 2020).

Políticas públicas implementadas pelo governo federal levaram o Cerrado a tornar-se peça-chave na produção de alimentos e *commodities* a nível nacional e internacional (Ferraz; Kuchler; Simões, [s.d.]). Entre 1975 e 2015, houve um aumento significativo da sua participação na produção nacional de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar, devido ao desenvolvimento de novas técnicas de plantio e o lançamento de cultivares geneticamente modificadas,

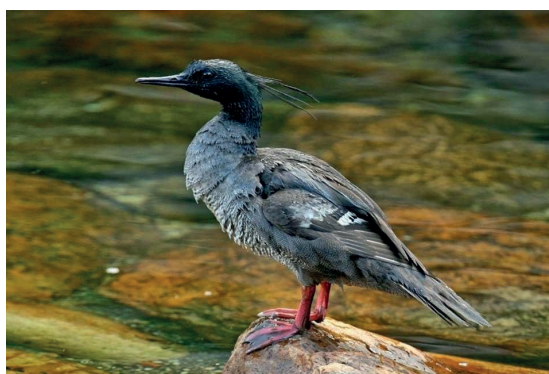
mais adaptadas às condições tropicais e resistentes a pragas e doenças (Bolfé; Sano; Campos, 2020).

Fauna

A fauna do Cerrado é extremamente diversificada, com inúmeras espécies adaptadas às condições específicas desse bioma. Em sua singularidade, apresenta espécies que habitam somente neste bioma (Melo; Bacellar; Zaneti, 2021). O bioma abriga cerca de 12 mil espécies vegetais, das quais mais de 7 mil são endêmicas, além de milhares de espécies de animais, como anfíbios (113), aves (850), mamíferos (252), peixes (1.000) e répteis (187) (Cerrado, [s.d.]). De 2014 a 2022, o número de espécies ameaçadas da fauna e da flora deste bioma passou de 1.037 para 1.199 (IBGE, 2023).

O Cerrado abriga muitos animais icônicos e endêmicos. Muitos deles ainda estão sendo descobertos e estudados pela ciência. A Figura 3 traz o Pato-Mergulhão (*Mergus octosetaceus*), como um exemplo de espécie encontrada somente em quatro localidades do Cerrado nos estados de Minas Gerais, Goiás e Tocantins em áreas que sofrem pressão pela atividade agrícola e de projetos hidroelétricos, o que o torna ainda mais vulnerável à extinção (Voivodic *et al.*, [s.d.]).

Figura 3 - Pato-Mergulhão (*Mergus octosetaceus*).



Fonte: França (2019).

Um em cada quatro animais ameaçados de extinção no Brasil está no Cerrado, entre eles grandes mamíferos, como o lobo-guará (*Chrysocyon*

brachyurus) (figura 4a) que é o maior canídeo da América do Sul e possui uma pelagem avermelhada característica. O lobo-guará alimenta-se principalmente de frutas e pequenos animais e desempenha importante papel na regulação da fauna local (Pereira *et al.*, 2019), o tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) (figura 4b), um grande mamífero que se alimenta principalmente de formigas e cupins, sendo predominantemente insetívoro (Oliveira *et al.*, 2020).

Os tamanduás-bandeira têm línguas longas e pegajosas e garras poderosas que os ajudam a encontrar comida, a anta (*Tapirus terrestres*) (figura 4c), sendo o maior mamífero herbívoro do Cerrado e que faz parte da extensa lista de animais ameaçados de extinção e o tatu gigante (*Priodontes maximus*), considerado o maior tatu já visto no mundo, raramente é avistado, pois é outra espécie que faz parte da lista de animais ameaçados de extinção (MMA, 2018). Outro exemplo é a onça-pintada (*Panthera onca*), pois há apenas 250 indivíduos em todo Cerrado e a população está em declínio, principalmente pela fragmentação e perda de habitat (Voivodic *et al.*, [s.d.]). É o maior felino da América e um dos mais importantes predadores, considerados predadores de topo do Cerrado (Benavalli, 2021).

Figura 4 - Espécies endêmicas do Cerrado ameaçadas de extinção.



Fonte: França (2019).

Dessa forma, garantir a preservação dessas espécies e de seus habitats é essencial para a manutenção da diversidade biológica e dos benefícios ambientais oferecidos pelo Cerrado.

Flora

A flora do Cerrado é caracterizada por uma impressionante biodiversidade adaptada às condições únicas deste bioma. O Cerrado possui uma vegetação típica de árvores baixas e sinuosas, arbustos, gramíneas e uma grande variedade de plantas herbáceas, com grande variedade de espécies endêmicas e exclusivas. Por sua vez, a flora do Cerrado também é agraciada com espécies que só ocorrem nessa região (Mello; Pastore, 2021).

Neste *hotspot* de biodiversidade vivem 5% de todas as espécies do planeta e 30% das espécies do Brasil - mais de 32% são endêmicas (Voivodic *et al.*, [s.d.]).

Mais de 10 tipos de frutos comestíveis são regularmente consumidos pela população local e vendidos nos centros urbanos, como os frutos do araticum (*Annona crassiflora*), bacupari (*Salacia crassiflora*), buriti (*Mauritia flexuosa*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), Cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile*), mangaba (*Hancornia speciosa*), pequi (*Caryocar brasiliense*), pera do cerrado (*Eugenia klotzchiana*) e as sementes do baru (*Dipteryx alata*) (Cerrado, [s.d.]). Essas espécies têm um papel importante na manutenção do bioma, pois podem ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas e, conseqüentemente, trazer benefícios para a conservação do meio ambiente, preservação da espécie e geração de renda para população local.

Na Figura 5 temos o pequi, que é considerado símbolo do Cerrado, é um fruto do tipo drupa com epicarpo espesso de coloração esverdeada, mesocarpo externo de cor esbranquiçada e mesocarpo interno de cor amarela (polpa), coberta por um endocarpo espinhoso, o qual possui a função de proteger a amêndoa (uma a quatro, encontradas na parte central do fruto) (Garcia *et al.*, 2017; Gonçalves; Duarte; Filho, [s.d.]). A polpa do pequi possui um alto valor energético, além de ser rica em minerais, lipídios e importante fonte de vitamina C (Gonçalves; Silva; Carlos, 2019). O óleo extraído da semente é usado para fins culinários, cosméticos e medicinais, e pode ajudar a curar a pele rachada, psoríase e eczema. O óleo de pequi também contém vitamina E, vitamina A e

vários antioxidantes, como quercetina, ácido gálico, quercetina 3-O-arabinose, e ácido químico. Seus principais carotenoides são a violaxantina, luteína e zeaxantina, com menores quantidades de β -criptoxantina, β -caroteno e neoxantina (Alves *et al.*, 2019).

Figura 5 - Pequizeiro.



Fonte: Autores (2023).

A pera do cerrado (Figura 6) é um fruto de tamanho variável, de casca fina e amarelo-esverdeado quando maduro, com polpa marrom macia e sabor ácido adstringente. Esta fruta é consumida pela população regional na forma de geleias, doces e sucos naturais. Conforme Xavier Mariano *et al.* (2020), 70% dos compostos bioativos identificados na polpa da pera do cerrado eram flavonoides, tal achado pode estimular a incorporação desse fruto na alimentação humana para melhorar a ingestão de nutrientes e proporcionar o uso sustentável da flora nativa do Cerrado. Outras características químicas da pera são alta umidade, de fibras alimentares e ferro (Carneiro *et al.*, 2019; Mariano *et al.*, 2022).

Figura 6 - Pera do cerrado.



Fonte: Slow Food Brasil.

A cagaiteira (Figura 7) pertencente à família *Myrtaceae*, possui fruto muito frágil, apresentando casca fina e polpa succulenta. Tem uma polpa azeda e produz frutos amarelos, esféricos e achatados, pesando 14-20 g, 3-4 cm de comprimento e 3-5 cm de diâmetro, cada um contendo 1-3 sementes (Bueno *et al.*, 2017). Quanto ao valor nutricional, a cagaita é considerada uma grande fonte de vitamina C (24,53 mg/ 100 g), valores superiores ao encontrado em muitas frutas cultivadas convencionalmente, como banana (*Musa sp.*) (6,4 mg/ 100 g) e maçã (*Malus domestica*) (5,9 mg/ 100g) (Pires; Lemos-Filho, [s.d.]). Rodrigues *et al.* (2021) identificaram compostos como ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos e compostos fenólicos na polpa de cagaita. Silva *et al.* (2019) identificaram altos teores de compostos fenólicos e valores intermediários de atividade antioxidante. Esses resultados agregam valor comercial e industrial ao fruto como matéria-prima.

Figura 7 - Cagaiteira.



Fonte: Autores (2023).

Por fim, o araticunzeiro (*Annona crassiflora*) (Figura 8) produz frutos com características sensoriais aceitáveis, bem como potenciais nutricionais e funcionais significativos. É uma espécie frutífera nativa da região do Cerrado e pertencente à família Annonaceae, seus frutos são deliciosos e perfumados e são consumidos in natura ou na forma de sorvetes, sucos, doces, geleias e licorres. As árvores podem atingir altura de até 8 metros e possuem troncos curtos e tortuosos, geralmente de 20 a 30 cm de diâmetro (Coelho *et al.*, 2022). Quando maduro, o fruto do araticum apresenta forma circular achatada, epicarpo rígido e coloração marrom. O fruto tem forma oval ou arredondada e suas sementes são marrom-escuras com formato oval plano.

Figura 8 - Araticunzeiro e seu fruto (araticum).



Fonte: Autores (2023).

Apresenta ampla diversidade de fitoquímicos, como carotenoides, folato, flavonoides, ácido ascórbico e vitaminas A e E (Arruda; Pastore, [s.d.]). Os flavonoides mais comumente encontrados no araticum (*A. crassiflora* Mart.) foram epicatequina, quercetina e rutina (Ramos *et al.*, 2022b). Outro estudo de (Ramos *et al.*, 2022a) revelou que não só a polpa, mas também a casca e a semente, tratadas como resíduo alimentar, contêm compostos com atividades biológicas perceptíveis, como alcaloides e acetogeninas, entre outros metabólitos secundários. Esses resultados abrem novas possibilidades de utilização de um produto ainda pouco explorado.

Notavelmente, este bioma abriga uma grande variedade de plantas, incluindo várias espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. A conservação da flora do Cerrado é de grande importância para a manutenção da biodiversidade, dos processos ecológicos e dos benefícios socioecológicos que o bioma proporciona.

Árvores do Cerrado utilizadas como madeira

No Brasil, o setor madeireiro representa expressiva importância para a economia nacional, considerando as principais utilizações da madeira como matéria-prima para as indústrias de papéis, celulose e empresas fabricantes de móveis (Seabra *et al.*, 2022).

Dentre os biomas brasileiros, o Cerrado caracteriza-se pela sua flora diversificada e abundante, contendo espécies arbóreas lenhosas, podendo assim, contribuir para a balança comercial do país, no setor de produtos florestais (Oliveira do Ó; Santos; Lopes, 2021).

Tratando-se da utilização de madeiras, a durabilidade natural surge como requisito principal, considerando que espécies florestais apresentam elevada resistência à deterioração, dispensando aplicações de produtos químicos diminuindo os impactos ambientais e os gastos desnecessários com a substituição de peças e assim propiciando maior integridade da matéria-prima (Batista *et al.*, 2020a; Stallbaun *et al.*, 2017).

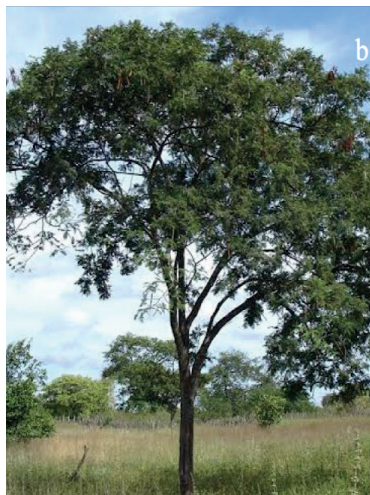
Algumas espécies de árvores nativas do Cerrado são mais conhecidas e usuais, em termos de usos no setor madeireiro, sendo elas; a aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva*) (Figura 9a), o angico (*Anadenanthera macrocarpa*)

(Figura 9b), o ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Figura 9c) e o Jatobá (*Hymenaea courbaril*) (Figura 9d) (Farias; Figueiredo *et al.*, 2021; Figueiredo *et al.*, 2022; Melo, 2020; Batista *et al.*, 2020a; Paes; Morais; Lima, [s.d.]). Entretanto, é importante salientar que a madeira oriunda destas árvores possui características inerentes de cada espécie.

Figura 9 - Espécies utilizadas pela indústria madeireira.



Fonte: Autores (2023).



Fonte: VasoeFlor [s.d.].



Fonte: UFMG, [s.d.].



Fonte: Picturethis, [s.d.].

A madeira da aroeira do sertão é conhecida por ser nobre e apresentar boa resistência e durabilidade, além de ser de porte elevado. Suas aplicações não são limitadas, entretanto, a mesma é, majoritariamente, usada na construção civil e na marcenaria (Silva *et al.*, 2018). Em razão do seu alto peso e das características descritas anteriormente, a madeira proveniente dessa espécie resiste facilmente ao apodrecimento e ataques de pragas, sendo, portanto, apontadas para construções externas (Batista *et al.*, 2020b; Farias; Melo, 2020).

Outra espécie arbórea, que produz madeira com alta versatilidade é o ipê-roxo. Caracterizada pela sua dureza e boa resistência físico-mecânica, principalmente ao ataque de pragas, a madeira do ipê possui alto valor comercial, sendo apropriada para construções externas, marcenarias (Candaten *et al.*, [s.d.]; Seabra *et al.*, 2022). O angico e o jatobá também produzem madeiras com boa resistência e rigidez, sendo estas espécies apontadas para utilização em construções civis e fabricação de móveis e carvão vegetal (Moretti *et al.*, 2020; Cunha *et al.*, 2023).

Perante o exposto, torna-se importante salientar que essas espécies arbóreas do Cerrado, que produzem madeiras, são constantemente alvos de ameaça de extinção. Todavia, é indispensável o manejo sustentável dessas madeiras, através de certificação e rastreabilidade.

Entre 1985 e 2022, a vegetação nativa (floresta e formação campestre) do bioma Cerrado passou de 127 milhões para 95 milhões de hectares, enquanto a área ocupada com agricultura e pastagens passou de 4 milhões para 26 milhões de hectares, o uso para pastagem passou de 34 milhões para 51 milhões de hectares e outros usos de mantiveram em 4 milhões de hectares. Resultando em uma perda líquida de vegetação de 32,1 milhões de hectares (MBI-Infografico-cerrado-8.0-BR-rev4-scaled.jpg (2560×1438), [s.d.]

Aproximadamente 45% da vegetação natural do bioma Cerrado já foi convertida para diferentes tipos de usos antrópicos: 29,5% vinculados às pastagens cultivadas, 12% às culturas agrícolas anuais e perenes e 1,5% à silvicultura. Esses usos agrícolas foram intensificados nas últimas décadas para atender ao aumento nas demandas interna e externa de consumo de alimentos (Bolfe; Sano; Campos, 2020).

Plantas medicinais nativas do Cerrado

O Cerrado é caracterizado por ser a Savana que detém a maior biodiversidade mundial, abrangendo diversas espécies nativas já catalogadas. Nesse sentido, o bioma se destaca devido a sua riqueza de recursos naturais, com enfoque para espécies de plantas que apresentem potencial terapêutico (Barbosa *et al.*, 2023; Ferreira; Dias, [s.d.]).

As plantas medicinais nativas do Cerrado são comumente usadas pela população local há séculos, para fins medicinais (Evangelista; Laureano, [s.d.]). A correlação entre o consumo de plantas medicinais e seu potencial medicinal se fortalece rapidamente pelas comunidades tradicionais, surgindo assim, mais pessoas adeptas a essa utilização (Carneiro *et al.*, [s.d.]).

Portanto, a Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece as plantas medicinais, considerando que cerca de 80% da população que reside em países em desenvolvimento, faz o uso dessas espécies como recurso primário, no que diz respeito a tratamentos de saúde (Estratégia de medicina tradicional da OMS: 2014-2023, [s.d.]).

A presença de compostos bioativos, como flavonoides, taninos, alcaloides e terpenos, conferem a essas plantas propriedades farmacológicas relevantes (Seyfried *et al.*, 2016).

Dentre a vasta biodiversidade de plantas nativas medicinais, algumas se destacam e são comumente utilizadas, como o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), o buriti (*Mauritia flexuosa*), o jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), a mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*) e o pequi (*Caryocar brasiliense*), (Oliveira *et al.*, [s.d.]); Santos; Amorim; Paixão, [s.d.]).

- Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*): Apresenta propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes e antimicrobianas. Sendo bastante utilizado para "tratar de dores de garganta", diarreia, aftas e úlceras.
- Buriti (*Mauritia flexuosa*): Fruto de uma palmeira grande com tronco esguio e copa exuberante, o Buritizeiro. Fruto oval castanho-avermelhado, com até 2 caroços, ou por vezes, sem. A camada externa é coberta por escamas brilhantes, sob as quais existe uma pasta amarela, cujo núcleo é comumente chamado de bucha (Reis; Schmiele, 2019).

É conhecido por ser útil nas indústrias de alimentos, petróleo e habitação. Possui propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e hidratantes. É utilizada no tratamento de feridas, queimaduras, problemas digestivos e desidratação.

- Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*): Árvore imponente, podendo alcançar até 40m de altura e com tronco forte e madeira de alta qualidade, possuindo quase 1m, mesmo apresentando crescimento lento. O jatobá possui frutos comestíveis e é importante para a fauna do Cerrado que são ricos em ferro na composição de sua polpa. Além disso, possui valor medicinal e também é utilizado na indústria madeireira (Weichert *et al.*, 2023). Possui propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes. É utilizada no tratamento de doenças intestinais, anemia, diabetes e problemas cardíacos.
- Mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc): Produz frutos do tipo drupa, com casca esférica, cor amarelo-alaranjado e textura verrugosa (Reis; Schmiele, 2019). Popularmente é utilizada para o tratamento do vitiligo (Faria *et al.*, 2009).
- Pequi (*Caryocar brasiliense*): O pequi é uma árvore de porte médio, podendo alcançar em média de 8 a 12 metros de altura, com frutos amarelos e casca espinhosa, os pequis. O pequi é uma das espécies mais icônicas do Cerrado e desempenha importante papel cultural e econômico na região (Garcia *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2020). Possui propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes. É utilizada no tratamento de doenças respiratórias, problemas digestivos e inflamações.

Diante disso, é importante ressaltar que o conhecimento das populações indígenas e das comunidades tradicionais do Cerrado pode ser uma fonte informativa importante sobre a utilização dessas espécies.

Árvores do Cerrado com potencial para utilização na alimentação humana

Por possuir uma flora diversificada, o Cerrado comporta muitas árvores frutíferas nativas, que refletem uma fonte alimentícia potencial para as comunidades locais, pois são espécies com rica composição nutricional, que conferem propriedades funcionais para a saúde. Além disso, o consumo e a utilização de frutíferas regionais agregam valor para economia, contribuindo também para o desenvolvimento sustentável nestas regiões (Brito; Benedetti, 2020; Duarte; Leite, 2020; Noleto *et al.*, 2022).

De acordo com a literatura, as famílias botânicas mais representativas e que possuem potencial alimentício, são a Fabaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, Malpighiaceae e Annonaceae. Dentre as espécies frutíferas que podem ser utilizadas na alimentação, algumas sobressaem, como o araticum, baru, buriti, cagaita, mangaba, murici e pequi (Biazon *et al.*, [s.d.]; De *et al.*, 2021; Pereira *et al.*, 2022).

O consumo desses frutos está associado a benefícios para a saúde humana, dado a sua composição rica em nutrientes, vitamina C, fibras e micronutrientes indispensáveis para o bom funcionamento do organismo (Batista; Sousa, 2019; Reis; Schmiele, 2019).

Todos os frutos citados anteriormente podem ser consumidos *in natura* e utilizados também como matéria-prima para desenvolvimento de novos produtos alimentícios. Esses frutos são utilizados, majoritariamente, para produção de balas, geleias, sucos, licores e doces (REIS; SCHMIELE, 2019; DIAS *et al.*, [s.d.]; BORGES *et al.*, [s.d.]).

Figura 10 - Baruzeiro.



Fonte: Autores (2023).

No entanto, o conhecimento sobre a utilização e consumo de frutíferas nativas do Cerrado ainda é escasso. Dessa forma, promover a elucidação a respeito dos benefícios destes pode favorecer para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios (Reis; Schmiele, 2019).

Clima e Solo

O Bioma Cerrado, com sua vasta extensão no Planalto Central do Brasil, destaca-se não apenas por sua riqueza intrínseca, mas também por suas características únicas quando comparado a outros biomas globais. Esta análise visa explorar as diferenças e semelhanças climáticas e ecológicas do Cerrado em relação a outros ambientes, proporcionando uma compreensão mais abrangente de sua singularidade e importância global.

O Cerrado possui clima tropical sazonal, com estação seca bem definida. A temperatura média é mais baixa durante o inverno, com o ar mais seco, e mais alta durante o verão, apresentando pouca umidade no ar. A temperatura também varia muito de dia para dia, e a diferença de temperatura entre os dias também é grande.

A característica climática mais proeminente do Cerrado é a presença de duas estações bem definidas: seca no inverno e chuvosa no verão. A distribuição

da precipitação intensa em toda a região tem impactos diretos na vegetação, pois os padrões sazonais de precipitação ao longo do tempo geológico erodiram o solo e o deixaram sem minerais importantes (Tarley; Nascimento, [s.d.]).

O montante médio anual de precipitação concentra-se principalmente na estação chuvosa (setembro a março) que varia entre 650 mm e 2.550 mm, com distribuição desigual aumentando de leste a oeste da região da Caatinga até a Amazônia. A temperatura média anual é fortemente influenciada pela latitude, aumentando de sul para norte e variando entre 15,6 °C e 28,1 °C (Sano *et al.*, 2020).

O tipo de solo mais abundante é o Latossolo, que ocupa cerca de 44% do bioma de norte a sul (Bolfe; Sano; Campos, 2020). Embora os Latossolos apresentem restrições do ponto de vista químico, sua estrutura física permite o bom desenvolvimento das plantas, e a aplicação de corretivos e fertilizantes os tornam solos de boa capacidade produtiva, aptos à agricultura de larga escala (De *et al.*, 2021).

Vantagens do clima do Cerrado para a agricultura e a pecuária.

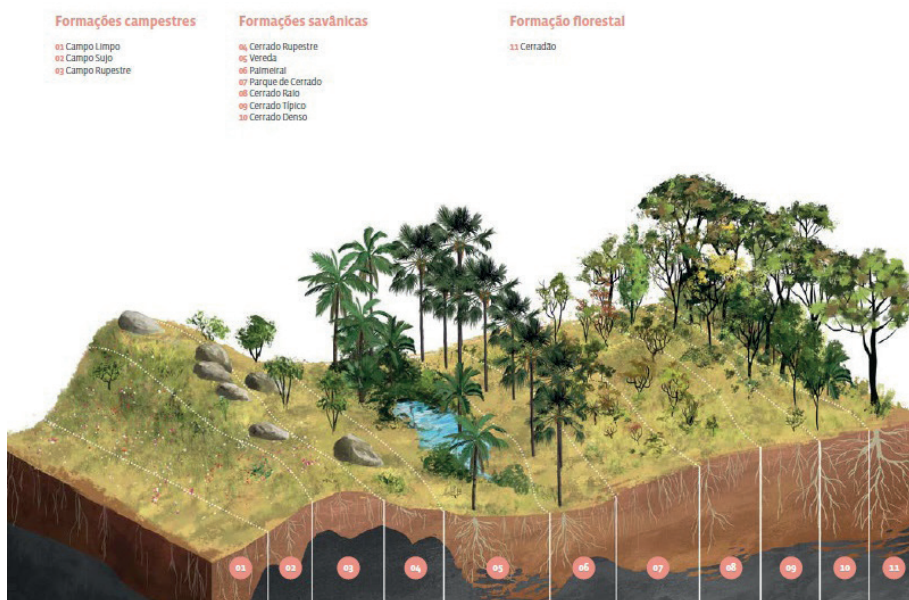
O Cerrado se difere dos outros biomas por sua exuberante fauna e flora, pelo clima, relevo e solos, apresentando adaptações de acordo com as condições climáticas que apresenta.

O Cerrado é caracterizado por uma diversidade fitofisionômica notável, sendo descritos 11 tipos principais de vegetação, distribuídos entre formações florestais, savânicas e campestres (Figura 11). As formações florestais, como Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão, apresentam predominância de espécies arbóreas, com características específicas associadas a cursos d'água e interflúvios bem drenados.

As formações savânicas, incluindo Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda, destacam-se pela presença de estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo, com variações na distribuição das árvores e na concentração em determinados locais. Os subtipos, como Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Babaçual, Buritizal, Guerobal, Macaubal, Campo Sujo Seco, Campo Sujo Úmido, Campo Sujo com Murundus, Campo Limpo Seco, Campo Limpo Úmido e Campo Limpo com Murundus, são definidos com base na densidade arbóreo-arbustiva, ambiente e composição florística.

As formações campestres, como Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre, complementam a tipologia, evidenciando diferenças na presença de arbustos, subarbustos e nas características do substrato. Os subtipos, Campo Sujo Seco, Campo Sujo Úmido, Campo Sujo com Murundus, Campo Limpo Seco, Campo Limpo Úmido e Campo Limpo com Murundus, consideram particularidades topográficas e edáficas (Ribeiro; Walter, 1998; Santos; Miranda; Neto, 2020).

Figura 9 - Fitofisionomias do Cerrado.



Fonte: Instituto Inhotim (2022).

A análise abrangente do Bioma Cerrado revela não apenas sua extensão territorial significativa, mas também a riqueza ecológica e fisionômica que o define. A diversidade fitofisionômica e a distribuição geográfica destacam a importância de estratégias de conservação e manejo sustentável para preservar este bioma essencial para o equilíbrio ecológico do Brasil e além de suas fronteiras.

Hidrografia

O bioma Cerrado contém uma complexa rede hidrográfica de rios, córregos, riachos e nascentes que contribuem para a formação de múltiplas bacias

hidrográficas. A distribuição desses corpos d'água varia entre os biomas e é influenciada por fatores geológicos, topográficos e climáticos, representados abaixo na Figura 12.

Figura 12 - O Cerrado como berço de importantes bacias hidrográficas do Brasil, Serra do Cipó- MG.



Fontes: Autores (2023).

Neste espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade ("Cerrado", [s.d.]). Também se encontram as cabeceiras da maioria dos principais rios e bacias hidrográficas do país, o Xingu, São Francisco, Tocantins-Araguaia, Parnaíba, bacia do Tapajós, os afluentes da margem direita do rio Paraná é também todos os rios que formam o Pantanal. Das 12 principais bacias hidrográficas brasileiras, oito são irrigadas pelo Cerrado (Alface; Marques; Wichinieski, [s.d.]).

Tal potencial hídrico é fundamental para garantir equilíbrio dos seus ecossistemas. Pois, com duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa, o Cerrado passa por um longo período de estiagem. Essa característica savânica faz com que as árvores desenvolvam sistemas de raízes extremamente profundas e ramificadas que alcançam as fontes de águas. Por isso, mesmo no

período de estiagem, é possível encontrar árvores cheias de folhas e em plena safra (Alface; Marques; Wichinieski, [s.d.]).

Figura 13 - Bacias hidrográficas que cortam o Cerrado.



Fonte: IPAM, (s.d.).

A hidrografia do Cerrado desempenha um papel de extrema importância no fornecimento de água para diversos fins, bem como na manutenção dos ecossistemas e da vida selvagem (Souza *et al.*, 2020a).

Expansão agrícola, da pecuária e desmatamento, os principais desafios para a conservação da biodiversidade do Cerrado

A expansão da agricultura e da pecuária pode contribuir para o aumento do desmatamento. Em 2022, a região que se destaca na produção nacional de grãos, composta pelos estados (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) recebeu o nome de Matopiba por causa da junção das iniciais dos estados que a constitui. Matopiba foi a fronteira agrícola onde se concentrou a maior parte dos desmatamentos no Cerrado, cerca de 82,1% da área de supressão de vegetação nativa do bioma. Também é no Matopiba onde estão os 10 municípios que mais desmataram no Cerrado (Azevedo *et al.*, 2022).

A forte pressão de ocupação agrícola tem causado perda de biodiversidade, fragmentação e degradação de remanescentes de vegetação natural do Cerrado. Aproximadamente 45% da vegetação natural do bioma Cerrado já foi convertida para diferentes tipos de usos antrópicos (Bolfe; Sano; Campos, 2020).

O desmatamento no Cerrado tem impactos negativos significativos para o meio ambiente, a economia e a sociedade. Do ponto de vista ambiental, o desmatamento leva à perda de biodiversidade, à alteração do clima e à redução da qualidade da água. Do ponto de vista econômico, o desmatamento pode levar à perda de oportunidades econômicas, como a exploração sustentável de recursos naturais e do ponto de vista social, o desmatamento pode levar a conflitos sociais, pois pode afetar os direitos de comunidades tradicionais (Ministério do Meio Ambiente, [s.d.]).

O Cerrado é relativamente frágil em termos de conservação da biodiversidade, uma vez que a área protegida na forma de unidades de conservação é muito menor, por exemplo, em relação à Amazônia, além do fato de que o Código Florestal Brasileiro exige a conservação de apenas 20% da propriedade com vegetação nativa (30% se a propriedade estiver localizada na Amazônia Legal) (Bolfe; Sano; Campos, 2020).

Para reduzir o desmatamento no Cerrado, é necessário implementar ações que incentivem a produção sustentável de alimentos e a conservação da biodiversidade (Ministério do Meio Ambiente, [s.d.]). Uma das formas de expansão agrícola e diversificação sustentável do Cerrado se baseia no reconhecimento das potencialidades deste bioma, com foco em suas espécies endêmicas e na flora nativa.

Os povos tradicionais do Cerrado

Os habitantes do Cerrado datam de 13 mil anos atrás, provavelmente originários da América do Norte, alcançando a América do Sul através de uma passagem estreita do Panamá. Na época da colonização portuguesa no Brasil, um número expressivo de tribos indígenas já ocupava o Centro-Oeste brasileiro (Vilela; Soares; Wagner, 2020).

Além dos povos indígenas, originários do bioma Cerrado, também se observa centenas de comunidades quilombolas e mestiças ou camponesas,

provenientes do contato entre indígenas, negros e brancos, tais como retireiros, quebradeiras de coco, veredeiros, caipiras, sertanejos, ribeirinhos, barranqueiros e geraizeiros (Ribeiro *et al.*, 2022). Sua territorialidade também abrange os assentados e assentadas de reforma agrária e outras populações de base camponesa. Atualmente, há cerca de 80 etnias indígenas neste bioma, dentre os quais os Xavante, Kraô-Kanela, Tapuia, Guarani Kaiowá, Terena, Xakriabá, Apinajé e Araguaia (Voivodic *et al.*, [s.d.]).

As intempéries sofridas pela escravidão, garimpo e, mais recentemente, pelo agronegócio de monoculturas levaram esses povos à busca pelo manejo consciente das paisagens, constituindo saberes e práticas que dialogam com as paisagens do Cerrado (Andrade, 2023). Os meios de vida desses moradores e moradoras proporcionam uma paisagem onde convivem áreas de roça, moradia, pasto e grandes áreas de vegetação nativa. Assim, as comunidades tradicionais contribuem para a conservação da biodiversidade, viabilizando a manutenção dos serviços ecossistêmicos do bioma, como produção de água, polinização, estoque de carbono e fluxos genéticos (Povos: a sustentação do Cerrado - Cerrado, [s.d.]).

Portanto, considerando a riqueza de biodiversidade do Cerrado, em termos de fauna, flora, reserva hídrica e comunidades tradicionais, é urgente a conservação do bioma com foco na manutenção de seus ecossistemas. Sabe-se que somente 8,24% do Cerrado são protegidos por meio de Unidades de Conservação federais e estaduais, e 4,39 % por meio de Terras indígenas homologadas (Povos: a sustentação do Cerrado - Cerrado, [s.d.]). Esse valor é irrisório se comparado à Amazônia que possui cerca de 50% do seu território sob proteção. Além disso, é indispensável levar em consideração os saberes dos povos tradicionais na manutenção de recursos do Cerrado. O extrativismo, por exemplo, faz uso sustentável dos frutos e produtos nativos e é a força motriz da conservação.

Impactos do aquecimento global na biodiversidade do Cerrado

O aquecimento global vem se tornando a mais preocupante ameaça à biodiversidade mundial. As alterações climáticas provocam modificações extremas de temperatura, ocasionando precipitações de sistemas hidrográficos,

afetando a distribuição e a sobrevivência da fauna e flora (Artaxo, 2020; Moreira *et al.*, 2022;). O Cerrado, comumente caracterizado pela sua heterogeneidade biológica, sofre constantemente por consequências meticulosas resultantes do aquecimento global (Roquette, 2018).

Inúmeros fatores contribuem para alteração dos ciclos naturais deste ecossistema, como a elevação de temperaturas e variações climáticas. Essas mudanças extremas refletem na destruição e desaparecimento de espécies nativas e de seus respectivos habitats naturais (Bettioli *et al.*, 2017; Artaxo, 2020).

O aquecimento global gera impacto direto na fauna do Cerrado, afetando diversas espécies de animais que necessitam de condições climáticas específicas para se reproduzirem. Essas condições supracitadas interferem nos processos do ciclo de vida natural das espécies nativas (Bolson, 2018). O desmatamento e as intensas queimadas são fatores preocupantes no que tange essa problemática, pois convergem áreas naturais do bioma em atividades voltadas para o setor agropecuário, tornando o bioma estratégico e vulnerável a devastação e exploração (Silva Junior *et al.*, 2018; Roquette, 2018).

Por consequência, o tema abordado é de extrema preocupação, a implementação e o monitoramento de políticas públicas são imprescindíveis e emergentes, visando a defesa e conservação da biodiversidade do bioma, que por sua vez, gera também benefícios econômicos e sociais, desde que ocorra o manejo racional de suas riquezas naturais (Roquette, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proteção e preservação desse valioso bioma vai de encontro com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O objetivo 2 - Fome zero e agricultura sustentável, parte do princípio da erradicação da fome, alcançando segurança alimentar e melhor nutrição por meio da promoção da agricultura sustentável. A proposta é que esse objetivo possa ser alcançado até 2030 ("Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil", [s.d.]).

Partindo dos inúmeros registros científicos que provam o potencial nutricional dos frutos do Cerrado possibilitando uma melhor nutrição dos seus consumidores, se faz necessário o incentivo ao cultivo sustentável e o consumo dos seus frutos, perpetuação das árvores nativas do Cerrado que proporcionam

como benefícios não apenas os nutricionais, mas como benefícios ambientais, sociais e econômicos. Outro ODS que pode ser alcançado com a Conservação do Cerrado é o ODS 6 - Água potável e saneamento, pois o Cerrado é considerado a caixa d'água do Brasil, por abrigar as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade ("Cerrado", [s.d.]).

O Cerrado traz inúmeros benefícios ao ecossistema, e uma das contribuições indispensáveis que ele fornece ao planeta é a característica de "floresta invertida", com raízes que podem ultrapassar 10 metros de profundidade, que contribuem para a captação das águas das chuvas, o abastecimento do solo no período seco e conseqüentemente, ajudam a equilibrar o clima do planeta.

É inegável que é necessário mudança de comportamento da humanidade para que o planeta resista e possa permanecer sendo lar para todos os habitantes. Caso contrário, a consequência será uma extinção em massa, mas, que ainda pode ser revertida através de um estilo de vida mais sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), à Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (bolsa de produtividade em pesquisa (132217/2023-6, de mestrado - GM. Rural Sustentável do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) e ao Grupo de Ensino de Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia (GEPEFQ) por esse suporte.

REFERÊNCIAS

ALFACE, B. S.; MARQUES, E.; WICHINIESKI, I. **Campanha Nacional em Defesa do Cerrado**: uma experiência que brota do chão e das águas dos sertões. [s.d.].

ALVES, A. Q. *et al.* **The Fatty Acid Composition of Vegetable Oils and Their Potential Use in Wound Care.** [s.l.: s.n.].

AMAZÔNIA. **WWF Brasil.** Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/biomas/amazonia/>>.

ANDRADE, T. C. O Patrimônio alimentar dos povos tradicionais do cerrado: Ensaio sobre instrumentos, insumos, sabores e saberes da cozinha cerratense. **Cenário: Revista Interdisciplinar em Turismo e Território**, v. 10, n. 2, p. 172-190, 2023.

ANGICO VERMELHO. **Vaso e Flor.** Disponível em: <<https://www.vasoefflor.com.br/angico-vermelho>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

APARECIDA SONODA, F. I. *et al.* A efetividade das áreas protegidas na conservação das espécies de mamíferos do bioma Pantanal Effectiveness of protected areas in the conservation of mammal species in the Pantanal biome. **DOSSIÊ Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, v. 16, n. 3, p. 371-440, [s.d.].

ARRUDA, H. S.; PASTORE, G. M. **Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) as a source of nutrients and bioactive.** [s.d.].

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53-66, 2020.

AZEVEDO, T. *et al.* **Relatório anual do desmatamento no Brasil.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://alerta.mapbiomas.org>>.

BARBOSA, A. S. *et al.* Uso de plantas medicinais nativas do cerrado pela população idosa da região oeste do estado da Bahia: Um estudo etnofarmacobotânico. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 4, p. e13062, 2023.

BATISTA, F. G. *et al.* Resistência natural da madeira de seis espécies à *Nasutitermes corniger* Motsch. em condição de campo. **Madera y Bosques**, v. 26, n. 2, 23 abr. 2020a.

BATISTA, F. O.; SOUSA, R. S. de **Bioactive compounds in fruits pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) E baru (*Dipteryx alata* vogel) and their potential uses: a review.**

BENAVALLI, L. **Distribuição de onça-pintada no Brasil:** integrando aspectos da paisagem e dinâmica populacional para prever áreas de adequabilidade ambiental. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/35374/10/Distribui%c3%a7%cc3%a3oOn%c3%a7a-pintadaBrasil.pdf>>.

BETTIOL, W. *et al.* **Aquecimento global e problemas fitossanitários.** 1. ed. Brasília, [s.n.].

BIAZON, J. O. *et al.* **A importância dos Frutos do Cerrado na Alimentação.** Disponível em: <<http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/2187/2153>>.

BOLFE, É. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **Dinâmica agrícola no Cerrado. Análises e Projeções.** Brasília, [s.n.].

BOLSON, S. H. O Cerrado nas metas brasileiras do acordo de Paris: a omissão do estado brasileiro com o desmatamento na cumeieira da América do Sul. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, p. 112-131, 2018.

BORGES, T. C. *et al.* **Consumo alimentar e uso de frutos do Cerrado em comunidades quilombolas de Goiás | Segurança Alimentar e Nutricional.** Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8657920/26556>>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado** (PPCerrado) 4. Fase. [s.l.: s.n.].

BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>.

BRASÍLIA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado) e Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PCCDAm)**. 3. Fase ed. [s.l.: s.n.]. v. 1.

BRITO, M. A. de; BENEDETTI, S. Determinação da composição centesimal e capacidade antioxidante de frutos do Cerrado. **Brazilian Journal of Food Research**.

BUENO, G. H. *et al.* Caracterização física e físico-química de frutos de *Eugenia dysenterica* dc. originados em região de clima tropical de altitude. **Rev. Bras. Biom.** [s.l.: s.n.].

CANDATEN, L. *et al.* **Determinação dos extrativos totais e teor de celulose da madeira de Ipê submetida ao processo de modificação térmica**. Disponível em: <<https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/21997/15364>>.

CARNEIRO, F. M. *et al.* **Trends of studies for medicinal plants in Brazil**. [s.l.: s.n.].

CARNEIRO, N. S. *et al.* *Eugenia Klotzschiana* O. Berg Fruits as New Sources of Nutrients: Determination of their Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Chemical Composition. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 62, p. e19170562, 2019.

CERRADO. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/Cerrado>>.

CERRADO. **WWF Brasil**. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/biomas/cerrado/>>.

CERRADO. **Longas raízes, conexões profundas**. Disponível em: <<https://cerrado.org.br/conheca/longas-raizes-conexoes-profundas/>>.

CERRADO. **Povos: a sustentação do Cerrado**. Disponível em: <<https://cerrado.org.br/conheca/povos-a-sustentacao-do-cerrado/>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

COELHO, T. *et al.* Produção de mudas nativas do Cerrado. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil** [s.l.] Editora Científica Digital, 2022. v. 5, p. 407-435.

CUNHA, S. C. A. da *et al.* Qualidade superficial e custo-benefício de madeiras utilizadas na fabricação de móveis em Aracaju/SE. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 13, p. e147121344430, 10 dez. 2023.

DE, L. *et al.* **Ecological intensification of cropping systems enhances soil functions, mitigates soil erosion, and promotes crop resilience to dry spells in the Brazilian Cerrado**. 2021.

DIAS, B. B. *et al.* **Características nutricionais de doces em pasta de Araticum (*Annona crassiflora* Mart.)**. Disponível em: <<https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/6310/2419>>.

DUARTE, T. E. P. N.; LEITE, L. B. **Cidades médias no Cerrado brasileiro: desafios para a conservação da biodiversidade**, 2020.

EMBRAPA. **Bioma Cerrado** - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/contando-ciencia/bioma-cerrado>>.

EMBRAPA. **Bioma Mata Atlântica** - Instituto Brasileiro de Florestas. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>>.

EMBRAPA. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil - PGI**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/#/home/>>.

EVANGELISTA, J.; LAUREANO, L. **Medicina popular e biodiversidade no Cerrado**. [s.l.: s.n.].

FALEIRO, F. G.; NETO, A. L. de F. **Savanas** - Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. [s.l.: s.n.].

FARIA, R. A. P. G. *et al.* Características biométricas e emergência de plântulas de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. oriundas de diferentes procedências do cerrado mato-grossense. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 414-421, 2009.

FARIAS, D. T. de; MELO, R. R. Propriedades físicas da madeira de cinco espécies nativas da caatinga. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 3, p. 1147-1152, 3 nov. 2020.

FERRAZ, R. P. D.; KUCHLER, P. C.; SIMÕES, M. A intensificação do uso agrícola do solo: uma trajetória para o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira. **Natureza e Sociedade**, p. 236-248, [s.d.].

FERREIRA, B.; DIAS, S. Cerrados: Uma Caracterização Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. **Brasil: IBAMA & FUNATURA**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/340272031>>.

FIGUEIREDO, Y. G. *et al.* Análise comparativa do perfil de compostos orgânicos voláteis de pimenta rosa e de aroeira do sertão. **Interação**, v. 21, n. 3, p. 187-200, 2021.

FIGUEIREDO, Y. G. *et al.* Profile of *Myracrodruon urundeuva* Volatile Compounds Ease of Extraction and Biodegradability and *in Silico* Evaluation of Their Interactions with COX-1 and iNOS. **Molecules**, v. 27, n. 5, 1 mar. 2022.

GARCIA, L. S. *et al.* Physical and physico-chemical characterization of pequi from of the region of Sete Lagoas, MGScientific Electronic Archives Issue ID. **Sci. Elec. Arch.** [s.l.: s.n.].

GONÇALVES, J.; SILVA, G. C. O.; CARLOS, L. A. Compostos bioativos em flores comestíveis. **Biológicas e Saúde**, v. 9, n. 29, 2019.

GONÇALVES, K. G.; DUARTE, G. S. D.; FILHO, A. de A. T. **Espécies frutíferas do Cerrado e seu potencial para os SAFs**. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/flovet/article/view/3111/2153>>.

IBGE. **Agência de Notícias**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/36972-ibge-atualiza-estatisticas-das-especies-ameacadas-de-extincao-nos-biomass-brasileiros>>.

IBGE. **Biomass brasileiros. Educa. Jovens - IBGE**. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomass-brasileiros.html>>.

IBGE. **Portal do IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

INHOTIM. **Ser do Cerrado**: Saberes e diversidade nos jardim do Inhotim, 2022. Disponível em: <<https://www.inhotim.org.br/publicacao/ser-do-cerrado-saberes-e-diversidade-nos-jardim-do-inhotim/#>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Cerrado. Disponível em: <https://ipam.org.br/como-atuamos/biomas/cerrado/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

LÍVIA, K. *et al.* **Cenário das árvores plantadas no Brasil.** [s.l.: s.n.].

MAGALHÃES, Lana. Biomas do Mundo. **Toda Matéria** [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/biomas-do-mundo/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

MARIANO, A. P. X. *et al.* Optimization of Extraction Conditions and Characterization of Volatile Organic Compounds of *Eugenia klotzschiana* O. Berg Fruit Pulp. **Molecules**, v. 27, n. 3, 2022.

MARIANO, A. P. X. *et al.* Analysis of the chemical profile of Cerrado pear fixed compounds by mass spectrometry with *paper spray* and volatile ionization by SPME-HS CG-MS. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e949998219, 2020.

MARRA, D.; MILANI, S. E. **O Cerrado é uma floresta de cabeça para baixo: análise semântica da unidade lexical "Cerrado"**. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/norteamentos/article/view/7122/6193>.

MBI. **Infografico-cerrado-8.0-BR-rev4-scaled.jpg (2560x1438)**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/MBI-Infografico-cerrado-8.0-BR-rev4-scaled.jpg>.

MELO, L. R.; BACELLAR ZANETI, T. **"Pitadas de Cerrado": turismo e gastronomia em prol da educação ambiental**, 2021. p. 46-64.

MELLO, S. S. de; PASTORE, J. B. Ornamental fora of the Cerrado in landscape architecture: a portrait of its practical application. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 1, p. 78-87, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>.

MMA, M. D. M. A. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1. ed. Brasília: [s.n.]. v. 1.

MOREIRA, A. T. R. *et al.* O impacto da ação antrópica no meio ambiente: aquecimento global. **Revista Educação em Foco**, p. 22-27, 2022.

MORETTI, S. D. A. *et al.* Avaliação do processo de secagem ao ar livre da madeira de jatobá na Amazônia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e252997258, 2020.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/content/Biodiversity-hotspots-for-conservation-priorities-11837/>.

NOLETO, A. R. *et al.* Conhecimento da população sobre frutos nativos do Cerrado brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e520111436585, 4 nov. 2022.

NUNES, B. B. da S. O Fogo nas Savanas e seu Impacto na Avifauna: Considerações para uma Melhor Conservação Ambiental. **Sociedade & Natureza**, v. 35, n. 1, 2023.

NTOS, C. *et al.* **Flora de uma área de Cerrado ecotonal da região setentrional do Piauí Rev. Geogr.** [s.l.: s.n.].

OLIVEIRA do Ó, A.; SANTOS, F. I. R. dos; LOPES, C. G. R. Variações na flora e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da Caatinga e Cerrado no nordeste brasileiro. **Revista Equador (UFPI)**, v. 10, p. 329-345, 2021.

OLIVEIRA, R. M. M.; *et al.* Óleo de Buriti: Índice de Qualidade Nutricional e Efeito Antioxidante e Antidiabético Buriti Oil: Nutritional Quality Index and Antioxidant and Antidiabetic Effect Resumo. **Rev. Virtual Quim**, v. 2020, n. 1, 2020.

OLIVEIRA, W. J. *et al.* Caracterização da fauna helmintológica de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) atropelados nas rodovias BR-050 e BR-455 (Minas Gerais, Brasil). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 6, p. 2175-2185, 2020.

OMS. **Estratégia de medicina tradicional da OMS: 2014-2023**. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241506096>>.

ONU. **Notícias da ONU**. Disponível em: <<https://news.un.org/en/story/2022/07/1122272>>.

ONU. **Visão para 2024: novo ciclo da ONU com momentos de janeiro a junho**. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2023/12/1825547>>.

PAES, J. B.; MORAIS, V. de M.; LIMA, C. R. de. **Resistência das madeiras de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cássia (*Senna siamea*) e ipê (*Tabebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório**. [s.d.].

PEREIRA, I. M.; CONEGLIAN, A. Situação e perspectivas da conservação do Cerrado em 2019. **Revista Agrotecnologia**, 2020.

PEREIRA, J. C. M. *et al.* Valoração do Araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e203111738099, 25 dez. 2022.

PEREIRA, O. J. R. *et al.* **Remote sensing assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of modis ndvi time-series**. 2018.

PEREIRA, S. G. *et al.* Lobo-Guará (*Chrysocyon brachyurus*): características gerais, mitológicas e seu conhecimento popular na região noroeste de Minas Gerais. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 17, p. 1, 19 fev. 2019.

PICTURETHIS. Hymenaea. Disponível em: <<https://www.picturethisai.com/pt/wiki/Hymenaea.html>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

PIRES, J.; LEMOS-FILHO, D. E. **Fotoinibição em três espécies do cerrado (*Annona crassifolia*, *Eugenia dysenterica* e *Campomanesia adamantium*) na estação seca e na chuvosa**. [s.d.].

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, 1º out. 2022a.

RAMOS, A. L. C. C. *et al.* An Integrative Approach to the Flavonoid Profile in Some Plants' Parts of the *Annona* Genus. **Plants**, v. 11, n. 21, 1 nov. 2022b.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Characteristics and potentialities of Savanna fruits in the food industry. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

RIBEIRO, C. L. *et al.* Saberes do Cerrado: degradação do bioma ao risco da perda do conhecimento tradicional. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, p. 870-882, 2022.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado! Os biomas do Brasil**. [s.l.: s.n.].

RODRIGUES, D. B. *et al.* Characterization of volatile compounds and bioactive compounds of pulp and jelly of cagaita by solid phase microextraction in the headspace mode and mass spectrometry by *paper spray*. **Research, Society and Development**, 2021.

RODRIGUES, L. N. **Agricultura Irrigado no Cerrado** - subsídios para o desenvolvimento sustentável. [s.l.: s.n.].

ROQUETTE, J. G. Distribuição da biomassa no Cerrado e a sua importância na armazenagem do carbono. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1350-1363, 1º jul. 2018.

SANO, E. E. *et al.* Características gerais da paisagem do Cerrado. **Dinâmica Agrícola no Cerrado**. [s.l.: s.n.]. v. 1, p. 21-37.

SANTOS, B. O. *et al.* Optimization of extraction conditions of volatile compounds from pequi peel (*Caryocar brasiliense Camb.*) using HS-SPME. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e919974893, 16 jun. 2020.

SANTOS, L. A. C.; MIRANDA, S. do C.; NETO, C. de M. E S. **Fitofisionomias do Cerrado: definições e tendências**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas->>.

SANTOS, S. B.; AMORIM, A.; PAIXÃO, J. A. da **Propriedades medicinais do Stryphnodendron adstringens: uma revisão narrativa medicinal**. [s.d.].

SEABRA, C. C. de *et al.* Caatinga wood for production of Small Wooden Objects (SWO). **Ciência Florestal**, v. 32, n. 4, p. 1980-2006, 23 nov. 2022.

SEYFRIED, M. *et al.* Pectinas de plantas medicinais: Características estruturais e atividades imunomoduladoras. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais Instituto de Biociências**, 2016.

SILVA, L. L. H. da *et al.* Características energéticas do carvão vegetal de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* almeida) e leucena (*Leucaena leucocephala* (lam.) R. de Wit). **Ciência Florestal**, Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

SILVA, M. R. *et al.* Antioxidant Activity and Metabolomic Analysis of Cagaitas (*Eugenia dysenterica*) Using *Paper Spray* Mass Spectrometry Spectrometry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 5, p. 1034-1044, 2019.

SILVA JUNIOR, C. H. L. *et al.* Dinâmica das Queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 35, p. 1-14, 24 jul. 2018.

SOUZA, C. L. F. *et al.* O Cerrado como o "berço das águas": potencialidades para a educação geográfica. **Revista Cerrados**, v. 17, n. 1, p. 86-113, 2020a.

SOUZA, C. M. *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 2020b.

STALLBAUM, P. H. *et al.* Resistência Natural da Madeira de *Sclerobium paniculatum* Vogel a cupins em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

TARLEY, D.; NASCIMENTO, F. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas Cartografia de Paisagens Turísticas das Savanas do Brasil e de Moçambique View project Ritmo e gênese do clima do estado. **Itmo e Gênese do Clima do Estado de Goiás do Distrito Federal**, View project. [s.l.: s.n.].

UFMG — Universidade Federal de Minas Gerais. **Banco de Amostras:** Aroeira-do-sertão (casca). Disponível em: <<https://www.ufmg.br/mhnbj/ceplamt/bancodeamostras/aroeira-do-sertao-cascas/>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

VILELA, M. de F.; SOARES, Z. A. B.; WAGNER, E. Dinâmica Agrícola no Cerrado: Análises e Projeções. **Capítulo 4 - Pesquisa, transferência de tecnologia e desenvolvimento do Cerrado.** [s.l.: s.n.].

VOIVODIC, M. *et al.* **Iniciativas e soluções sustentáveis para manter de pé a savana de maior biodiversidade do mundo.** [s.l.: s.n.].

WEICHERT, R. F. *et al.* **Árvores do Cerrado** - Importância Econômica e Social na Educação Ambiental. 1. ed. [s.l.: s.n.]. v. 1, 2023.

WEICHERT, R. F. *et al.* Cerrado in focus: the vital role of the Cerrado in the planet's biodiversity. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, v. 17, p. e5378-e5408, 2024.

O POTENCIAL BIOATIVO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE IPÊS PRESENTES NO CERRADO E SUAS MÚLTIPLAS APLICABILIDADES: REVISÃO DE LITERATURA

Ana Carolina do Carmo Mazzinghy

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *campus* Sete Lagoas

Lucas Silveira Garcia

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *campus* Sete Lagoas

Talvane Coelho

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *campus* Sete Lagoas

Henrique de Oliveira Prata Mendonça

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *campus* Sete Lagoas

Lucas Fernandes Lopes

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *campus* Sete Lagoas

Bruna Vieira Nunes

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), *campus* Pampulha

Reginaldo Ferreira Weichert

Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - *Campus* Bambuí

Eric Marsalha Garcia

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *campus* Sete Lagoas

Hosane Aparecida Taroco

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *campus* Sete Lagoas

Júlio Onésio Ferreira Melo

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - *Campus* Sete Lagoas

RESUMO

O bioma Cerrado, conhecido como a savana brasileira, é uma das regiões mais representativas dos Neotrópicos, com uma importância inestimável para todo território nacional. Entre sua rica vegetação se encontra a família Bignoniaceae, desempenhando papel importante na ecologia e na biodiversidade, contribuindo significativamente para a composição florística e a estruturação da paisagem. Dentro dessa família se encontram os ipês, espécies arbóreas conhecidas por sua inflorescência exuberante. Ao longo do capítulo fica evidente que as aplicabilidades das diferentes espécies de ipê não se limitam a arborização, apresentando usos como: madeireiro, ornamental, medicinal, tintorial, melífero, recuperação de áreas degradadas, entre outras utilidades. O ipê-roxo, ipê-branco, ipê-amarelo e ipê-verde surgem como patrimônio natural e de grande importância. No que diz respeito ao seu potencial medicinal, todas as espécies relatadas, no presente estudo, mostram-se detentoras de compostos bioativos. De forma que essas espécies podem ser usadas para tratamento e prevenção de diversas doenças, além de serem candidatas promissoras para o desenvolvimento de medicamentos.

Palavras-chave: Savana Brasileira, Bignoniaceae, Ipê-Roxo, Ipê-Branco, Ipê-Amarelo, Ipê-Verde.

Soneto do Ipê

O Cerrado se prepara para a primavera
No chão cascalhado, a florada anuncia
Os ipês amarelos ornando de luz o dia
E o horizonte se vestindo de quimera
Sai o inverno, setembro, vem a ventania
E mal surgia, e caem sem assim quisera
Em implacável jornada, acatando a era
Atapetando o chão de matizada magia
E neste, veste e despe, a beleza gera
Espanto da sina acirrada em tirania
Do ipê ser algoz na sua pouca espera
No processo que penaliza a flor fugidia
Em ser uma desgarrada na atmosfera
Faz-se o prosseguir a vida em romaria

***Luciano Spagnol -
Poeta mineiro do Cerrado***

Meu Pé de Ipê

Um pé, de pé, ainda em pé
É um pé amarelo, outro roxo
É um pé rosa, outro branco
Todos são a gosto, outros setembro
Meu pé de Ipê

É um cheiro, laço, um abraço
O elo do amarelo, o gosto do roxo
O poema do branco, todos coloridos
O amarelo do amigo
Meu pé de Ipê

É um renascer do ser nascer
Montanha amontoada no meu quintal
Flor temporona no meu olhar
Um beijo pra arrebentar a semente
E fazer florir, sem medo o doce desejo
Meu pé de Ipê

É na praça, de graça
No teatro, no texto
No poema, na caneta
Na boca, no beijo
Na barriga, no elo
No amarelo, texto e contexto
Meu pé de ipê

José Veríssimo

Ipê

Seja marcante e belo como um ipê, seja único, seja o diferencial entre as
árvores comuns, seja um ipê!

Chris Aponuceno

INTRODUÇÃO

A região Neotropical, também conhecida como “Novo Mundo”, abrange uma vasta extensão do continente americano e é marcada por uma rica diversidade de biomas. A floresta tropical amazônica, que representa cerca de um terço do continente sul-americano, é um dos biomas mais proeminentes. No entanto, outros biomas terrestres nos Neotrópicos também são notáveis por seu tamanho e importância ecológica, como o Cerrado e a Mata Atlântica do leste do Brasil (Antonelli; Sanmartin, 2011).

As características distintivas da zona neotropical remontam ao período Paleozóico-Mesozóico, há cerca de 200 a 135 milhões de anos, quando a separação do megacontinente Pangeia resultou em Laurasia e Gondwana. A América do Sul, que hoje corresponde ao Neotrópico, estava originalmente ligada ao continente africano e só se separou durante o Cretáceo. Essa conexão histórica explica as semelhanças na vegetação entre o Neotrópico e algumas regiões africanas, como a savana (Narváez-Gómez *et al.*, 2018).

O bioma Cerrado, conhecido como a savana brasileira, é uma das regiões mais representativas dos Neotrópicos, com uma extensa área nuclear e contínua de mais de 2 milhões de quilômetros quadrados. Com dimensões continentais, o Cerrado exibe uma notável diversidade climática, abrangendo características equatoriais, tropicais e subtropicais. Suas características climáticas distintas incluem duas estações bem definidas: uma estação seca de inverno e outra úmida de verão, que têm influência direta sobre a vegetação e a composição do solo (Nascimento; Novais, 2020).

A vegetação do Cerrado é marcada por uma grande heterogeneidade, refletindo diferenças nas características biofísicas, como geomorfologia, solos e clima. Essa diversidade é evidente na composição arbórea do bioma, que abriga uma variedade impressionante de espécies. Estudos compilados identificaram 909 espécies arbóreas de Cerrado, distribuídas em 298 gêneros e 76 famílias. Entre essas famílias, destacam-se a Fabaceae, Vochysiaceae, Malpigiaceae, Bignoniaceae, Apocynaceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Annonaceae, que ocorrem em mais de 80% das localidades (Francoso, 2014). Essa rica flora do Cerrado não apenas contribui para a biodiversidade, mas também desempenha papéis econômicos e culturais, fornecendo madeira, forragem, alimentos e outros

produtos, com algumas espécies já integradas em sistemas produtivos em diferentes regiões (Pereira, 2013).

A família Bignoniaceae é uma das famílias proeminentes no bioma Cerrado, com aproximadamente 170 espécies e 27 gêneros representados na região. Reconhecida como um grupo monofilético, a família Bignoniaceae agrupa plantas predominantemente lianescentes, arbóreas e arbustivas, com características distintivas em suas folhas, flores e frutos (Olmstead *et al.*, 2009; Machado; Romero, 2014). Essa família desempenha um papel importante na ecologia e na biodiversidade do Cerrado, contribuindo significativamente para a composição florística e a estruturação da paisagem (Lohmann, 2014).

- **Ipês**

Os ipês são espécies arbóreas nativas da América do Sul, pertencentes à família das Bignoniaceae, comumente encontradas no Brasil, especialmente no bioma Cerrado. São denominadas árvores de grande porte e podem alcançar até 30 metros de altura. Suas folhas são caducifólias, em outros termos, caem no decorrer do outono e inverno (Costa *et al.*, 2019; Sabino *et al.*, 2020; Parciannelo *et al.*, 2021).

Do ponto de vista etimológico, a palavra ipê é oriunda do tupi-guarani e significa "casca dura". Os povos originários utilizavam a madeira do ipê, com a finalidade de preparar arcos de caça para se defenderem, em razão disso é conhecido como pau d'arco (IBF, 2022).

Devido a exuberância de suas flores, os ipês são apontados, majoritariamente, para fins ornamentais, considerando suas cores vibrantes que destoam com a paisagem verdejante da natureza e de áreas urbanas (Mendes; Oliveira, 2019). Além disso, o ipê também é considerado a árvore símbolo do país (Marques *et al.*, 2022). As espécies de ipês mais encontradas no Cerrado são o ipê amarelo, ipê-branco, ipê-verde e ipê-roxo (Morais Neto, 2021).

No entanto, a aplicabilidade das diferentes espécies de ipês não se restringe apenas a fatores paisagísticos. Do ponto de vista econômico, os ipês produzem madeiras nobres, devido a sua boa resistência e durabilidade, sendo, portanto, matéria-prima indispensável para o setor madeireiro (Teixeira *et al.*, 2020; PAES *et al.*, 2023). Além disso, essas árvores também apresentam diversas

propriedades medicinais, exemplificadamente, as cascas e folhas têm potencial utilização para tratamento de doenças (Marques *et al.*, 2022).

- **Ipê-roxo**

O *Handroanthus impetiginosus*, comumente conhecido como ipê-roxo ou pau-d'arco-roxo, é a espécie mais conhecida e difundida nacionalmente. No Brasil, essa árvore pode ser encontrada de norte a sudoeste do país (Martins *et al.*, 2012; Carvalho; Figueiredo, 2022).

Além do Cerrado, essa espécie arbórea é encontrada em outros biomas, como a Mata-Atlântica, a Caatinga, o Pampa, o Pantanal e a Floresta Amazônica, dessa forma, se expandido para outros países (Oliveira Felipe, 2023).

As flores do ipê-roxo apresentam coloração roxo violácea e florescem no período de seca, seus agentes polinizadores são as abelhas e os beija-flores. Devido a sua exuberância em períodos de floração, essa espécie se constitui como uma das mais populares no paisagismo brasileiro, sendo utilizadas para arborização de ruas e avenidas (IBFlorestas, 2022; Yarte *et al.*, 2022) (Figura 1). Entretanto, além de vistosas, essas flores também são comestíveis, sendo, portanto, consideradas Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), podem ser consumidas cruas ou após cocção, salteadas ou empanadas. Essas flores apresentam aroma adocicado e sabor relativamente amargo (Alves, 2023).

Várias partes da planta já foram utilizadas em estudos, desde as folhas, os frutos, as sementes e as flores, até a casca e a entrecasca, onde os ativos estão concentrados de forma majoritária. A entrecasca, inclusive, tem sido tradicionalmente utilizada por séculos no tratamento de dor, inflamação, febre, disenteria, furúnculo, úlcera e na prevenção de diversos tipos de câncer (Brasil, 2015; Pires *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020).

Essa espécie é muito relatada na medicina popular, em consequência da sua composição química que está associada às suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antibacterianas, antifúngicas e antimaláricas (Tormena *et al.*, 2022).

Dentre os compostos químicos já encontrados do ipê-roxo, destaca-se o lapachol, pertencente à classe das naftoquinonas, listada como o princípio ativo primordial dessa espécie, conferindo, isoladamente, atividades

antioxidante, antimetastática, anti-inflamatória, antiedematosa e antimalárica (Hussain; Green, 2017).

Figura 1 - Ipê roxo.



Fonte: Autores (2023).

◦ **Ipê-branco**

O *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith é o típico ipê branco, árvore de 7 a 16 metros de altura, apresenta folha palmada com três folíolos, decídua e de flor de formato campanulada de cor branca. Essa mesma espécie pode ser chamada também de pau-d'arco, piuxinga, piúva-branca, pertinga. É usado principalmente como árvore ornamental, sendo conhecido pela sua floração intensa, embelezando paisagens urbanas (Zuntini; Lohmann, 2018; Lohmann, 2020a; Ribeiro *et al.*, 2022). Entretanto, outras árvores da Bignoniaceae apresentam flor de formato campanulada de coloração branca, o que pode gerar algumas dúvidas na distinção do ipê branco. Entre essas espécies, temos duas que também são do Cerrado e do gênero *Tabebuia*, que é *Tabebuia insignis* e *Tabebuia obtusifolia*, conhecidas popularmente como ipê branco-do-brejo e cova de onça, respectivamente (Lohmann, 2020b; Lohmann, 2020c). Vale citar que o *Zeyheria tuberculosa* é chamado por alguns de ipê branco, apresentando até

mesmo trabalhos acadêmicos que se referem a ele desse jeito, provavelmente pela coloração esbranquiçada de sua flor (Lorenzi, 2014; Lohmann, 2020d).

O ipê-branco tem flores de curta duração que florescem entre agosto e outubro, perdendo totalmente suas folhagens, se destacando e embelezando a paisagem. Para além disso, essa árvore se destaca na arborização por crescer pouco, ajudando na utilização em ruas e canteiros centrais, pois não atrapalhara as fiações elétricas pelo seu crescimento. É interessante comentar que sua madeira pode ser usada para acabamentos internos em construções civis, podendo ser utilizada também para outros produtos madeireiros de baixo valor (Lorenzi, 2014; Zuntini; Lohmann, 2018b; Moraes Neto, 2021). Outro aspecto positivo dessa espécie é que podem ser facilitadores sugestionais, podendo apresentar potencial para regeneração de matas e sistemas silvipastoris, de forma que contribui na manutenção da biodiversidade (Oliveira, *et al.*, 2013).

Assim como o gênero *Tabebuia*, o ipê-branco apresenta potencial terapêutico. Ferreira-Júnior *et al.* (2015) identificou no seu extrato a icariside E4, composto que por sua vez apresenta efeito inibitório na atividade topo isomerase do DNA. Mostrando ser fonte de compostos com atividades farmacológicas, até mesmo na inibição de dor. Também foi observado a presença de ácido cafeico e clorogênico no extrato aquoso das folhas de ipê branco, sendo compostos já relacionados com atividades antioxidantes, além disso, podem ser agentes potenciais no tratamento de hiperuricemia, inflamação e gota (Ferraz-Filha *et al.*, 2017).

Figura 3 - Ipê-branco.



Fonte: Autores (2023).

◦ Ipê-amarelo

De acordo com o Reflora (2010), o Cerrado abriga nove espécies do gênero *Handroanthus* de inflorescências de coloração amarela. Dessas espécies, seis são endêmicas do Brasil, incluindo *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S.Grose, *Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos, *Handroanthus pumilus* (A.H.Gentry) S.Grose, *Handroanthus grandiflorus* Espírito-Santo; M.M. Silva, *Handroanthus coronatus*, *Handroanthus diamantinensis* Espírito-Santo. Embora não seja endêmica, o *Handroanthus serratifolius* tem uma importância significativa onde ocorre.

O *H. serratifolius* (Vahl) S.Grose, conhecida como ipê-amarelo, é uma árvore que pode atingir de 5 a 25 metros de altura, com um tronco cilíndrico reto de 60 a 80 cm de diâmetro e uma copa que se estende de 3 a 8 metros de diâmetro. Sua casca, com 10-15 mm de espessura, tem uma coloração pardo-acinzentada, é fissurada e se desprende em pequenas placas (Alves, 2023). No Brasil, essa espécie ocorre desde a Amazônia e o Nordeste até São Paulo. No Cerrado ele pode ocorrer tanto em formações florestais quanto savânicas (Ferreira *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2022). O *H. serratifolius* é conhecida principalmente por sua madeira, usada na construção civil, e suas belas flores, sendo estudada para formulação de medicamentos devido a suas atividades bactericida, fungicida,

antiofídica e antineoplásica, e também para produção de tinturas e néctar (Filho *et al.*, 2021). Dentre seus componentes, o lapachol, uma naftoquinona, destaca-se por induzir estresse oxidativo em células, levando a danos intracelulares e mostrando promessa no combate a parasitas intracelulares e na desregulação de células cancerígenas (Silva *et al.*, 2003; FIORITO *et al.*, 2014; Araújo; Alencar; Neto, 2020).

Outra espécie de extrema importância é o *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore, sendo a única espécie do Cerrado do gênero *Tabebuia* de inflorescência amarela. Ele é considerado um típico ipê do Cerrado, sendo conhecido como: caraíba, para-tudo, ipê-amarelo-do-cerrado e pau-d'arco (Lohmann, 2020f; Ribeiro *et al.*, 2022). O nome para-tudo não é dado por acaso, ele se justifica pelas propriedades medicinais, por exemplo, é usado na medicina tradicional para tratar picada de cobra, possuindo atividade anti-inflamatórias, anti-hemorragicas e antimiotóxicas quando sob efeito do veneno (Reis *et al.*, 2014; Zuntini; Lohmann, 2018a; Nocchi *et al.*, 2020). Em outro estudo realizado por Malange (2019), mostrou que o extrato hidroetanólico de *T. aurea* pode ser utilizado para aliviar a dor, inflamação e lesão nervosa causada pelo veneno da cobra, destacando, portanto, seu potencial terapêutico. Além disso, essa espécie foi descrita como uma fonte de auspiciosa de compostos bioativos, se tornando um potencial para produção de medicamentos fitoterápicos naturais antioxidantes, antitripanossoma e neuroprotetores (Brito *et al.*, 2020; Mahmoud *et al.*, 2021).

As duas espécies citadas anteriormente são valorizadas por sua ampla utilidade e aplicações. Além de suas propriedades medicinais, elas são conhecidas por sua beleza ornamental, tornando-se popular no paisagismo e arborização, atraindo também abelhas por seu néctar, tornando-se também uma planta melífera (Ribeiro *et al.*, 2022). A madeira de *H. serratifolius* é considerada como pesada, com elevada densidade, se tornando adequada para construções pesadas e estruturas externas, apresentando diversas utilidades. Enquanto isso, a madeira de *T. aurea* é considerada como moderadamente pesada, podendo ser utilizada para produção de móveis, construções civis e obras externas (Lorenzi, 2014; Souza *et al.*, 2022).

Figura 4 - Ipê-amarelo.



Fonte: Autores (2023).

- **Ipê-verde**

O *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. é uma árvore de ampla ocorrência na América Latina, não sendo diferente no Cerrado, estando presente nas formações florestais, savânica e campestre. Essa espécie é popularmente chamada de ipê-verde, mas em outras regiões pode ser denominada como: caroba-de-flor-verde, carobinha-verde, caroba-do-campo, ipê-mandioca, entre outros nomes (Bittencourt *et al.*, 2011; Lohmann, 2020f; Ribeiro *et al.*, 2022). Como o próprio nome sugere, ele apresenta uma inflorescência de coloração verde-claro. Já sua floração ocorre mais de uma vez ao ano, porém em maior quantidade entre dezembro a março (Lorenzi, 2014). De forma geral é uma árvore de porte pequeno, quando adulta sua altura varia entre 4 a 8 metros. Possui aplicações na área artesanal, madeireira, medicinal, ornamental e tintorial (Freitas, 2016; Ribeiro *et al.*, 2022).

O ipê-verde pode ser uma ótima opção para arborização, especialmente para locais mais estreitos, isso por conta do formato da sua copa comprida e afilada. A sua madeira apresenta resistência média, mas baixa resistência a apodrecimentos quando utilizada em ambientes externos, o que pode acarretar

em usos menos nobres de sua madeira. Seu lenho pode ser utilizado em construções civis, carpintarias, ripas, pastas de celulósicas e caixas (Ortolani *et al.*, 2008; Guilherme *et al.*, 2011; Lorenzi, 2014). Ele também pode ser utilizado em programas de recuperação de áreas degradadas por ser uma espécie pioneira (Ortolani *et al.*, 2008; Venturoli *et al.*, 2013; Freitas, 2016; Forlin *et al.*, 2020).

Em um estudo foi evidenciado que o extrato hidroalcoólico das folhas de *C. antisyphilitica* possui atividade antioxidante, possuindo metabólitos secundários que pertencem a fenóis, flavonóides e alcalóides (Beltran; Guillermo, 2022). Além disso, Ramos *et al.* (2005) conseguiu isolar do *C. antisyphilitica* compostos como: Ácido 25-hidroxi-oleanólico, Ácido oleanólico, β -Sitosterol e Nonacosano. Compostos como esses podem ser relacionadas a diversas propriedades, por exemplo, o ácido oleanólico, que é comumente associado a ervas medicinais, havendo efeitos antiviral, anti-HIV, antibacteriano, antifúngico, anticarcinogênico, antidiabético, anti-inflamatório, hepatoprotetor, gastroprotetor, hipolipidêmico e antiaterosclerótico (Rashed, 2020; Castellano *et al.*, 2022). Isso pode justificar seu uso na medicina tradicional, uma vez que, no saber popular o ipê verde é utilizado para dor nas costas, outra receita o utiliza com mais outras plantas para o tratamento de sarna (Sauini *et al.*, 2020).

Figura 5 - Ipê-verde.



Fonte: Autores (2023).

DESENVOLVIMENTO

Na Tabela 1, abaixo, foram listados os principais compostos identificados em cada espécie de ipê.

Nº	Espécie de ipê	Partes da planta	Substâncias	Referência bibliográfica
1	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Folhas	Nonacosano	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
2	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Folhas	β -sitosterol	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
3	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Folhas	Ácido oleanólico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
4	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Folhas	Ácido 25-hidroxi-oleanólico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
5	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Casca do caule	Ácido linoleico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
6	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Casca do caule	Éster etílico de ácido linoléico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
7	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Casca do caule	Éster etílico do ácido linolênico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
8	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Casca do caule	Ácido 13-ceto-9Z,11E-octadecadienóico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
9	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Casca do caule	Ácido 9-oxo-10E,12Z-octadecadienóico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
10	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Casca do caule	Ácido estearidônico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)

Nº	Espécie de ipê	Partes da planta	Substâncias	Referência bibliográfica
11	<i>Cybistax antisyphilitica</i>	Casca do caule	Ácido 9(10)-epoxi-12Z-octadecenoico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
12	<i>Cybistax antisyphilitica</i>	Casca do caule	Ácido 9S,13R-12-oxo-fitodienoico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
13	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (possivelmente)	Extratos de têxteis tingidos com fontes botânicas	Indirubin	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
14	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (possivelmente)	Extratos de têxteis tingidos com fontes botânicas	Indigotin	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
15	<i>Hamdroanthus chrysotrichus</i> e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	Minecosídeo	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
16	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	Verbascosídeo	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
17	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	Isoverbascosídeo	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
18	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	Especiosídeo	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
19	<i>Hamdroanthus</i> spp.	Casca	O-hexosil-pentosil tirosol-dimetoxibenzoato	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
20	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	Ácido tri-hidroxi-octadecenoico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
21	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia aurea</i> .	Casca	Ácido quínico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
22	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	O-hexosyl lyoniresinol	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
23	<i>Hamdroanthus</i> spp.	Casca	Isômero O-hexosil lioniresinol	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
24	<i>Hamdroanthus</i> spp.	Casca	O-hexosil 5-metoxi-isolariciresinol ou 8-metoxi-isolariciresinol	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
25	<i>Hamdroanthus</i> spp.	Casca	4-hidroxi-benzoil (epi) aucubina	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
26	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	6- O-(4-hidroxi-benzoil) ajugol	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
27	<i>Hamdroanthus</i> spp.	Casca	O-pentosil-hexosil-hidroxibenzoil tirosol	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
28	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp.	Casca	Verminosídeo	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
29	<i>Hamdroanthus</i> spp.	Casca	Ácido 3-hidroxi-4-metoxi benzóico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
30	<i>Hamdroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia insignis</i> .	Casca	Benzoato de O-Pentosil-hexosil hidroximetil	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
31	<i>Hamdroanthus</i> spp.	Casca	O-benzoil-escandósídeo	(Santos <i>et al.</i> , 2017)

N°	Espécie de ipê	Partes da planta	Substâncias	Referência bibliográfica
32	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Ácido 4-hidroxiben-zóico	(Mariano <i>et al.</i> , 2022; Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
33	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	2'-Hidroxichalconas (ex. isoliquiritigenina)	(Mariano <i>et al.</i> , 2022)
34	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Flavonóides O-metilados (ex. Crisoeriol)	(Mariano <i>et al.</i> , 2022)
35	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Favonóides O-metilados (ex. hesperetin)	(Mariano <i>et al.</i> , 2022)
36	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Álcoois cinamílicos (ex. 4-Coumaryl alcohol)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
37	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	ácido 4-hidroxicinâmico (E-p-coumaric acid)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
38	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Ácido cafeico ou ácido 4-hidroxifenil-pirúvico	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
39	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Ácido cumárico e derivados (ex. cis-cafeato de prenil)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
40	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Hidroxiantraquinona (ex. Emodin)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
41	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Flavanone (ex. Naringenina)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
42	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Flavona (ex. Luteolin)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
43	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Ácido lineólico e derivados	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)

N°	Espécie de ipê	Partes da planta	Substâncias	Referência bibliográfica
44	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Ácidos graxos de cadeia longa	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
45	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Flavonoide O-metilado (ex. Crisoeriol)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
46	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Flavonoides O-metilados (ex. Hesperetin)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
47	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Naftopiranos ou piranocumarinas	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
48	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	7-O-metilado flavonoides (ex. 3,7-dimetilquercetina)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
49	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Flavonoide O-glicosídeo	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
50	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Flavonoide O-glucuronídeos	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
51	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Triterpenóides (ex. Ácido ganodérico Y/ Ganoderiol F)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
52	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Ácido ursólico (ou outros triterpenóides ex. ácido oleanólico / ácido betulínico)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
53	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Triterpenóides (ex. dissolentina F)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
54	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Ácidos quínicos e derivados (ex. ácido dicafeoilquínic)	(Montagnini <i>et al.</i> , 2023)
55	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Plumbagina (naftoquinonas)	(Mariano <i>et al.</i> 2022)

N°	Espécie de ipê	Partes da planta	Substâncias	Referência bibliográfica
56	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Aminoimidazóis Derivados	(Mariano <i>et al.</i> 2022)
57	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	α/β -Lapachone ou lapachol	(Mariano <i>et al.</i> 2022)
58	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Galhos Folhas Flores Frutos	Naftoquinona Derivados	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
59	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Genisteína ou n-metoxi-2-acetilnafto[2,3-b] furan-4,9-diona	(Mariano <i>et al.</i> 2022)
60	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Octadecanamida	(Mariano <i>et al.</i> 2022)
61	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	2-Acetilnafto[2,3-b] furan-4,9-diona; 7-metoxi, 8-hidroxi ou kaempferol/luteolina	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
62	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	2-arilbenzofurano derivados (neolignanos)	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
63	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	2-Acetilnafto[2,3-b] furan-4,9-diona; 7,8-dimetoxi	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
64	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	7' ou 5' ou 4'-O-metilflavonol (flavonóides) ou n, n-metoxi-2- Acetilnafto[2,3-b] furan-4,9-diona	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
65	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Isorhamnetina e outro 3'-O-metilado flavonóis	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
66	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Flavonóides 7 ou 5-O-metilados	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)

N°	Espécie de ipê	Partes da planta	Substâncias	Referência bibliográfica
67	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	7' ou 5' ou 4'-O-Metil Flavonol (flavonóides)	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
68	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Antraquinona glicosídeos	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
69	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Flavonóides-7-Oglucuronóides	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
70	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Flavonóides-7-Oglicosídeos (ex. Luteolina 7-glicosídeo)	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
71	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Flavonóides-3-Oglicosídeos (ex. Quercetina 3-galactosídeo)	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
72	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Triterpenóides	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
73	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Flavonóides-7-Oglicosídeos	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
74	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Glicosídeos iridóides (ex. Lonijaposido B)	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
75	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Iridóides ou sesquiterpenóides glicosilados	(Mariano <i>et al.</i> 2022)
76	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Sementes	Flavonóides 3-O-p-cumaroil glicosídeos	(Mariano <i>et al.</i> 2022)
77	<i>Hamdroanthus limpetiginosus</i>	Cascas Folhas Frutos Flores	Flavonóides-3-Oglicosídeos (ex. Rutina)	(Montagnini <i>et al.</i> 2023)
78	<i>Tabebuia spp.</i>	Casca	Ácido cumárico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
79	<i>Tabebuia spp.</i>	Casca	Ácido ferúlico	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
80	<i>Tabebuia spp.</i>	Casca	O-Coumaroil-harpagida	(Santos <i>et al.</i> , 2017)

N°	Espécie de ipê	Partes da planta	Substâncias	Referência bibliográfica
81	<i>Tabebuia spp.</i>	Casca	O-Coumaroil-assistasiósido	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
82	<i>Tabebuia spp.</i>	Casca	Isômero O-cumaroil-assistasiósido	(Santos <i>et al.</i> , 2017)
83	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	Di-O-hexoside	(Malange <i>et al.</i> 2019)
84	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	Catalpol	(Malange <i>et al.</i> 2019)
85	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	O-pentosil-hexosil 3,4-dimetoxifenol	(Malange <i>et al.</i> 2019)
86	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	Especiósido	(Malange <i>et al.</i> 2019)
87	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	O-Coumaroil-harpagideo	(Malange <i>et al.</i> 2019)
88	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	Verminosídeo	(Malange <i>et al.</i> 2019)
89	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	O-Veratroilcatalpol	(Malange <i>et al.</i> 2019)
90	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	Minecosídeo	(Malange <i>et al.</i> 2019)
91	<i>Tabebuia aurea</i>	Cascas	Tetra-O-hexoside	(Malange <i>et al.</i> 2019)
92	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Casca	Icariside E4	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)
93	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Folhas	Ácido cafeico	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)
94	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Folhas	Ácido clorogênico	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)
95	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Folhas	Estigmasterol	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)
96	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Folhas	Rutina	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)
97	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Folhas	Sitosterol	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)
98	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Folhas	α -amirinas	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)
99	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Folhas	β -amirinas	(Ferraz-Filha <i>et al.</i> , 2016)

◦ Ipê-roxo

A espécie *Hamdrounthus limpetiginosus* é bastante promissora em termos de suas propriedades farmacológicas. De acordo com a literatura, através de métodos *in silico*, foi possível evidenciar atividades antineoplásicas, antiparasitárias, anti-inflamatórias e cicatriciais. Sendo, o composto β -lapachona um dos principais responsáveis por conferir propriedades terapêuticas ao ipê roxo (Coelho, Melo; Borges, 2023).

Estudos demonstram também que extratos de diferentes partes de ipê-roxo mostram a presença de compostos pertencentes à classe das naftoquinonas, assim

como de outros componentes químicos, que evidentemente são agentes responsáveis por sua atividade frente a *Leishmania amazonensis* (Mariano *et al.*, 2022).

Além das classes das quinonas, outras classes de metabólitos foram listadas na literatura, com destaque para os glicosídeos iridoides, derivados do ácido benzóico, furanonaftoquinonas, hidroxiantraquinonas, ácidos graxos, triterpenoides e compostos fenólicos (Montagnini *et al.*, 2023), conforme pode ser observado na Tabela 1.

Na literatura, foi encontrado um estudo a respeito dos constituintes anti-inflamatórios e fitoterápicos presentes em algumas plantas, bem como os mecanismos de ação. Nesse sentido, 34 espécies de plantas medicinais foram estudadas. Dentre essas espécies, foi possível identificar constituintes anti-inflamatórios no ipê-roxo, através da modulação e síntese do ácido nítrico e prostaglandinas, por meio da antraquinona e, dessa forma, foi observado a inibição da 5-Lipoxigenase, pelo composto fenólico denominado lapachol (Umoh *et al.*, 2019).

◦ **Ipê-branco**

Os compostos como rutina, ácido cafeico, estigmasterol, sitosterol, α e β -amirinas foram identificados no extrato etanólico de folhas de *T. rosealba*, sendo esses passíveis de serem relacionados com atividades antioxidantes. Além disso, o extrato etanólico de ipê-branco mostrou ser um agente antiinflamatório e hiperuricêmico, se tornando um candidato para tratamentos de inflamação, hiperuricemia e gota (Ferraz-Filha *et al.*, 2016).

Segundo do Prado *et al.* (2020), o extrato etanólicos de do ipê-branco apresenta diversos grupos de compostos, em especial alcaloides, flavonoides, taninos condensados e compostos aromáticos e alifáticos. Além disso, nesse mesmo estudo, esse extrato se mostrou ter ação fungicida, sendo um potencial para novos produtos. Já o extrato etanólico do caule de *T. rosealba* mostrou atividade antimicrobiana, possivelmente por conta da diversa classe de metabólitos presente em seu extrato (Silva *et al.*, 2017).

Em estudo realizado por dos Santos *et al.* (2017), revelou-se a diferença entre os compostos e a capacidade de armazenamento de metabólitos secundários entre os gêneros *Tabebuia* e *Handroanthus*. O gênero *Tabebuia*

apresentou maior capacidade de armazenamento de glicosídeos iridóides ligados aos derivados fenilpropanóides (C6-C3), como: especiósido, verminósido e minecosídeo. As espécies estudadas desse gênero foram: ipê-branco, ipê-branco-do-brejo e ipê-amarelo-do-cerrado.

- **Ipê-amarelo**

Além de suas aplicações madeireiras, partes da planta são usadas na medicina popular, como a casca e entrecasca em chás diuréticos e raízes curtidas em cachaça ou vinho para tratar gripe (Barreto, 1990). Estudos científicos confirmam suas propriedades antimicrobianas, moluscicidas, antiveneno e antioxidantes, destacando seu potencial para o desenvolvimento de novos medicamentos (Macedo; Ferreira, 2004; Souza; Felfili, 2006; Borba; Macedo, 2006; Albuquerque *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007; Reis *et al.*, 2014; Santos, 2012). Um estudo sobre o potencial biológico da *Tabebuia aurea* mostrou seu perfil antibacteriano e antiedematogênico, sem citotoxicidade (Santos *et al.*, 2015).

Por meio de estudos *in vitro*, compostos como o catalpol, minecosídeo e verminosídeo evidenciaram atividades anti-inflamatórias e mecanismos de ação com relação a inibição da síntese de citocinas pró-inflamatórias, como interleucina-1 beta (IL-1 β), Fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e a inibição da expressão de COX-II (Malange *et al.*, 2019).

- **Ipê-verde**

Em estudo realizado por Ibarra e Palomino (2023), o creme com extrato etanólico de folhas do ipê-verde foram capazes de apresentar efeito cicatrizante em camundongos albinos, o percentual de cura varia conforme a dosagem, sendo que o tratamento com creme a 10% do extrato apresentou porcentagem de cura de 81%. Acredita-se que a existência de alcaloides, flavonoides e compostos fenólicos desse extrato são responsáveis por tal feito. Em outra pesquisa realizada por Huertas (2022), foi comprovada o efeito diurético do extrato hidroalcolico das folhas de *C. antisiphilitica* em ratos albinos, sendo a diurese positiva para tratar diversos tipos de doenças, nesse mesmo estudo foi identificado a presença de fenólicos, flavonoides e alcaloides.

Os compostos indirubina e indigotina foram identificados em têxteis Paracas de 2.000 anos, pertencente à cultura pré-hispânica. Esta civilização utilizava de fontes vegetais, técnicas e receitas para dar pigmento em suas vestimentas, e os autores correlacionaram a fonte de tingimento com os componentes inorgânicos presentes no extrato de têxteis. Esses compostos podem ser encontrados em outros vegetais para obtenção da coloração azul, mas na região peruano as espécies mais usadas para isso são a *Indigofera suffruticosa* e *Cyrtanthus antisyphilitica*. Por esse motivo o *C. antisyphilitica* está descrito como possivelmente para esses compostos, apenas por esse resultado não se pode ter certeza, mas certamente o ipê-verde é um candidato para essas amostras testes azuis de Paracas (Sabatini *et al.*, 2020; Puglieri; Maccarelli, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferentes espécies de ipê surgem como patrimônio natural e de grande importância econômica e paisagística para o Brasil. No que tange seu potencial farmacológico, todas as espécies relatadas, no presente estudo, apresentam-se como fontes inesgotáveis de compostos bioativos em suas cascas, folhas e flores. Sendo assim, essas espécies podem ser usadas para tratamento e prevenção de diversas doenças, além de serem candidatas promissoras para o desenvolvimento de medicamentos.

Diante da sua vasta aplicabilidade, a utilização dessas espécies no setor madeireiro, surge como mais um fator atraente, do ponto de vista econômico. Logo, a preservação dessas espécies são fatores indispensáveis para a preservação da biodiversidade, sobretudo, no bioma Cerrado.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG-Campus Bambuí), à Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (bolsa de produtividade em pesquisa (132217/2023-6, de mestrado - GM), (bolsa de produtividade em

pesquisa (307787/2022-2, de iniciação científica), Rural Sustentável do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) e ao Grupo de Ensino de Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia (GEPEFQ) por esse suporte.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P. de. *et al.* Medicinal plants of the Caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, n. 3, p. 325-354, 2007.

ALVES, G. A. R. **Aspectos ecofisiológicos, bioquímicos e crescimento de plantas jovens de ipê-amarelo** (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson) em condições de déficit hídrico e alagamento Belém. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal rural da Amazônia.

ANTONELLI, A.; SANMARTÍN, I. Por que existem tantas espécies de plantas nos neotrópicos? **Taxon**, p. 403-414, 2011.

ARAÚJO, E. L.; ALENCAR, J. R. B.; NETO P. J. R. Lapachol: segurança e eficácia na terapêutica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, p. 57-59, 2002.

BARBOSA-FILHO, J. M. *et al.* Botanical study, phytochemistry and antimicrobial activity of *Tabebuia aurea*. **Phyton**, Buenos Aires, v. 73, p. 221-228, 2004.

BITTENCOURT, N. S. *et al.* The reproductive biology of *Cybistax antisiphilitica* (Bignoniaceae), a characteristic tree of the South American savannah-like "Cerrado" vegetation. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 206, n. 10, p. 872-886, 2011.

BORBA, A. M.; MACEDO, M. Medicinal plants used for oral health in the Santa Cruz neighborhood, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso State, Brazil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 20, n. 4, p. 771-782, 2006.

BRITO, M. C. A. *et al.* Bioprospection of *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore: chemical, biological and toxicity studies. **Preprint**, v. 1, p. 26, 2020.

CARTELO, *et al.* A Molecular Networking Strategy: High-Throughput Screening and Chemical Analysis of Brazilian Cerrado Plant Extracts against Cancer. **Cells**, 2021.

CASTELLANO, J. M.; RAMOS-ROMERO, S.; PERONA, J. S. Oleanolic acid: Extraction, characterization and biological activity. **Nutrients**, v. 14, n. 3, p. 1-29, 2022.

COELHO, E. C. F.; MELO, A. B. F. de; BORGES, L. L. Avaliação do espectro de bioatividade das estruturas encontradas na *Tabebuia avellanedae* empregando ferramentas in silico. **Revista Brasileira Militar de Ciências**, v. 9, n. 23, 2023.

DELA CRUZ, M. G. **Plantas medicinais de Mato Grosso**: a farmacopéia popular dos raizeiros. Cuiabá: Carlini; Caniato, 2008.

- FERRAZ-FILHA, Z. S. *et al.* Effects of the aqueous extract from *Tabebuia roseoalba* and phenolic acids on hyperuricemia and inflammation. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, p. 10, 2017.
- FERRAZ-FILHA, Z. S. *et al.* *Tabebuia roseoalba*: in vivo hypouricemic and anti-inflammatory effects of its ethanolic extract and constituents. **Planta Médica**, v. 82, n. 16, p. 1395-1402, 2016.
- FERREIRA, L. *et al.* Ipê-amarelo: *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia, Manaus**, v. 5, 2004.
- FERREIRA-JÚNIOR, J.C. *et al.* Isolation of a dihydrobenzofuran lignan, icariside E4, with an antinociceptive effect from *Tabebuia roseo-alba* (Ridley) Sandwith (Bignoniaceae) bark. **Archives of Pharmacal Research**. v. 38, p. 950-956, 2015.
- FERRO, E. C. F. C.; FERRO, E. C. F.; BORGES, L. L. Avaliação do espectro de bioatividade das estruturas encontradas na *Tabebuia avellanedae* empregando ferramentas in silico. **Revista Brasileira Militar de Ciências**, v. 9, n. 23, 2023.
- FORLIN, T. *et al.* Initial growth crown cover of cerrado species from different successional groups. **Ciência e Natura**, v. 42, p. 1-17, 2020.
- FRANCOSO, R. D. **Padrões biogeográficos e composição das comunidades arbóreas do Cerrado brasileiro**. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- FREITAS, F. M. de. **Respostas ecofisiológicas de *Cybistax antispyhilitica* Mart. (Ipê verde) em função das alterações na intensidade de luz**. 37 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- FURTADO FILHO, J. C. *et al.* Comparação de métodos de isolamento do DNA em *Handroanthus serratifolius*. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 7, n. 4, p. 35765-35779, 2021.
- GUILHERME, F. A. G. *et al.* Phenology of *Cybistax antispyhilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae) in urban area of the municipality of Jataí, state of Goiás, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 138-147, 2011.
- HINSSAIN, H.; GREEN, I. R. Lapachol and lapachone analogs: a journey of two decades of patent research (1997-2016). **Expert Opinion Therap Patents**, 27(10), p. 1111-1121, 2017.
- HUERTAS, J. L. C. **Efecto diurético del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Cybistax antispyhilitica* (Mart) Mart. "Llangua" en ratas albinas**, 2022.
- HUSSAIN H, G. I. R. Lapachol and lapachone analogs: a journey of two decades of patent research (1997-2016). **Expert Opinion Therap Patents**, 27(10), p. 1111-1121, 2017.
- IBARRA, D. D. R.; PALOMINO, Y. F. M. **Efecto cicatrizante de la crema elaborada con extracto etanólico de las hojas de *Cybistax antispyhilitica* (Mart.) Mart. "LLangua" en ratones albinos**. 2023
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS (IBF). **Espécies de ipê**: conheça todos os tipos e cores. Paraná: IBF, 2022.
- LOHMANN, L. G. Bignoniaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro 2014. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>.
- LOHMANN, L. G. *Cybistax*. In: **Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020f. Disponível em: <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB114028>>.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, ed. 6, v. 1, 2014.

LOHMANN, L. G. *Tabebuia*. In: **Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020a. Disponível em: <<https://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/FB114338>>.

LOHMANN, L. G. *Tabebuia*. In: **Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020b. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114314>>.

LOHMANN, L. G. *Tabebuia*. In: **Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020c. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114293>>.

LOHMANN, L. G. *Tabebuia*. In: **Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020e. Disponível em: <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB114257>>.

LOHMANN, L. G. *Zeyheria*. In: **Flora do Brasil** 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020d. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114468>>. Acesso em: 8 fev. 2024.

MACEDO, M. F. A. R. Plantas medicinais usadas para tratamentos dermatológicos, em comunidades da Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 14, p. 40-44, 2004.

MACHADO, A. I. M. R.; ROMERO, R. Bignoniaceae from mountains of Capitólio and Delfinópolis municipalities, Minas Gerais State. **Rodriguesia**, v. 65, n. 4, p. 1003-1021, 1º out. 2014.

MAESTROVIRTUALE (s.d.). Bioregião Neotropical (Neotrópica): **Clima, Vegetação, Fauna**. Disponível em: <<https://maestrovirtuale.com/bioregiao-neotropical-neotropica-clima-vegetacao-fauna/>>. Acesso em: 31 jan. 2024.

MAHMOUD, B. K. *et al.* Metabolomic profiling and biological investigation of *Tabebuia Aurea* (Silva Manso) leaves, family Bignoniaceae, **Natural Product Research**, v. 35, issue 22, p. 4632-4637, 2021.

MALANGE, K. F. *et al.* *Tabebuia aurea* decreases hyperalgesia and neuronal injury induced by snake venom. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 233, p. 131-140, 2019.

MARIANO, R. L. *et al.* Antileishmanial Activity and Chemical Composition of Hydroalcoholic Extracts from Different Parts of *Handroanthus impetiginosus* (Ipê-Roxo). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 32, n. 5, p. 851-857, 2022.

MARQUES, A. C. dos S.; PAULA, V. H. O. de; GRIZIO-ORITA, E. V. Infestação por erva de passarinho nos ipês do *campus* da Universidade Estadual de Londrina (UEL). **Geosul**, v. 37, n. 83, p. 297-312, 2022.

MENDES, F. H.; OLIVEIRA, R. L. Z. de Percepção da arborização urbana por estudantes de marketing. **South American Development Society Journal**, v. 5, n. 14, p. 189, 2019.

MONTAGNINI, D. L. *et al.* The schistosomicidal activity of ethanolic extracts from branches, leaves, flowers and fruits of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae) plant and metabolic profile characterization by UPLC-ESI-QTOF analysis. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e275824, 2023.

MORAES NETO, S. P. de. **Particularidades biológicas de espécies de ipês de ocorrência no Cerrado Brasileiro**. 2021.

MORAES NETO, S. P. de. Particularidades biológicas de espécies de ipês de ocorrência no Cerrado Brasileiro. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, p. 86, 2021.

- NARVÁEZ-GÓMEZ, J. P. *et al.* Biogeografia neotropical: história e conceitos. Botânica no inverno 2018. **Organizadores Laboratório de Algas Marinhas**, p. 145, 2018.
- NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, v. 2, n.2, 2020.
- NOCCHI, S. R. *et al.* Pharmacological properties of specioside from the stem bark of *Tabebuia aurea*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 30, p. 118-122, 2020.
- OLIVEIRA FELIPE, M. E. de; GRIS, E. F.; MARTINS, P. M. Caracterização química e físico-química de extratos aquosos e hidroetanólicos de entrecascas e cerne de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* Mart. Ex DC. Mattos - Bignoniaceae). **Revista Fitos**, 2023.
- OLIVEIRA, F. L. Z. de *et al.* Resistência das madeiras de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cássia (*Senna siamea*) e ipê (*Tabebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, v. 9, p. 135-144, 2023.
- OLIVEIRA, I. K. de S. *et al.* Regeneração natural abaixo da copa de árvores dispersas em pastagens no P. A. Belo Horizonte I, São Domingos do Araguaia-PA. **Revista Agroecossistemas**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 23-31, 2013.
- OLMSTEAD, R. G. *et al.* A molecular phylogeny and classification of Bignoniaceae. **American Journal of Botany**, 96(10), p. 1731-1743, 2009.
- ORTOLANI, F. Ap. *et al.* Morfo-anatomia de plântulas e número cromossômico de *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.(Bignoniaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 345-353, 2008.
- PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência das madeiras de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cássia (*Senna siamea*) e ipê (*Tabebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, v. 9, p. 135-144, 2023.
- PARCIANELLO, C. F. *et al.* Morfologia do sistema radicular de ipê-roxo cultivado em solo submetido à aplicação de fósforo em região de clima subtropical. **Agronomia**, v. 11, n. 8, pág. 1563, 2021.
- PAULA, V. H. O. de; MARQUES, A. C. S.; GRIZIO-ORITA, E. V. Infestação por erva de passarinho nos ipês do campus da Universidade Estadual de Londrina (UEL). **Geosul**, v. 37, n. 83, p. 297-312, 2022.
- PEREIRA, B. A. da S. Flora arbórea do Cerrado: algumas propostas de utilização das suas espécies. In: SILVA, José Carlos da; SILVA, Arejacy Antônio Sobral; ASSIS, Rafael Tadeu de (Orgs.). **Sustentabilidade e Inovações no Campo**, p. 57-84, 2013
- PEREIRA, B. A. da Silva Flora arbórea do Cerrado: algumas propostas de utilização das suas espécies. **Sustentabilidade e inovações no campo**, p. 57, 2013.
- PRADO, J. M. do. A. *et al.* Prospecção fitoquímica e atividade antifúngica de extratos florais de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith e *Jacaranda cuspidifolia* Mart. **Nativa**, v. 10, n. 4, p. 554-558, 2022.
- PUGLIERI, T. S.; MACCARELLI, L. Paint and Coloring Materials from the Brazilian Amazon Forest: Beyond Urucum and Jenipapo. **Heritage**, v. 6, n. 8, p. 5883-5898, 2023.
- RAMOS, M. P. P. *et al.* Computer-aided identification of chemical constituents isolated from *Cybistax antisyphilitica*. **Internet Electronic Journal of Molecular Design**, v. 4, n. 2, p. 173-180, 2005.
- RASHED, K. Beta-sitosterol medicinal properties: A review article. **J. Sci. Innov. Technol**, v. 9, p. 208-212, 2020.

REFLORA. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://reflora.jbrj.gov.br/>>.

REIS, F. P. *et al.* *Tabebuia aurea* decreases inflammatory, myotoxic and hemorrhagic activities induced by the venom of *Bothrops neuwiedi*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 158, p. 352-357, 2014.

RIBEIRO, J. F. *et al.* **Guia de plantas do Cerrado para recomposição da vegetação nativa**. Brasília: Embrapa, p. 832, 2022.

ROCHA, A. *et al.* Caracterização da variabilidade climática em Diamantino/MT-Brasil no período de 1987 a 2017. **Enciclopédia Biosfera**, 15(27), 2018.

SABATINI, F. *et al.* Revealing the organic dye and mordant composition of Paracas textiles by a combined analytical approach. **Heritage Science**, v. 8, p. 1-17, 2020.

SABINO, M. *et al.* Crescimento inicial de ipê-amarelo amazônico e de Cerrado cultivados sob diferentes intensidades de sombreamento e comprimento espectral de onda. **Interciência**, v. 45, n. 4, p. 183-191, 2020.

SANTOS, K. F. dos. **Avaliação das atividades antioxidante e alelopática de *Tabebuia aurea* (Manso) b; h e *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás, 2012.

SANTOS, M. F. *et al.* *Trichoderma* spp. on treatment of *Handroanthus serratifolius* seeds: effect on seedling germination and development. **Heliyon**, v. 6, n. 6, p. e04044, 2020.

SANTOS, R. F. E. P. *et al.* Avaliação do potencial biológico da *Tabebuia aurea* (Silva Manso) como fonte de moléculas bioativas para atividade antimicrobiana, antiedematogênica e antirradicalar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 1159-1168, 2015.

SANTOS, V. S. dos *et al.* Metabolomics as a tool for understanding the evolution of *Tabebuia* sensu lato. **Metabolomics**, v. 13, p. 1-11, 2017.

SAUINI, T. *et al.* Participatory methods on the recording of traditional knowledge about medicinal plants in Atlantic forest, Ubatuba, São Paulo, Brazil. **PLoS One**, v. 15, n. 5, p. 18, 2020.

SCUDELLER, V.V. Bignoniaceae Juss. no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia, serie botânica**, v. 59, p. 59-73, 2004.

SILVA, J. C. da. *et al.* Evaluation of the Cytotoxic, Antimicrobial and Antioxidant Activity of the Plant Species *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 9, n. 4, p. 148-153, 2017.

SILVA, T. M. S. *et al.* Molluscicidal activities of six species of Bignoniaceae from north-eastern Brazil, as measured against *Biomphalaria glabrata* under laboratory conditions. *Annals of Tropical Medicine; Parasitology*, v. 101, n. 4, p. 359-365, 2007.

SOUZA, C. D. de; FELFILI, J. M. The utilization of medicinal plants in the region of Alto Paraíso of Goiás, GO, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 135-142, 2006.

SOUZA, N. dos S.; SILVA, A. J. F. da; BALDIN, T. Qualidade da madeira e carvão vegetal de *T. aurea* provenientes de cidades de Minas Gerais. **Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.

SOUZA, N. S. de; SILVA, A. J. F. da; BALDIN, T. Qualidade da madeira e carvão vegetal de *T. aurea* provenientes de cidades de Minas Gerais. **Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.

TEIXEIRA, J. N. Análise de propriedades físico-mecânicas de madeiras utilizada na construção civil no sul de Minas Gerais. **Revista Científica Pro Homine**, v. 2, n. 1, p. 3-16, 2020.

TORMENA, R. P. I. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de nanopartículas de prata obtidas por síntese verde assistida por micro-ondas utilizando extrato de casca de *Handroanthus impetiginosus* (*Mart. ex DC.*) Mattos. **RSC Avança**, v. 35, p. 20676-20681, 2020.

VENTUROLI, F. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 143-151, 2013.

ZUNTINI, A. R.; LOHMANN, L. G. *Tabebuia aurea*. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Centro-Oeste. Brasília: MMA, cap. 5, p. 1064-1070, 2018a.

ZUNTINI, A. R.; LOHMANN, L. G. *Tabebuia roseoalba* In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Centro-Oeste. Brasília: MMA, 2018b. cap. 5, p. 1071-1077.

PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSE* E *CARYOCAR CORIACEUM*): IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA, PRINCIPAIS FITOQUÍMICOS E PROPRIEDADES BIOATIVAS

Lucas Silveira Garcia

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Alisson Luiz Felix da Cunha

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Bárbara Almeida Costa

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Gabriella Roberta Silva Oliveira

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Henrique de Oliveira Prata Mendonça

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Gabriel Dias dos Reis

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Viviane Dias Medeiros Silva

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Vinícius Tadeu da Veiga Correia

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMT)

Luísa Del Carmen Barrett Reina

Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Júlio Onésio Ferreira Melo

Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

RESUMO

Os biomas brasileiros Cerrado e Caatinga compartilham algumas similaridades, como possuírem clima semiárido e rica biodiversidade animal e vegetal. Plantas da família Caryocaraceae existem nos dois biomas, como o pequi, o fruto das espécies *Caryocar brasiliense* e *Caryocar coriaceum*, que pertencem ao Cerrado e a Caatinga, respectivamente. Seus frutos, o pequi, asseguram à população segurança alimentar e nutricional, geração de renda, aumento da diversidade alimentar e incentivo ao consumo, à conservação e recuperação desses biomas. Além disso, o pequi integra a tradição e a cultura da população local, sendo considerado patrimônio cultural sertanejo. Atualmente, tem-se evidenciado a composição fitoquímica e as propriedades bioativas benéficas à saúde, desses frutos, tornando-os matérias-primas para diversos segmentos das indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética.

Palavras-chave: Caatinga, Cerrado, Semiárido, Compostos Bioativos.

INTRODUÇÃO

O termo “Neotrópico”, derivado do grego “neos” (“novo”), refere-se à região tropical do continente americano, conhecida como “Novo Mundo”. Essa ecozona estende-se do México central até o sul do Brasil, englobando América Central, ilhas do Caribe e a maior parte da América do Sul (Antonelli; Sanmartin, 2011). Inicialmente conectada à África, a América do Sul separou-se durante o Cretáceo, explicando as semelhanças dos seus biomas com os das regiões africanas, como Caatinga e Cerrado (Narváez-Gómez *et al.*, 2018).

Os biomas Cerrado e Caatinga, ambos presentes no Brasil, compartilham algumas similaridades. Eles são caracterizados por uma extrema biodiversidade animal e vegetal, apesar de serem pouco conhecidos, especialmente a Caatinga. Ambos também possuem um enorme potencial para a descoberta de novos produtos naturais. São biomas de clima seco ou semiárido, com vegetação raquítica e, frequentemente, são considerados pobres em biodiversidade e/ou potencial econômico (Figueiredo *et al.*, 2021). Algumas espécies de árvores frutíferas, que compõem a flora do Cerrado e da Caatinga, são exploradas economicamente por povos locais, dentre elas, duas espécies conhecidas vulgarmente como pequi: *Caryocar brasiliense* e *Caryocar coriaceum* (Pereira, 2013). A *C. brasiliense* é nativa do Cerrado (Santos *et al.*, 2022) enquanto a *C. coriaceum* é encontrada principalmente na Caatinga (Almeida-Bezerra *et al.*, 2022). Essas duas espécies apresentam grande importância para as populações das regiões onde estão inseridas. Além disso, seus frutos, conhecidos pelas denominações pequi, piqui e piquiá, contêm compostos bioativos, que lhe conferem funcionalidade e vários benefícios à saúde (Torres *et al.*, 2018). Desta forma, o pequi pode ser utilizado pelas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética e para a extração de seu óleo (Batista; Sousa, 2019).

IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

Os frutos do Cerrado e da Caatinga constituem uma base de recurso agroalimentar que, quando manejados de forma sustentável perpetuam um ciclo de geração de renda para muitas famílias, contribuindo para o desenvolvimento local e regional (Pozo, 1997). A diversidade substancial de espécies, incluindo o

pequi, serve como base de sobrevivência cultural e material de habitantes de comunidades rurais e povos tradicionais (Medeiros, 2011; Pereira, 2013). Os frutos do pequizeiro asseguram à população segurança alimentar e nutricional, geração de renda (direta e indireta), aumento da diversidade alimentar e incentivo à conservação e recuperação do Cerrado e da Caatinga. A importância socioeconômica do pequi é evidenciada a partir do conjunto das atividades de produção e processamento do fruto. A coleta, o transporte, o beneficiamento e a comercialização do fruto "*in natura*" e dos produtos derivados movimentam sistemas econômicos populares e promove grupos sociais (Medaets *et al.*, 2006). As cooperativas também têm expandido a oferta de produtos derivados do pequi no mercado local, regional e nacional, a partir da comercialização e do processamento do fruto por pequenas indústrias de óleos, licor, doces e sabão (Pozo, 1997). Na região Norte de Minas Gerais, por exemplo, o extrativismo do pequi é uma fonte de renda para centenas de famílias habitantes de várias comunidades rurais que compõem esse território, sendo considerada a principal fonte de renda anual. A atividade de coleta e comercialização do fruto se destaca como um símbolo da cultura local (Fonseca *et al.*, 2017).

Além de garantir a realização dos serviços ecossistêmicos e contribuir com a economia de várias regiões do Cerrado, o pequi também integra a tradição e a cultura da população rural, desempenhando grande papel na vida cultural e simbólica de toda a população sertaneja. Devido à sua relevância material e simbólica, o pequi e o pequizeiro podem ser considerados patrimônios culturais sertanejos (Silva; Tubaldini, 2014). Em algumas regiões do país, o pequi encontra-se nas músicas, poesias, lendas, histórias, arte e no artesanato regional (Silva; Tubaldini, 2014).

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DA FAMÍLIA CARYOCARACEAE

A família Caryocaraceae é encontrada na região neotropical, da Costa Rica ao Brasil, incluindo os biomas da Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado e Caatinga. As árvores predominam na família, com folhas alternadas ou opostas, flores bissexuais e frutos em forma de drupas com mesocarpo carnoso e oleaginoso. A família é composta por dois gêneros (*Anthodiscus* e *Caryocar*), totalizando 16 espécies (Tabela 1). Entre elas, destacam-se *C. brasiliense*

e *C. coriaceum*, devido aos muitos usos de seus frutos conhecidos popularmente como pequi. As sementes geralmente têm endosperma fino ou nulo e embrião com dois cotilédones. Enquanto o gênero *Caryocar* é estudado por suas propriedades biológicas e madeira, *Anthodiscus* é utilizado principalmente como fonte para a produção de madeira (Ascari *et al.*, 2013; Prance *et al.*, 2020).

Tabela 1 - Espécies pertencentes à família da Caryocaraceae.

Espécies da família Caryocaraceae	
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	<i>Caryocar montanum</i> Prance
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	<i>Caryocar nuciferum</i> L.
<i>Caryocar cuneatum</i> Wittm.	<i>Caryocar pallidum</i> A.C.Sm.
<i>Caryocar dentatum</i> Gleason	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.
<i>Caryocar edule</i> Casar.	<i>Anthodiscus amazonicus</i> Gleason & A.C.Sm.
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill
<i>Caryocar gracile</i> Wittm.	<i>Anthodiscus mazarunensis</i> Gilly
<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	<i>Anthodiscus obovatus</i> Benth. ex Wittm

Fonte: Autores (2024).

O termo “pequi” tem suas raízes na língua Tupi, onde “py” significa casca e “qui” significa espinho, referindo-se aos espinhos presentes no endocarpo do fruto. O pequizeiro é abundante no Cerrado e na Caatinga, e seus frutos são notáveis por suas características únicas de cor, aroma e sabor (Souza *et al.*, 2007). Esta árvore desempenha um papel significativo na alimentação das comunidades rurais, ganhando cada vez mais destaque nos cardápios de restaurantes que fornecem comidas típicas da região (Almeida; Silva, 1994).

***Caryocar brasiliense* Cambess**

A espécie *Caryocar brasiliense* é uma árvore que alcança uma altura entre oito e doze metros. Seu tronco tem uma circunferência de dois a três metros, com uma casca áspera, rugosa, de coloração cinza escura e fissurada. Apresenta também flores branco-amareladas. Os galhos são longos, espessos e levemente inclinados. As folhas são compostas, trifoliadas, opostas, com limbo oval, verdes e brilhantes, sem pelos ou glândulas, e as laterais podem ser

serrilhadas. A base é aguda e obtusa no folíolo central, enquanto nos folíolos laterais é desigual (Carvalho *et al.*, 2015) (Figura 1).

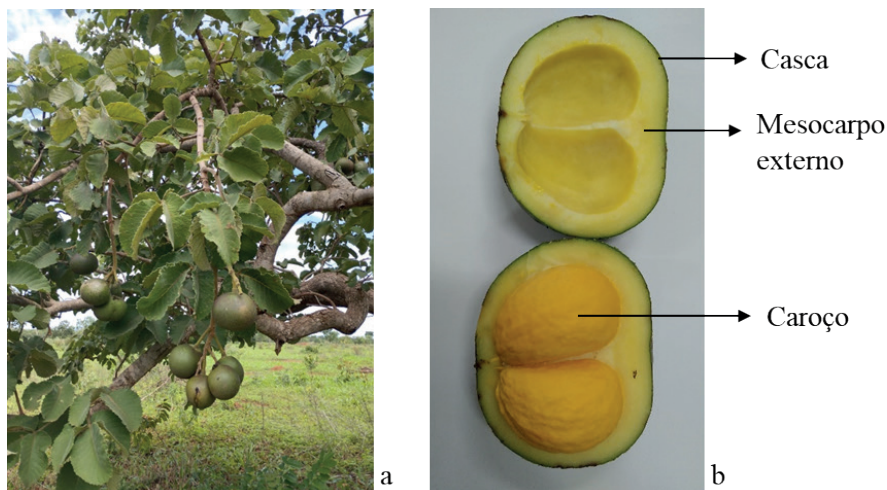
Figura 1 - Pequizeiro (a) e flores (b) da espécie *Caryocar brasiliense*.



Fonte: Autores, 2024.

Os frutos, tanto jovens quanto maduros, apresentam uma coloração verde e, geralmente, contêm de um até quatro caroços (ou pirênio) por fruto (Almeida; Silva, 1994) (Figura 2). Cada caroço abriga uma semente e possui numerosos espinhos, sendo necessário ter cuidado ao consumir o fruto (Ramos *et al.*, 2001). Quando maduro, o fruto emana um aroma característico (Almeida; Silva, 1994). A massa que envolve as sementes dos frutos (mesocarpo interno) é de cor amarela, tem uma consistência pastosa, textura farinácea e é rica em óleo. Dessa substância, é obtido um óleo conhecido como azeite de pequi, utilizado como tempero em diversos pratos tradicionais de diversas regiões (Ramos *et al.*, 2001).

Figura 2 - Frutos do pequizeiro (a) e fruto cortado com as partes identificadas (b) da espécie *Caryocar brasiliense*.



Fonte: Autores, 2024.

De acordo com o estudo realizado por Garcia *et al.* (2017) na região da cidade de Sete Lagoas, Minas Gerais, a média de massa dos frutos de pequi encontrada foi de 187,51 gramas, permanecendo dentro do padrão esperado para essa espécie. Aproximadamente 11% do peso total dos frutos corresponde à massa de cada pirênio. Os pirênios possuem volumes que podem variar de 11,23 mL a 156,19 mL, com média de 28,43 mL. Além disso, o rendimento médio da polpa do fruto para a região em estudo foi de 14,47%, em relação ao peso total do fruto.

Caryocar brasiliense é uma espécie hermafrodita com um sistema reprodutivo que envolve polinização cruzada, tornando-a autógama. Morcegos, principalmente *Glossophaga soricina* e *Anoura geoffroyi*, desempenham um papel fundamental como vetores de polinização. As flores se abrem à noite, secretando néctar abundantemente, e os estames se distendem antes dos estiletes para evitar a autofertilização. Apesar disso, o pequizeiro pode apresentar autopolinização, sendo visitado por abelhas do gênero *Trigona*. A floração ocorre de junho a outubro no Distrito Federal, de setembro a novembro em Minas Gerais, e de setembro a dezembro em Mato Grosso do Sul e São Paulo. A frutificação vai de outubro a janeiro no Distrito Federal, de outubro a fevereiro em Mato Grosso do Sul, e de dezembro a maio em São Paulo. A dispersão dos frutos e

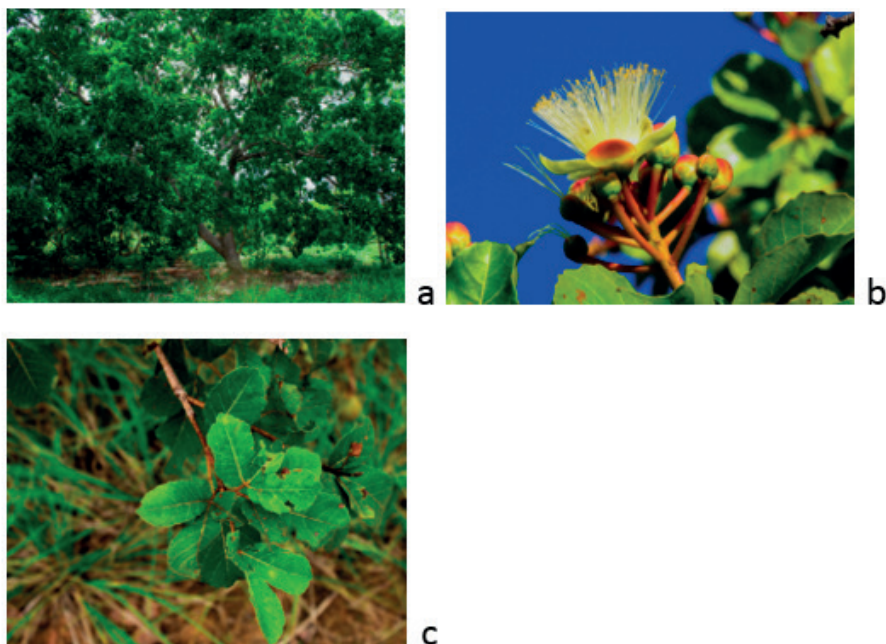
sementes é zoocórica, realizada principalmente pelo gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) e pela gralha-do-cerrado (*Cyanocorax cristatellus*), sendo os frutos avidamente predados pela fauna (Carvalho, 2009).

A *Caryocar brasiliense* é encontrada no Cerrado, assim como em transições para a Floresta Amazônica e para a Caatinga (Antunes, 2006). Essa espécie nativa do Brasil está presente nas regiões Norte (Pará e Tocantins), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais e São Paulo) e Sul (Paraná) (Costa *et al.*, 2011). Além disso, sua distribuição geográfica não se restringe ao território brasileiro, abrangendo também a Bolívia e o Paraguai, como indicado por Carvalho (2009). A legislação vigente (Portaria nº 54, de 1987 - IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) protege a árvore, proibindo seu corte e comercialização em todo o território nacional (Brasil, 1987). Nesse contexto, é relevante destacar que o cultivo do pequi não apenas é sustentável, mas também contribui para a captura de carbono da atmosfera, sendo reconhecido como uma prática de reposição florestal aceita pelos órgãos competentes. Isso resulta na redução dos impactos ambientais. Recomenda-se, portanto, incorporar o plantio do pequi em sistemas agroflorestais, junto a outras espécies, buscando uma conciliação entre os interesses ambientais e econômicos (Souza; Salviano, 2002).

***Caryocar coriaceum* Wittm**

O *Caryocar coriaceum* Wittm. é encontrado principalmente na região da Caatinga, nos estados da Bahia, Goiás, Piauí, Ceará e Pernambuco (Lorenzi, 1992) (Figura 3). Esta espécie foi documentada pela primeira vez nesta área e publicada na Flora Brasiliensis em 1886 pelo botânico *Ludwig Wittmack* (1839–1929). Os primeiros registros sobre o uso dessa espécie remontam ao século XIX (Gardner, 1849; Santana, 2014).

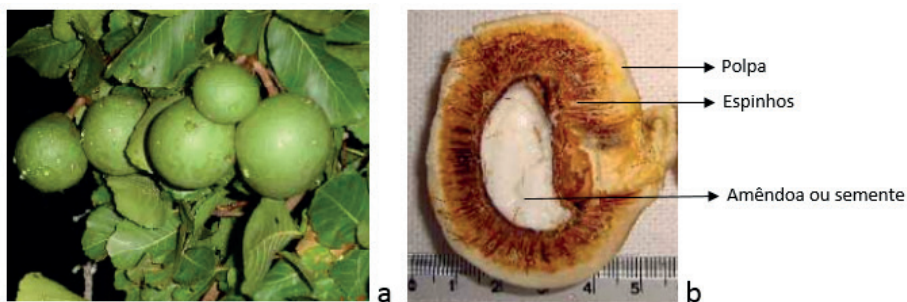
Figura 3 - Pequizeiro (a), flores e botões florais (b) e folhas (c) da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm.



Fonte: Almeida-Bezerra *et al.* (2022).

Essa espécie possui frutos ovoides, com polpa carnosa (Figura 4). Esse fruto é considerado mais desenvolvido em comparação com os outros. Neste caso, a casca do pequi apresenta duas camadas distintas: a camada externa, de cor verde escura, correspondente a cerca de 3,85% da massa total do fruto de 187 g, enquanto a camada interna, de cor verde clara, representa aproximadamente 30,77% da mesma massa. A polpa possui cor amarelada e odor característico, tem espessura média de cerca de 38,46%. Ela envolve uma camada lenhosa denominado endocarpo, coberto por espinhos. Este endocarpo apresenta coloração castanho escuro por fora e metálico por dentro, com aproximadamente 7,69% de espessura em relação ao peso total do fruto (Silva; Medeiros-Filho, 2006). Um único pequizeiro é capaz de produzir entre 500 e 2.000 frutos. Geralmente, cada fruto contém de um a quatro caroços, dependendo do número de ovários fertilizados e desenvolvidos (Almeida-Bezerra *et al.*, 2022).

Figura 4 - Frutos do pequizeiro (a) e caroço com polpa cortado longitudinalmente com partes identificadas (b) da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm.



Fonte: Oliveira (2009).

O *Caryocar coriaceum* Wittm é utilizado na medicina popular para o tratamento de inflamações e gripes. Seu óleo é utilizado em lambedores e massagens, enquanto suas flores são utilizadas na produção de chás. Estudos mostraram que o óleo e extratos das folhas possuem propriedades anti-inflamatórias, leishmanicidas, antioxidantes e moduladoras de antibióticos, além de atividade anticonvulsivante, gastroprotetora e cardioprotetora (Fernandes, 2019). No entanto, conforme Loiola *et al.* (2015), o *Caryocar coriaceum* Wittm é a única espécie listada na *IUCN Red List of Threatened Species* em 2013 (Prado, 1998) (Prado, 1998) como “em perigo” de extinção. Isso se deve aos diversos usos atribuídos à espécie, especialmente a extração dos frutos, o que pode afetar negativamente sua dispersão.

COMPOSTOS QUÍMICOS

Os compostos fitoquímicos das plantas relatadas neste estudo são originados do seu metabolismo secundário. Essas substâncias podem ser classificadas como alcaloides, compostos fenólicos, compostos voláteis e pigmentos e, geralmente, possuem propriedades bioativas benéficas à saúde (Maldonado-Celis *et al.*, 2019). Os compostos bioativos, especialmente os fenólicos, apresentam elevada capacidade antioxidante e são associados à prevenção de doenças crônicas não transmissíveis como câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (Minekus *et al.*, 2014; Gullon *et al.*, 2015; Arrozi *et al.*, 2017).

O pericarpo de pequi contém uma variedade de compostos, incluindo ácidos orgânicos, açúcares, ácidos fenólicos, flavonoides, cumarinas e taninos, com diversos benefícios à saúde, como atividade antioxidante e propriedades anti-inflamatórias, antibacterianas, antifúngicas, antivirais e anticâncer (Chisté; Mercadante, 2012; Ferreira, 2019). Santos *et al.* (2022) identificaram 46 compostos químicos na farinha de pericarpo de *C. brasiliense*, incluindo aminoácidos, açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos. Compostos voláteis, principalmente terpenos e ésteres, também já foram identificados no pericarpo dessa espécie de pequi (Santos *et al.*, 2020).

A polpa amarela de *C. brasiliense* é rica em carotenoides, pigmentos responsáveis pela sua coloração, tais como: β -caroteno, ζ -caroteno, β -criptoxantina, licopeno, luteína, criptoflavina, anteraxantina, mutatoxantina, neoxantina, violaxantina e zeaxantina. O β -caroteno é o principal carotenoide presente na polpa e possui atividade pró-vitamina A (Geöcze *et al.*, 2021; Torres *et al.*, 2018). A semente possui um menor teor de carotenoides totais que a polpa (Torres *et al.*, 2018).

No estudo de Torres *et al.* (2018), foi relatado que a polpa de *C. brasiliense* tem maior teor de fenólicos totais que a semente e os principais fenólicos presentes nas espécies de *Caryocar* spp são os ácidos gálico e elágico. Brito *et al.* (2022) verificaram que a polpa (endocarpo, parte comestível) dessa espécie apresentou maiores valores de compostos fenólicos totais (54,69 mg de ácido gálico/100 g), de flavonoides totais (13,2 mg de quercetina/100 g) e de atividade antioxidante do que o óleo extraído da polpa de pequi. Contudo, este óleo apresentou maior teor de carotenoides e, além disso, também continha fitoesterol (campesterol, estigmasterol e β -sitosterol) e tocoferol (α -tocoferol, γ -tocoferol, δ + β -tocoferol).

O perfil de ácidos graxos das espécies *C. brasiliense* e *C. coriaceum* é semelhante. A polpa de *C. brasiliense* é rica em ácidos graxos monoinsaturados e possui alto teor de ácidos graxos saturados. Tanto a polpa quanto a semente contêm os ácidos oleico, linoleico, linolênico, palmítico, esteárico, mirístico e palmitoleico. Ressalta-se que as sementes das duas espécies de *Caryocar* spp possuem maior teor de ácido linoleico em comparação às suas polpas (Torres *et al.*, 2018).

Na polpa (mesocarpo interno e endocarpo) e sementes de *C. coriaceum* foram identificados ácidos graxos (Almeida-Bezerra *et al.*, 2022), sendo as sementes ricas em ácido oleico e ácido palmítico (Torres *et al.*, 2018). Enquanto que compostos fenólicos já foram pesquisados no mesocarpo interno, nas folhas e nas cascas desta espécie (Almeida-Bezerra *et al.*, 2022). Contudo, há pouca informação sobre os constituintes nutricionais e não nutricionais dessa espécie (Torres *et al.*, 2018).

Na Tabela 2 estão apresentados os principais compostos químicos já identificados nas duas espécies de pequi. Observa-se que os flavonoides foram a classe química com o maior número de compostos identificados no pequi, seguido dos ácidos graxos, de acordo com os artigos citados.

Tabela 2 - Principais compostos identificados na literatura para o gênero *Caryocar*.

Nº	Compostos	<i>Caryocar</i>		Referência
		<i>brasiliense</i>	<i>coriaceum</i>	
Ácidos graxos				
1	Ácido oleico	X	X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
2	Ácido palmítico	X	X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
3	Ácido linoleico	X	X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
4	Ácido linolênico	X	X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
5	Ácido esteárico	X	X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
6	Ácido palmitoleico	X	X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
7	Ácido heptadecanóico		X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
8	Ácido eicosanóico		X	Miranda <i>et al.</i> , 2019
Derivado do ácido benzóico				
9	Ácido salicílico	X		NCBI, 2023c
10	Ácido hidroxibenzílico málico (ácido eucômico)	X		Santos <i>et al.</i> , 2022
11	Ácido elágico	X	X	Teixeira <i>et al.</i> , 2022
12	Ácido gálico	X	X	Araruna <i>et al.</i> , 2013
Fenilpropanóide				
13	Ácido cafeico	X	X	NCBI, 2023a
14	Ácido siríngico	X	X	Cardoso, 2021
15	Ácido <i>p</i> -cumárico hexosídeo	X		Santos <i>et al.</i> , 2022
16	Ácido 3-O-feruloilquínico	X		Alakolanga <i>et al.</i> , 2014
17	Ácido clorogênico	X	X	Araruna <i>et al.</i> , 2013
18	Ácido <i>p</i> -cumárico	X	X	Cardoso, 2021

Nº	Compostos	<i>Caryocar</i>		Referência
		<i>brasiliense</i>	<i>coriaceum</i>	
Flavonoides				
19	Epicatequina	X		NCBI, 2023b
20	Crisoeriol	X		Santos <i>et al.</i> , 2022
21	Galocatequina	X		Fraser <i>et al.</i> , 2016
22	Rhamnetin	X		Santos <i>et al.</i> , 2022
23	Pinocembrina	X		Gobbo-Neto & Lopes, 2008
24	Formononetina	X		Santos <i>et al.</i> , 2022.
25	Luteolina	X	X	Santos <i>et al.</i> , 2022
26	Isorhamnetin	X		Santos <i>et al.</i> , 2022
27	Isovitexina	X		Teixeira <i>et al.</i> , 2022
28	Quercetina arabinosídeo	X		Santos <i>et al.</i> , 2022
29	Quercetina-pentosise	X		Teixeira <i>et al.</i> , 2022
30	Rutina	X	X	Araruna <i>et al.</i> , 2013
31	Quercetina	X	X	Araruna <i>et al.</i> , 2013
32	Catequina	X	X	Cardoso, 2021
33	Naringina	X	X	Cardoso, 2021
34	Vitexina	X	X	Cardoso, 2021
35	Sacarose	X	X	Guo <i>et al.</i> , 2017

X: Identificado.

Fonte: Autores (2024).

PROPRIEDADES BIOATIVAS

Devido à constituição fitoquímica das *Caryocar* spp, vários efeitos benéficos à saúde têm sido relatados. O alto teor de carotenoides pode reduzir a incidência de câncer e de doenças degenerativas (Batista; Sousa, 2019) e a presença dos compostos fenólicos no pequi está associada às suas propriedades anti-inflamatória e antidemência (Batista; Sousa, 2019; LEMES *et al.*, 2017). O ácido linoleico presente no pequi pode acelerar a cicatrização da pele, diminuindo a inflamação local e aumentando a síntese de colágeno no corpo (Bruno Filho *et al.*, 2021; Nascimento *et al.*, 2015). Desta forma, é sugerido o uso do óleo de *C. brasiliense* para o tratamento de feridas, anemia e leishmaniose e na prevenção de doenças crônico-degenerativas, por sua ação antioxidante e anti-inflamatória (Bruno Filho *et al.*, 2021).

Brito *et al.* (2022) verificaram que a alta concentração de flavonoides no extrato hidrofílico da polpa de *C. brasiliense* pode ter aumentado a viabilidade de células mononucleares do sangue periférico humano. Este extrato também apresentou citotoxicidade para células de câncer de mama MCF-7 e cocultura de células MN e células MCF-7, demonstrando seu potencial imunomodulador.

No artigo de revisão de Torres *et al.* (2018), são descritas as diversas propriedades bioativas para ambas as espécies. Para o *C. brasiliense* são atribuídos os efeitos antitumor, anticâncer, hepatoprotetor, antígeno tóxico, anticlastogênico, antiproliferativo, anti-inflamatório, antioxidante, antimicrobiano. Para o *C. coriaceum*, os efeitos anti-inflamatório, hipolipêmico, gastroprotetor e antibacteriano são relatados.

Ainda, os frutos do *C. brasiliense* podem ser utilizados no tratamento de tumores e de doenças respiratórias e oftálmicas, enquanto os frutos de *C. coriaceum* são popularmente utilizados para tratar artrite crônica, dores musculares, lesões de pele, doenças gástricas e inflamatórias e infecções do trato respiratório (Torres *et al.*, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os pequis das espécies *C. brasiliense* e *C. coriaceum* possuem grande potencial para uso na indústria alimentícia e farmacêutica devido à sua composição nutricional e bioativa. As partes comestíveis, polpa e semente, são boas fontes de ácidos graxos e compostos bioativos como carotenoides e compostos fenólicos, que apresentam significativas propriedades benéficas à saúde. Além disso, o cultivo dessas espécies favorece o desenvolvimento socioeconômico de produtores agroextrativistas e a preservação dos biomas Caatinga e Cerrado.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de São João del-Rei Pró-Reitoria de Pesquisa—PROPE—UFSJ, à Universidade Federal de Minas Gerais, à Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais — FAPEMIG (bolsa de pós-doutorado BPD-00858-22; bolsa de doutorado: 5.18/22 (ID:116); bolsa de iniciação científica: 22658),

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (bolsas de doutorado e de mestrado), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (bolsa de produtividade em pesquisa (307787/2022-2; 316512/2021-4), Projeto Rural Sustentável do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS e ao Grupo de Ensino de Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia – GEPEFQ pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- ALAKOLANGA, A. G. A. W. *et al.* LC-MSn identification and characterization of the phenolic compounds from the fruits of *Flacourtia indica* (Burm. F.) Merr. and *Flacourtia inermis* Roxb. **Food Research International**, v. 62, p. 388-396, 2014. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.036>>.
- ALMEIDA-BEZERRA, J. W. *et al.* *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae): Botany, ethnomedicinal uses, biological activities, phytochemistry, extractivism and conservation needs. **Plants**, v. 11, n. 13, p. 1685, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.3390/plants11131685>>.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. p. 38.
- ANTONELLI, A.; SANMARTÍN, I. Why are there so many plant species in the Neotropics? **Taxon**, v. 60, n. 2, p. 403-414, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.1002/tax.602010>>.
- ANTUNES, E. C. **Utilização do pequi (*Caryocar brasiliense* camb) como espécie recuperadora de ambientes degradados no cerrado e fornecedora de matéria prima para a produção de biodiesel**. (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, 2006.
- ARARUNA, M. K. A. *et al.* Phenolic composition and in vitro activity of the Brazilian fruit tree *Caryocar coriaceum* Wittm. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 5, p. 178-183, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.eujim.2012.11.007>>.
- ARROZI, A. P. *et al.* Antioxidant modulation in restoring mitochondrial function in neurodegeneration. **International Journal of Neuroscience**, v. 127, n. 3, p. 218-235, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1080/00207454.2016.1178261>>.
- ASCARI, J. *et al.* The Phytochemistry and Biological Aspects of Caryocaraceae Family. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000200019>>.
- BATISTA, F. O.; SOUSA, R. S. Compostos bioativos em frutos pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) e baru (*Dipteryx alata vogel*) e seus usos potenciais: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-120>>.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Portaria nº 54, de 1987**.
- 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, p. 8282, 2022. DOI: <<http://dx.doi.org/10.29219/fnr.v66.8282>>.

BRUNO FILHO, F. F. *et al.* Therapeutic applications of *Caryocar brasiliense*: Systematic review. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 15, n. 9, p. 380-389, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.5897/JMPR2021.7136>>.

CARDOSO, F. M. **O uso da fitoterapia na doença de Alzheimer:** um estudo de correlação dos extratos das folhas do *Caryocar coriaceum*: análise fitoquímica, atividade antioxidante e toxicidade. (Mestrado em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Tocantins, 2021.

CARVALHO, P. E. R. **Pequizeiro *Caryocar brasiliense*.** Comunicado Técnico 230, Embrapa, 2009.

CARVALHO, L. S. Características botânicas, efeitos terapêuticos e princípios ativos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*). **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 19, n. 2, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.25110/arqsaude.v19i2.2015.5435>>.

CHISTÉ, R. C., & MERCADANTE, A. Z. Identification and Quantification, by HPLC-DAD-MS/MS, of Carotenoids and Phenolic Compounds from the Amazonian Fruit *Caryocar villosum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 23, p. 5884-5892, 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1021/jf301904f>>.

COSTA, J. G. M. *et al.* Propriedades antibacterianas do óleo de polpa de pequi (*Caryocar coriaceum*-Wittm.). **Revista Internacional de Propriedades Alimentares**, v. 2, p. 411-416, 2011.

FERNANDES, P. A. S. **Etnobotânica de plantas medicinais da comunidade Baixa do Maracujá (Crato-CE) e análise química e antifúngica de *Croton heliotropiifolius* Kunth.** (Dissertação de Mestrado) - Universidade Regional do Cariri, CE, 2019.

FERREIRA, C. M. **Análise química de extratos de *Caryocar brasiliense* com potencial antioxidante.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

FIGUEIREDO, Y. G. *et al.* Análise comparativa do perfil de compostos orgânicos voláteis de pimenta rosa e de aroeira do sertão. **Interação [S. l.]**, v. 21, n. 3, p. 187-200, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.53660/CIS-061-20A02>>.

FONSECA, G. L. *et al.* Aspectos econômicos da cadeia produtiva do pequi nos municípios da microrregião de Montes Claros. **Revista Desenvolvimento Social**, v. 21, n. 1, p. 127-141, 2017.

FRASER, K. *et al.* Characterization of Proanthocyanidins from Seeds of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) and Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) by Liquid Chromatography–Mass Spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 35, p. 6676-6684, 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02563>>.

GARCIA, L. S. *et al.* Physical and physico-chemical characterization of pequi from of the region of Sete Lagoas, MG. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, p. 6-11, 2017.

GARDNER, G. **Travels in the Interior of Brazil:** Principally through the Northern Provinces, and the Gold and Diamond Districts, during the Years 1836–1841. Reeve, Benham & Reeve: London, UK, 1849.

GEÖCZE, K. C. *et al.* *Caryocar brasiliense* Camb. fruits from the Brazilian Cerrado as a rich source of carotenoids with pro-vitamin A activity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 101, p. 103943, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103943>>.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. (2008). Online Identification of Chlorogenic Acids, Sesquiterpene Lactones, and Flavonoids in the Brazilian Arnica *Lychnophora ericoides* Mart. (Asteraceae) Leaves by HPLC-DAD-MS and HPLC-DAD-MS/MS and a Validated HPLC-DAD Method for Their Simultaneous Analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 1193-1204. DOI: <<https://doi.org/10.1021/jf072812l>>.

GULLON, B. *et al.* In vitro gastrointestinal digestion of pomegranate peel (*Punica granatum*) flour obtained from co-products: Changes in the antioxidant potential and bioactive compounds stability. **Journal of Functional Foods**, v. 19, p. 617–628, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.056>>.

GUO, Y. *et al.* Rapid Analysis of Corni fructus Using Paper Spray-Mass Spectrometry. **Phytochemical Analysis**, v. 28, n. 4, p. 344–350, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1002/pca.2681>>.

LEMES, E. de O. *et al.* Levantamento da Utilização do Pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) como Agente Antioxidante na Prevenção de Doenças Neurodegenerativas. **Uniciências**, v. 21, p. 110-114, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.17921/1415-5141.2017v21n2p110-114>>.

LOIOLA, M. I. B. *et al.* Flora da Chapada do Araripe. In: ALBUQUERQUE, U. P.; MEIADO, M. V. (Org.). **Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe**. Recife: NUPEEA; Bauru: Canal 6, 2015. p. 535.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. p. 384.

MALDONADO-CELIS, M. E. Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. **Frontiers in Plant Science** v. 10, p. 1073, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073>>.

MEDAETS, J. P. *et al.* **Agricultura familiar e uso sustentável da agrobiodiversidade nativa**. Programa Biodiversidade Brasil-Itália, Brasília, 2006. p. 172.

MEDEIROS, J. D. **Guia de campo**: vegetação do Cerrado 500 espécies. Brasília: MMA/SBF, 2011. p. 532.

MINEKUS, M. *et al.* A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. **Food & Function**, v. 5, p. 1113-1124, 2014. DOI: <<https://doi.org/10.1039/C3FO60702J>>.

MIRANDA, P. H. O. de *et al.* Perfil químico e atividades biológicas do gênero *Caryocar*: Uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 131-152, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3566165>>.

NARVÁEZ-GÓMEZ, J. P. *et al.* **Biogeografia neotropical**: história e conceitos. Botânica no Inverno. Organizadores Laboratório de Algas Marinhas, 2018. p. 145.

NASCIMENTO, W. M. *et al.* Study of the healing skin resistance rats treated with Pequi oil (*Caryocar brasiliense*). **ConScientiae Saúde**, v.14, n. 3, p. 449-455, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.5585/conssaude.v14n3.5467>>.

NCBI a, National Center for Biotechnology Information. **Caffeic Acid**. **PubChem**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/689043#section=GC-MS&fullscreen=true>>. Acesso em: 29 fev. 2024.

NCBI b, National Center for Biotechnology Information. **Epicatechin**. **PubChem**. Disponível: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/72276#section=MS-MS&fullscreen=true>>. Acesso em: 29 fev. 2024.

NCBI c, National Center for Biotechnology Information. **Salicylic Acid**. **PubChem**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/338#section=GC-MS&fullscreen=true>>. Acesso em: 29 fev. 2024.

OLIVEIRA, M. E. B. **Características físicas, químicas e compostos bioativos em pequis (*Caryocar coriaceum* Wittm.)**. 146p. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

PEREIRA, B. A. da Silva. Flora arbórea do cerrado: algumas propostas de utilização das suas espécies. In: SILVA, José Carlos da; SILVA, Arejacy Antônio Sobral; ASSIS, Rafael Tadeu de (Orgs.). **Sustentabilidade e Inovações no Campo**, 2013, p. 57-84.

POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no norte de Minas Gerais**. 100p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1997.

PRADO, D. **Caryocar coriaceum. The IUCN Red list of threatened species 1998**. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T35343A9928131.en>>. Acesso em: 2 mar. 2024.

PRANCE, G. T. *et al.* **Caryocaraceae in Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB6687>>. Acesso em: 5 fev. 2024.

RAMOS, M. I. L. *et al.* Efeito do cozimento convencional sobre os carotenoides próvitamínicos "a" da polpa do pequi (*Caryocar brasiliense* camb.). **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos-CEPPA**, Curitiba-PR, v. 19, n. 1, p. 23-32, 2001.

SANTANA, R. N. R. História e natureza. **Revista Espaço**, v. 7, p. 196-216, 2014.

SANTOS, B. O. *et al.* Optimization of extraction conditions of volatile compounds from pequi peel (*Caryocar brasiliense* Camb.) using HS-SPME. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e919974893, 2020. DOI: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4893>>.

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. DOI: <<https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20220022>>.

SILVA, M.; MEDEIROS-FILHO, S. Morfologia de fruto, semente e plântula de piqui (*Caryocar coriaceum* Wittm.). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 3, p.320-325, 2006.

SILVA, M. N. S.; TUBALDINI, M. A. S. O pequi como recurso de uso comum e patrimônio cultural sertanejo. **Geo UERJ**, v. 1, n. 25, p. 161-182, 2014. DOI: <<https://doi.org/10.12957/geouerj.2014.5994>>.

SOUZA, E. C. *et al.* Qualidade e vida útil de pequi minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v.31, n. 6, p. 1811-1817, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600031>>.

SOUZA, I.; SALVIANO, A. **A Cultura do Pequi**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2002.

TEIXEIRA, E. C. *et al.* Rapid characterization of secondary metabolites in *Caryocar brasiliense* leaf extract and antiradical activity. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i6.2874>>.

TORRES, L. R. O. *et al.* Bioactive compounds and functional potential of pequi (*Caryocar* spp.), a native Brazilian fruit: a review. **Grasas Aceites** v. 69, n. 2, p. e257, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.3989/gya.1222172>>.

AVALIAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DE *DIPTERYX ALATA* VOG. (LEGUMINOSAE) NO MATO GROSSO DO SUL

Jonathan Alois Fereira

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Ingrid Fabiana Fonseca Amorim

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Wanderléia de Vagas Araújo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Camilla Marques de Lucena

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Reinaldo Farias Paiva de Lucena

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

RESUMO

Ao avaliar as limitações e potencialidades da cadeia produtiva do baru (*Dipteryx alata* Vog.) é possível compreender até que ponto o extrativismo e outras atividades atreladas podem estar auxiliando de forma positiva e/ou negativa na conservação do bioma Cerrado e, no conhecimento tradicional das comunidades que fazem uso da vegetação local. Esse estudo teve como objetivo fazer uma avaliação da cadeia produtiva do baru observando diferentes aspectos da mesma, indo desde questões ambientais, genéticas até a parte comercial, dando ênfase ao estado de Mato Grosso do Sul. Os resultados desse estudo podem auxiliar no diagnóstico do cenário da cadeia produtiva do baru no bioma Cerrado e, conseqüentemente, contribuir para o empoderamento e melhores condições de vida das famílias envolvidas no processo de extrativismo.

Palavras-chave: Etnobotânica, Populações Tradicionais, Cerrado, Extrativismo.

INTRODUÇÃO

O cerrado é conhecido como o segundo maior bioma brasileiro com uma área de aproximadamente 2 milhões de km², equivalente a 24% do território nacional, apresentando uma alta riqueza de fauna e flora, o que o torna um *hotspot* para a biodiversidade mundial (Myers *et al.*, 2000; Felfili; Silva; Júnior, 2005; IBGE, 2021).

Nos últimos 30 anos, o cerrado vem sofrendo forte degradação ambiental, e aproximadamente 25 milhões de hectares de vegetação nativa já foi perdido, sendo considerado por muitos autores o bioma mais vulnerável do Brasil (Alencar *et al.*, 2020). Devido à forte pressão antrópica sobre as florestas nativas, apenas duas estratégias de conservação podem ser elencadas para se atribuir aos meios para a proteção destas espécies vegetais, a conservação *ex situ* e a *in situ* (Sebbenn, 2003).

Segundo Klink e Machado (2005) metade do cerrado foi transformado em pastagens e culturas anuais, entre outras, estima-se que cerca de 44% do bioma foi convertido em áreas agrícolas e de pastagem, o que tem causado graves problemas ambientais como alterações no solo, destruição de habitats, extinção de espécies, dentre outros (Klink; Machado, 2005; Andrade, 2023).

Apesar de toda essa fragmentação e impactos, o cerrado ainda abriga um grande quantitativo de comunidades tradicionais, principalmente extrativistas, que vivem prioritariamente dos recursos não madeireiros como meio de subsistência (Bicalho; Miranda, 2015), e entre essas espécies úteis e com muito valor para essas populações humanas está o baru.

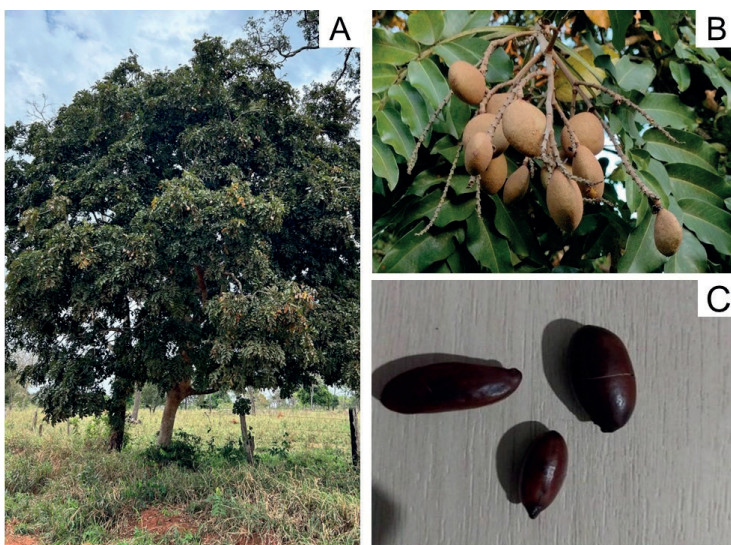
Logo, avaliar as limitações e potencialidades da cadeia produtiva e ecológica do baru no estado do Mato Grosso do Sul pode auxiliar no entendimento de possíveis fragilidades dessa cadeia. Assim, esse estudo tem como objetivo fazer uma avaliação da cadeia produtiva do baru observando diferentes aspectos da mesma, indo desde questões ambientais, genéticas até a parte comercial, dando ênfase ao estado de Mato Grosso do Sul.

CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA DO GÊNERO DIPTERYX

A espécie *Dipteryx alata* pertence a família Fabaceae, umas das maiores famílias de dicotiledôneas, também conhecida pelos nomes vernaculares de: baru, cumbaru, castanha de burro, coco feijão, cumaru-da-folha-grande, cumarurana, cumaru-verdadeiro, cumaru-roxo, emburena-brava, entre outras (Carazza; Ávila, 2010).

Essa espécie apresenta porte arbóreo que pode medir de 15 a 26 metros de altura, tronco liso e algumas vezes placas irregulares, com tonalidade acinzentado, grande variação foliar, de 7 a 12 folíolos, filotaxia alterna, peciolado ou sésseis, chegando a medir até 2 mm de comprimento (carazza; ávila, 2010), apresenta flores reunidas em fascículo, às vezes reduzidas a duas flores por axilas, pedicelos compridos, nervura marginal simples, sendo a mesma afastada e quase paralela a margem. Os frutos de baru tem formato elipsoides e coloração avermelhada variando á tonalidade alaranjada quando maduros, o que pode variar de acordo com o tempo de maturação (Figura 1) (Carvalho; Lima; Cardoso, 2023).

FIGURA 1 - Imagens da espécie *Dipteryx alata* no Assentamento Andalucia, Nioaque, onde: A-matriz de baru em área de pasto; B-frutos maduros do baru e C-sementes que serão utilizadas para produção de subprodutos.



Fonte: Autoria dos próprios autores.

A partir de um levantamento bibliográfico realizado tomando por base informações disponíveis no Missouri Botanical Garden e o Kew Royal Botanical Garden, foi observado que o gênero *Dipteryx* possui 25 espécies (Torres, 2001), destas 16 estavam inclusas no gênero *Coumarouna* (*Dipteryx alata*, *Dipteryx charapilla*, *Dipteryx coreacea*, *Dipteryx ferrea*, *Dipteryx lacunifera*, *Dipteryx magnifica*, *Dipteryx mircantha*, *Dipteryx odorata*, *Dipteryx oleifera*, *Dipteryx panamensis*, *Dipteryx polyphylla*, *Dipteryx punctiata*, *Dipteryx rosea*, *Dipteryx speciosa*, *Dipteryx tetrphylla* e *Dipteryx trifoliolata*), 4 eram classificadas simultaneamente como *Taralea* e *Coumarouna* (*Dipteryx crassifolia*, *Dipteryx nudipes*, *Dipteryx oppositifolia* e *Dipteryx reticulata*), 2 identificadas diretamente ao gênero *Dipteryx* (*Dipteryx phaeophylla* e *Dipteryx pteropus*) e 1 espécie possui sinonímia com o gênero *Pterodon* (*Dipteryx emarginata*) (Torres, 2001).

As espécies do gênero *Dipteryx* ocorrem na América do Sul e Central, principalmente distribuídas na região amazônica, onde das 25 espécies, 15 são encontradas em território brasileiro, dando destaque a *Dipteryx alata* Vogel que é encontrado somente no bioma Cerrado (Torres, 2001).

FENOLOGIA, ECOLOGIA, REPRODUÇÃO E POLINIZAÇÃO DE *DIPTERYX ALATA* VOGEL.

A dispersão dos frutos de baru ocorre de forma barocórica e zoocórica, ou seja, por ação da gravidade e por ação animal (Sano *et al.*, 2004). Na dispersão zoocórica, o principal responsável são os morcegos, que carregam estes frutos para um outro local distante da árvore de origem, uma área de repouso, onde possam consumi-los, e eventualmente este fruto cai ao chão e acaba germinando (Sano *et al.*, 2004).

É uma espécie hermafrodita, auto incompatível e, apresenta floração irregular anual (Oliveira; Sigríst, 2008). A polinização é realizada principalmente por abelhas de médio a grande porte, em sua maior parte por abelhas solitárias, sendo umas das principais a espécie *Xylocopa suspeita* e alguns membros das famílias Halictidae e Apidae (Oliveira; Sigríst, 2008).

As abelhas nativas, de vida social ou solitária, também estão envolvidas no processo de polinização de baru, a exemplo as Mamangava (*Xylocopa*, *Bombus*),

Abelhas-de-óleo (*Epicharis, Centris*) e as chamadas Abelhas-das-Orquídeas (*Eufriesea, Euglossa*) (Sigrist, 2022).

Quanto a perda de folhas durante a seca, foi observado que pode ocorrer em plantas adultas e frutificadas, no final do período de seca, mas, após o início das chuvas, novas folhas surgem com crescimentos concomitantes dos ramos laterais, e ainda foi observado que árvores juvenis, essa perda de folhas não ocorre (Sano *et al.*, 2004).

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA ESPÉCIE *DIPTERYX ALATA* VOGEL

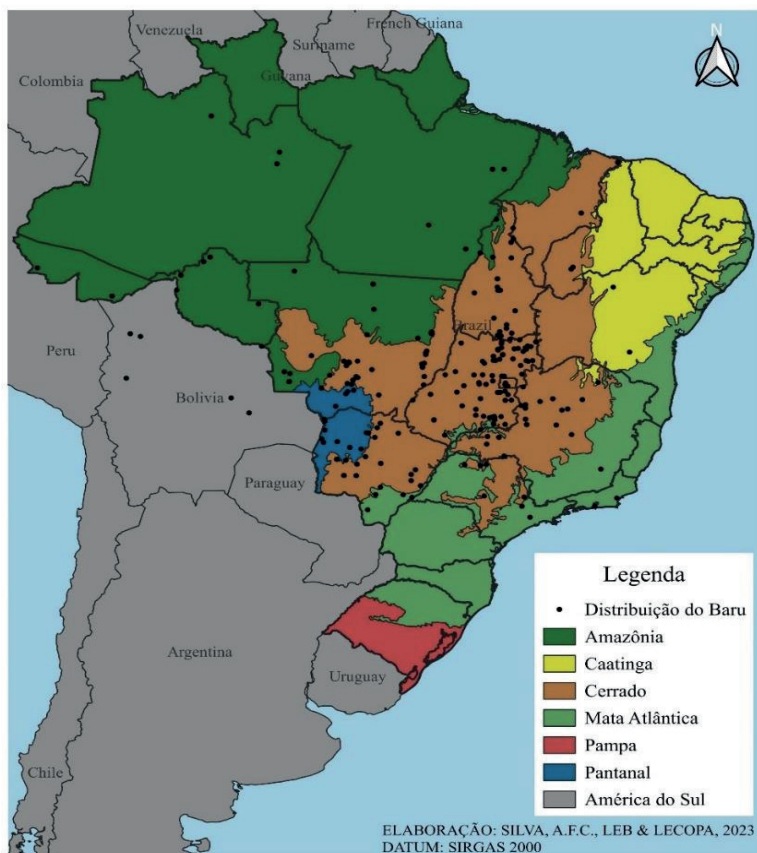
É uma espécie nativa do cerrado brasileiro, entretanto não é endêmica do Brasil, mas apresenta ampla distribuição, abrangendo o Norte do país (Rondônia e Tocantins), Nordeste (Bahia e Maranhão), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) e Sudeste (Minas Gerais e São Paulo) (Flora do Brasil, 2023), além de ser encontrada próximos a países sul-americanos que fazem fronteira com o Brasil, como o Paraguai, complexo do Pantanal, Peru e Bolívia (Embrapa, 2004) (Figura 2).

Segundo a literatura, o baru possui uma distribuição geográfica irregular, pelo fato de ocorrer somente em algumas áreas de cerrado, no entanto, podemos encontrar essa espécie formando verdadeiros aglomerados em campo (Nabout *et al.*, 2010).

Essa espécie apresenta ocorrência em formações vegetais como: Floresta Ciliar, Mata de Galeria, Floresta Estacional Semidecidual e Savana Amazônica (Sano *et al.*, 2016, Carazza; Ávila, 2010). Estudos realizados por Nabout *et al.* (2010) revelam a distribuição espacial de *Dipteryx alata* Vogel (baru) no território brasileiro e, destaca que esta espécie é amplamente distribuída no bioma Cerrado, especificamente no centro-oeste brasileiro, com uma maior concentração no estado de Goiás, crescendo preferencialmente em solos mais férteis. Apesar de ser uma espécie adaptada as temperaturas atuais, em determinadas regiões do país possui porcentagem de germinação elevada com o aumento da temperatura global, em específico ao sul do bioma Cerrado, onde temperaturas estarão mais próximas de 36°C, e nas regiões onde poderão chegar aos 40°C

sua germinação será reduzida e sua matéria seca nas plântulas será menor (Ribeiro, 2017).

Figura 2 - Mapa de distribuição geográfica de *Dipteryx alata* Vogel (baru) segundo os biomas brasileiros e suas respectivas unidades federativas.



Fonte: Silva, A.F.C. (2023).

DISTRIBUIÇÃO DE *DIPTERYX ALATA* VOGEL NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Pott e Pott (2003), realizaram um estudo com o levantamento de espécies encontradas no Mato Grosso do Sul com potenciais usos no SAF (Sistema Agroflorestal), dentre elas temos *Dipteryx alata* Vogel, que apresenta potencial para: produção de castanha, utilização da madeira, uso forrageiro,

uso medicinal, e além disso, trata-se de uma espécie apícola. As raízes dessa espécie assim como as demais da família fabaceae apresentam nódulos que permitem a fixação biológica do nitrogênio, viabilizando assim a ocupação da espécie em regiões tropicais, em áreas onde o solo é pobre e lixiviado (Schultz, 1990; Pinheiro *et al.*, 2023).

As sementes possuem um endocarpo lenhoso com uma noz comestível, que são dispersas por mamíferos, como morcegos e macacos (Oliveira; Sigrist, 2008). Sua germinação também é considerada do tipo demorada, devido às características rígidas do seu fruto (Pott; Pott, 2003). A germinação das plântulas de baru, em nada se afetam referentes a granulometria do solo, se as condições climáticas como a temperatura ideal para a sua formação forem mantidas, a capacidade germinativa será a mesma em diferentes condições de solos (Ribeiro, 2017).

O FRUTO DE *DIPTERYX ALATA* VOGEL COMO PRODUTO COMERCIAL E INDUSTRIAL

Usos potenciais

O MAPA (2012) estabelece diretrizes e recomendações técnicas de boas práticas para o manejo de *Dipteryx alata* (baru), onde estabelece cinco etapas, que são elas: (i) *Pré-coleta* (diagnóstico ou pré-exploratória); (ii) *Coleta* (exploração) e (iii) *Pós-coleta* (pós-exploratória); (iv) *Manutenção e Proteção da floresta* (proteção ambiental) e (v) *Monitoramento* (manutenção).

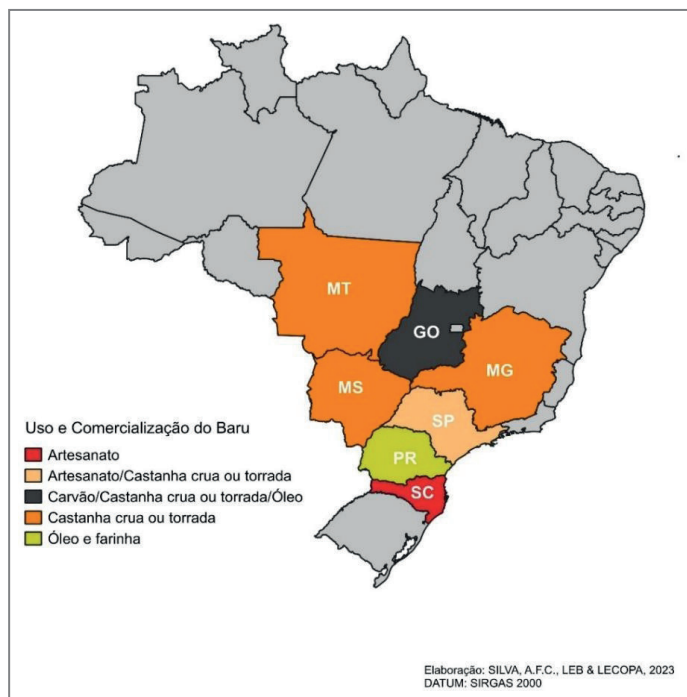
O fruto do baru é muito usado como alimento, pois suas amêndoas são muito ricas em proteínas, lipídios insaturados, fibras e minerais essenciais, sendo incluída em programas de alimentação escolar ou em suplementação alimentar para crianças (Vieira; Camillo; Coradin, 2016). Pesquisas no ramo nutricional tem sido desenvolvidas devido as propriedades do fruto da espécie, onde o endocarpo lenhoso do fruto apresentou um potencial energético muito elevado, indicado pelo seu alto poder calorífico, a polpa é uma importante fonte de açúcares e fibra alimentar (Alves *et al.*, 2010; Teixeira *et al.*, 2020) (Figura 3).

Os subprodutos agroindustriais de baru promovem o crescimento de cepas probióticas, assim sendo considerados potenciais ingredientes prebióticos

para o uso em alimentos funcionais, suplementos dietéticos ou nutracêuticos (Santos *et al.*, 2023). O extrato hidrossolúvel de baru tem sido muito utilizado para substituir o leite de origem animal, sendo uma boa alternativa a tolerantes a lactose, pois esta quantidade representa quase 14% da ingestão necessária de proteína, composta principalmente por triptofano, um aminoácido considerado essencial na produção de serotonina no corpo, e acrescenta ainda que o extrato possui cerca de 28 mg de Vitamina E, que é superior a quantidade recomendada diariamente, refletindo o seu poder antioxidante (Silva *et al.*, 2023).

Estudos relatam os efeitos medicinais como: ações antiespasmódicas e antirreumática, com atuação na regulação do ciclo menstrual, além de tônico muscular, e possíveis efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e anticancerígenos (Arakaki *et al.*, 2009; Lemos, 2012; Rocha *et al.*, 2021).

FIGURA 3 - Mapa da produção e distribuição dos produtos comercializados advindos de *Dipteryx alata* Vogel (baru) pelo Brasil.



Fonte: Silva, A.F.C. (2023).

O extrativismo não é caracterizado como uma atividade sustentável de geração de renda, entre os índices estabelecidos, que são eles: Econômico, Ambiental, Social, Político e Saúde, há um desequilíbrio, e esse desequilíbrio pode ser tornar um entrave na cadeia produtiva do Barú, comprometendo assim a sustentabilidade da atividade do extrativismo (Magalhães, 2014).

CONSERVAÇÃO *IN SITU* E *EX SITU*

O cenário das políticas ambientais no Brasil, está sofrendo forte declínio na sua relação com a conservação das espécies, devido principalmente ao des-caso dos governantes a partir de 2018, onde vê-se nitidamente um desmanche aos órgãos fiscalizadores, facilitando assim o licenciamento ambiental de forma não crítica, onde oferece grande risco para a diversidade brasileira, exaltando a importância da conservação *in situ* e *ex situ* (Skinner; Milward-de-Azevedo, 2018)

A conservação *ex situ* tem por objetivo a manutenção da variabilidade genética fora do seu ambiente natural, sendo ela para uso atual ou futuro, e deve ser usada como fonte complementar a *in situ* (Sebbenn; Etori, 2001). A conservação *in situ* visa manter parte dessa variabilidade genética em seu ambiente natural, não só favorecendo a espécie alvo, como também toda população, bem como outros organismos com o qual interage, como os insetos e animais polinizadores (Sebbenn, 2003).

Casas *et al.* (2021) esclarece que a manutenção da diversidade sucede principalmente em combinação com os aspectos da conservação *in situ* e *ex situ*, e que cada uma compreende suas particularidades e complexidades. Para Santos e Meiado (2015), a conservação *in situ* é a mais adequada, pois esta promove a manutenção dos recursos vegetais dentro da comunidade, mantendo assim a variabilidade disponível de uma ou mais populações, permitindo assim sua dinâmica e evolução no ecossistema.

Numa visão de uso dos recursos vegetais e da conservação *in situ* da diversidade, como exemplo, temos o assentamento Andalúcia em Nioaque - MS, que através do extrativismo do Barú, está agregando esse recurso natural em sua economia como uma fonte e ampliação de renda da comunidade, promovendo assim uma melhoria na qualidade de vida (Arakaki *et al.*, 2009).

DIVERSIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÕES DE *DIPTERYX ALATA* VOGEL NO CERRADO

A conservação da diversidade genética é uma estratégia valiosa mediante as mudanças climáticas mundiais, desta forma, estudos de dispersão genética contribui para a caracterização da SDTF (Florestas Tropicais Sazonalmente Secas) e para a conservação de seus recursos genéticos (Gonçalves *et al.*, 2022). Informações sobre o genoma de *D. alata* Vogel podem ser usadas como elementos chave na formulação de programas de conservação e uso de recursos sustentáveis (Antunes *et al.*, 2020).

Para Domínguez-Domínguez *et al.* (2019), os estudos genéticos a nível intraespecífico, fornecem métodos eficientes para identificar populações ou grupos de populações que devem ser prioritários para programas de conservação. Qualquer estratégia conservacionista que ignore estas métricas de especificidade, tem um alto risco de extinção local das populações que são geneticamente diferentes, e assim, perda da diversidade genética necessária ao subsídio das espécies ao longo prazo (Domínguez-Domínguez *et al.*, 2019)

Um dos possíveis indicativos de variedade genética dentro de populações de *Dipteryx alata* Vogel (baru), pode ser pelas variações encontradas na cor do tegumento, tanto de árvores próximas como em árvores de diferentes locais, e este, pode estar relacionado com o fato de o agente dispersor de sementes ser o morcego, que possui uma capacidade de deslocamento de longas distâncias (Sano *et al.*, 2004). Além disso é considerado uma espécie-chave para a sustentação da fauna silvestre, e apresenta grande potencial para ser utilizado em sistemas agroflorestais.

Segundo Berti *et al.* (2017), as populações naturais de *Dipteryx alata* Vogel encontradas em Brasilândia/MS, Indiará/GO e Itarumã/GO, sofrem fortes perturbações antrópicas devido ao seu uso e exploração regional. A avaliação genética destas três populações revelou que ambas possuem forte endogamia, e sua diversidade genética é semelhante, revelando ainda a necessidade de mais estudos, com um maior número de indivíduos amostrados.

As informações moleculares servem como base para complementar informações morfológicas, anatômicas, ecológicas, agroflorestais e muitas outras. Contribuindo para aumentar a eficiência dos processos de coleta; direcionamento

de bases genéticas; analisar a diversidade e pureza genética; auxiliar trabalhos e classificações botânicas; na filogenia de programas de conservação e melhoramento genético (Faleiro, 2011).

Soares *et al.* (2012) desenvolveram em seu estudo oito potenciais micros-satélites para o uso no estudo da estrutura genética de populações de *D. alata* Vogel. A SGS (Estrutura genética espacial) é correlacionada diretamente com a história de vida de determinada espécie, e é afetada por variáveis como processos demográficos e ecológicos, para as espécies *Dipteryx alata* e *Tibouchina papyrus* ocorreu uma menor diversidade genética e polimorfismos alélicos, porém com um coeficiente de endogamia significativamente negativo (Collevatti *et al.*, 2010).

Guimarães *et al.* (2019) utilizando 150 amostras de germoplasmas de *Dipteryx alata* Vogel, identificaram que a diferenciação genética entre as populações revela uma estrutura genética moderada, enquanto há uma alta diferenciação genética entre as progênies, ressaltando que adentro das populações desta espécie há maior diversidade genética. Silva *et al.* (2023) desenvolveram sete marcadores moleculares polimórficos, específicos para o Baru, onde demonstraram ser eficientes para o estudo de populações da espécie alvo e uma importante ferramenta para análises moleculares aos estudos sobre a diversidade genética e estrutura populacional, visando contemplar o manejo e a conservação da espécie *Dipteryx alata* Vogel.

CONCLUSÃO

Estudando a cadeia produtiva de baru em sete estados do Brasil (Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão), a Redes produtivas do baru (2022), constatou que a cadeia produtiva do baru é constituída por diferentes agentes que realizam operações interdependentes que garantem desde a extração até a comercialização ao nível internacional da castanha do cerrado. Nesse contexto o trabalho das comunidades tradicionais que vivem neste domínio fitogeográfico é imprescindível para o funcionamento da cadeia, desta maneira fortalecer a rede é o caminho mais seguro para garantir a subsistência do extrativista e a manutenção do Cerrado em pé, assegurando a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Estudar

tanto a cadeia produtiva do baru como também seus aspectos ecológicos, ambientais e genéticos, garantem o máximo potencial a conservação da espécie.

O estudo genético das populações de *Dipteryx alata* Vogel, fornece informações moleculares, que podem auxiliar em programas de conservação, bancos genéticos (germoplasma), tratamentos e prevenções de doenças na espécie, melhoramento de sua produtividade, resistência tanto a fatores abióticos como bióticos. Com base no exposto, podemos reforçar a importância do estudo genético e da cadeia produtiva de *D. alata*, pois é essencial para o sustento de centenas de agricultores e agricultoras do Estado de Mato Grosso do Sul. Estudar e analisar os gargalos de sua cadeia produtiva é imprescindível para propor melhorias na capacidade deste sistema e analisando neste primeiro momento, observamos que a divulgação do produto é bem pobre no estado do Mato Grosso do Sul.

Agradecimentos

O presente estudo está vinculado ao nosso projeto financiado pelo Rural Sustentável Cerrado que é financiado pela Cooperação Técnica BR-T1409 aprovada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com recursos oriundos do Financiamento Internacional do Clima do Governo do Reino Unido, tendo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como beneficiário institucional. O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) é o responsável pela execução e administração técnica, financeira e fiduciária do projeto (Convênio BID – IABS ATN/LC-1708-BR). A Associação Rede ILPF (Integração Lavoura Pecuária Floresta), por meio da Embrapa, é a responsável pela coordenação científica e apoio às demais atividades executivas do projeto.

Agradecemos ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade, (IABS) pelo apoio com bolsas aos dois primeiros autores. Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa produtividade (PQ2) do último autor.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. *et al.* Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation using landsat data processed in the google earth engine platform. **Remote Sensing**, v. 12, n. 6, p. 924, 2020.
- ALVES, A. M. *et al.* Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2010.
- ANDRADE, M. C. V. *et al.* Cerrado como modelo de ambiente extremo a primeira era marciana. **Research, Society and Development**, 12, 5, e24612536718-e24612536718. 2023.
- ANTUNES, A. M. *et al.* Large number of repetitive elements in the draft genome assembly of *Dipteryx alata* (Fabaceae). **Genetics and Molecular Research**, v. 19. 2020.
- ARAKAKI, A. H. *et al.* O baru (*Dipteryx alata* Vog.) como alternativa de sustentabilidade em área de fragmento florestal do Cerrado, no Mato Grosso do Sul. **Interações**, v. 10, p. 31-39, 2009.
- BATALHA, M. **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1997.
- BERTI, C. L. F. *et al.* Diversidade genética de populações naturais de *Dipteryx alata* localizadas nos municípios de Brasilândia/MS, Indiará/GO e Itarumã/GO estimada por marcadores microssatélites. **Cultura Agrônoma**, Ilha Solteira, v. 26, n. 2, p. 203-216, 2017.
- BICALHO, P. S. S.; MIRANDA, S. D. C. **Biodiversidade do Cerrado: sustentabilidade e saberes Indígenas**.
- CARAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Baru. Brasília - DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN). Brasil, 2010. p. 56; il. - (Série Manual Tecnológico) ISBN: 978-85-63288-02-8.
- CARVALHO, C. S.; LIMA, H. C.; CARDOSO, D. B. O. S. *Dipteryx in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2023.
- CASAS, A. Domesticación: origen y perspectivas sobre la agricultura em Mesoamérica. **ResearchGate**. 2021.
- COLLEVATTI, R. G. *et al.* Spatial Genetic Structure and Life History Traits in Cerrado Tree Species: Inferences for Conservation. *Natureza & Conservação. Brazilian Journal of Nature Conservation*. Goiania - GO, 2010. p. 54-59. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB29628>>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, O. *et al.* Diversidad genética. In: **La biodiversidade em Michoacán, Estudio de Estado 2**. Conabio. México, 2019. v. III, p. 19-29.
- EOCA. 2023. Disponível em: <<https://eoca.org.br/cadeia-produtiva-do-baru/>>.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Baru: biologia e uso**. Documentos. EMBRAPA Cerrados. 56 p. 2004.
- FALEIRO, F. G. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M.; REIS JÚNIOR, F. B. (Org.). **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011. cap. 3, p. 55-118.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 143-154.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

GONCALVES, A. L. *et al.* Spatial genetic structure and mating system in forest tree populations from seasonally dry tropical forests: a review. **Tree Genetics & Genomes**, v. 18, n. 3, p. 18, 2022.

IBGE. **Brazilian Institute for Geography and Statistics**: Brazilian biomes. Available at: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Access: 23 feb. 2021.

KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado Brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LE MOS, M. R. J. **Caracterização e estabilidade dos compostos bioativos em amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), submetidas a processo de torrefação**. Tese de doutorado. Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

MAGALHÃES, R. M. A. Cadeia produtiva da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.) No cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 665-676, 2014. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Brasil.

MAPA. Baru: *Dipteryx alata* Vog. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo**. Brasília, 2012. p. 25.

MARTÍNEZ, E. C. *et al.* La domesticación de especies y paisajes. In: **México, grandeza y diversidad**, 2021. cap. 3, p. 79-98.

NABOUT, J. C. *et al.* Combining multiple models to predict the geographical distribution of the Baru tree (*Dipteryx alata* Vogel) in the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 911-919, 2010.

OLIVEIRA, M. I. B.; SIGRIST, M. R. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasil. Bot. Campo Grande-MS**, v. 31, n. 2, p. 195-207, 2008.

PHILIPPI, D. A.; FALCÃO, O. K. R.; PORTO, B. M. Inovação Sustentável: o caso do fruto nativo do cerrado - Cumbaru - no assentamento Andalucía (Mato Grosso do Sul). **AOS - Amazônia**. Organizações e Sustentabilidade 10. 2021. p. 193-217.

PINHEIRO, A. C. *et al.* Nodulação de leguminosas com potencial de uso na recuperação de áreas degradadas em campo rupestre quartzítico. **Nativa**, 11(2), p. 277-282, 2023.

POTT, A.; POTT, V. J. Plantas nativas potenciais para sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul. **Anais do Seminário Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável**, Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, Finep, 2003.

REDES PRODUTIVAS DO BARU. Estudo de redes colaborativas: fortalecimento da cadeia produtiva sustentável do baru para o desenvolvimento social e econômico das comunidades locais e a conservação do Cerrado". Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB) com o apoio do Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos (CEPF Cerrado), do Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB) e da Working, 2022.

RIBEIRO, R. M. **Efeitos do aquecimento global em atributos da germinação e distribuição geográfica potencial de *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Goiás. Campus Anápolis de Ciências Exatas - Henrique Santillo. Anápolis - GO, 2017. p. 40.

- ROCHA, E. F. L. *et al.* **Aplicabilidades do Baru (*Dipteryx alata* Vogel) na saúde humana:** revisão de literatura. EVSPUC GO. Goiânia-GO, 2021. v. 48, p. 1-6.
- SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru:** biologia e uso. Embrapa Cerrados. Planaltina, 2004. p. 52.
- SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbechia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo. v. 13, n. 2, p. 201-211, 2001.
- SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbechia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo. v. 13, n. 2, p. 201-211, 2001.
- SIGRIST, M. R. Polinizadores do Baru: Conservação e Manejo. In: **Cadeia Socioprodutiva do Baru: Proteção do Cerrado, boas práticas de manejo e agregação de renda às famílias extrativistas no Mato Grosso do Sul. ECOA (Em defesa da vida)**, 2022. p. 28.
- SILVA, R. W. L. *et al.* Molecular insight for baru *Dipteryx alata* (Fabaceae). **SciELO**, 13 mar. 2023.
- SKINNER, L. F.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A. Conservação *in situ* e *ex situ* da biodiversidade brasileira. **Diversidade e Gestão**, Rio de Janeiro, v. especial 2(2), p. 47-51, 2018.
- TEIXEIRA, H. M. *et al.* Propriedades energéticas do endocarpo de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6. n. 9, p. 72110-72119, 2020.
- TORRES, G. A. **Morfologia e aspectos evolutivos nos cromossomos mitóticos de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. Lavras: UFLA, 2001. 100 p. (Doutorado em agronomia/genética e melhoramento de plantas). Universidade Federal de Lavras. 2001.
- CERRADO. **Tradicional dos Fechos dos Pastos e seu modo próprio de convivência com o Cerrado**. 1. ed. Correntina-Bahia, 2017.
- VALADÃO, G. M. **Aspectos Econômicos do Extrativismo do Baru (*Dipteryx alata* Vog.) no Vale do Rio Urucuia, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Publicação PPG/EFL. DM-256, 2016. 100p. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília-DF
- VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial:** plantas para o futuro - Região Centro-Oeste. Brasília. 2016. Cap. 5. *Dipteryx alata* (Baru). MMA (Série Biodiversidade; 44).
- WWF. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?72982/Encontro-dos-Povos-como-melhorar-acadeia-produtiva-do-baru>>.

***Eugenia dysenterica* DC. (MYRTACEAE): A CAGAITEIRA DO CERRADO**

Anderson Martins Rodrigues Ribeiro
Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde

Cassia Cristina Fernandes
Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde

Mayker Lazaro Dantas Miranda
Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – *Campus* Uberlândia Centro

RESUMO

O Cerrado é um bioma/domínio brasileiro, fortemente caracterizado por suas árvores de troncos retorcidos, casca grossa e porte relativamente baixo em relação a outros biomas. O Cerrado está localizado na região central do país, compreendendo os Estados do Amapá, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Piauí, São Paulo e Tocantins. Pequenas áreas dos Estados do Paraná e Rondônia também fazem parte do Cerrado. Trata-se de um bioma rico em frutas com sabores exóticos que podem ser consumidas *in natura* ou processadas. Esses frutos apresentam alta qualidade nutricional, o que os tornam atraentes para serem explorados, pesquisados e comercializados. A caracterização dos compostos bioativos produzidos por plantas do Cerrado é de grande relevância pois possuem muitas propriedades terapêuticas como: antioxidantes, antimicrobianas, anticarcinogênicas e anti-degenerativas. Nesse sentido, o presente estudo de revisão objetivou compilar e descrever alguns artigos publicados sobre a espécie *Eugenia dysenterica* (cagaita). A cagaiteira é uma árvore de porte médio e seu fruto possui agradável sabor ácido, textura macia e ação laxativa se consumido em excesso. Para construção desse breve relato, selecionou-se publicações científicas como artigos, capítulos de livro, dissertações e teses. Contudo, *E. dysenterica* é uma planta nativa do Cerrado que possui frutos de alto valor comercial e nutricional, sendo ainda considerada uma espécie rica em metabólitos secundários bioativos.

Palavras-chave: Cerrado, Cagaita, Frutos do Cerrado, Metabólitos Secundários, Myrtaceae.

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é a savana mais rica do mundo, ocupa mais de 20% do território nacional, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas com extrema abundância de espécies endêmicas e possui os principais aquíferos subterrâneos, o que o torna imprescindível para a segurança hídrica de milhões de pessoas (Mamede; Pasa, 2019) – Figura 1.

Figura 1 - Mapa do Brasil e em laranja escuro a distribuição do Cerrado.



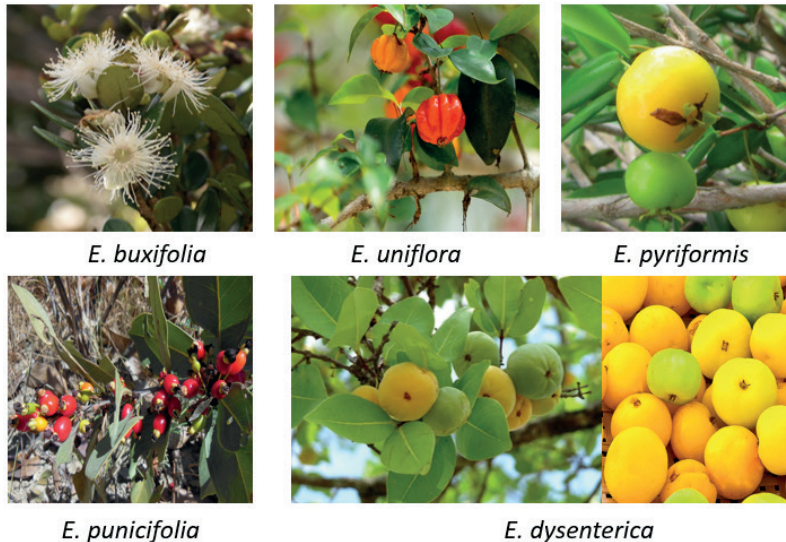
Fonte: Disponível em: <<https://chc.org.br/artigo/um-mapa-natural-do-brasil/>>

A família Myrtaceae compreende cerca de 100 gêneros e 3.500 espécies de árvores e arbustos, com 211 espécies ocorrentes do Cerrado. Plantas dessa família apresentam hábito lenhoso, raramente são arbustos, folhas com presença de glândulas translúcidas produtoras de terpenos e outras substâncias aromáticas (os conhecidos óleos essenciais). As plantas do gênero *Eugenia* são destaques dentro da família Myrtaceae e isso se deve ao fato de serem produtoras de substâncias bioativas frente a um largo espectro de propriedades farmacológicas (Martins, 2015). Os metabólitos secundários isolados, óleos essenciais e extratos de plantas da família Myrtaceae são indiscutíveis fontes para a descoberta de princípios ativos inovadores para o tratamento de diversas doenças (Martins, 2015).

Constituintes da família Myrtaceae, plantas do gênero *Eugenia* tem apresentado larga atividade antimicrobiana abrangendo dermatofitos, bactérias e

fungos. Dentre as várias espécies de *Eugenia* pode-se citar (nome popular): *E. buxifolia* (Myrtaceae da ilha), *E. uniflora* (pitanga), *E. pyriformis* (uvaia), *E. puniceifolia* (cereja-do-cerrado) e *E. dysenterica* (cagaíta) (Figura 2).

Figura 2 - Espécies de *Eugenia* (Myrtaceae).



Fonte: Autor

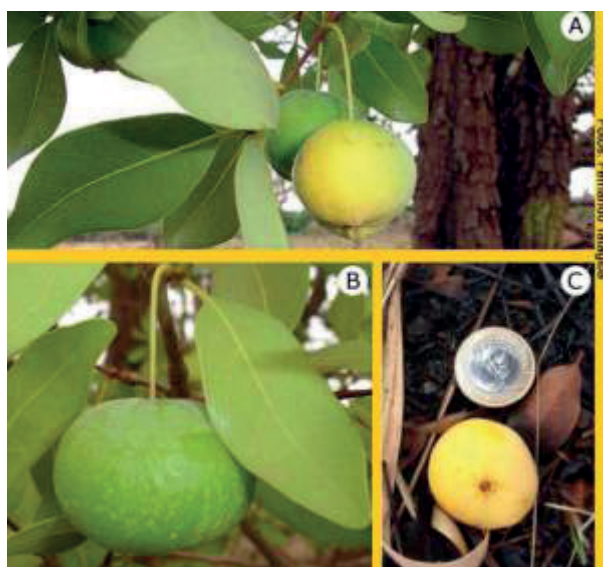
Especificamente, o gênero *Eugenia* é representado por mais de 100 espécies botânicas. Plantas desse gênero apresentam folhas e frutos com propriedades alimentícias e medicinais, com alto potencial de uso em sistemas de policultivos e agroflorestas (Lamarca *et al.*, 2013).

Os frutos de *E. dysenterica* é conhecido popularmente como cagaíta. Esse fruto é globoso e achatado, com polpa de sabor acidulado, sendo que estes pesam de 14g a 20g, possuem de 3cm a 4cm de comprimento, 3cm a 5cm de diâmetro e as sementes ocorrem de uma a três por fruto. Além do seu sabor peculiar, esse fruto contém um teor de vitamina C significativo, quando comparado a outros frutos do Cerrado, além de contribuir significativamente para fornecer as necessidades diárias de vitamina C (em média 71,0%), vitamina A (em média de 7,5%) e folatos (em média de 7,9%) (Bueno *et al.*, 2017).

A cagaíteira ou simplesmente cagaíta despertou o interesse de pesquisadores dedicados a estudarem seus aspectos fenológicos. Dados sobre

fenologia são importantes, pois o conhecimento da época da floração, frutificação e produção são fundamentais para embasar a coleta dos frutos de espécies comercialmente frutícolas, e na obtenção de sementes para fins silviculturais (Camilo *et al.*, 2013). De acordo com Camilo e colaboradores (2013), a frutificação é relativamente rápida, coincidindo com o período de chuvas, sendo o maior pico de produção no mês de outubro (Figura 3).

Figura 3 - (A): Tronco, folhas e frutos. **(B):** frutos verde. **(C):** fruto maduro de *E. dysenterica*.



Fonte: Disponível em: <<https://guiaecologico.wordpress.com/2011/06/04/voce-conhece-a-cagaita/>>

A química dos óleos essenciais de *E. dysenterica* é muito explorada por pesquisadores brasileiros. Camilo *et al.*, (2019) descreveu a variação de composição química dos óleos essenciais produzidos por esta espécie em diferentes aspectos-nutricional e fenológico (Produção = 200 a 2000 frutos por árvore). As folhas da *E. dysenterica* DC. São utilizadas na forma de chás, no tratamento da icterícia, de distúrbios gástricos, dentre eles, a diarreia e disenteria. Os frutos e folhas possuem ação cicatrizante, atuam em problemas na bexiga e de prisão de ventre. O chá das suas flores é utilizado para tratar infecções renais e da bexiga. Além disso, as folhas e as cascas da cagaiteira (*E. dysenterica* DC.), também são empregadas como substância diurética,

adstringente e depurativa. A cagaita é um fruto presente nos pratos típicos do Cerrado, contudo o consumo em excesso ou quente deve ser evitado, pois pode causar nos indivíduos diarreia ou mesmo embriaguez (Queiroz *et al.*, 2015).

O objetivo desse breve relato é levar aos novos leitores os conhecimentos sobre as potencialidades da cagaiteira, uma espécie importante ocorrente no Cerrado. O Cerrado é de fato um grande fornecedor de frutos com propriedades nutricionais e a cagaita se destaca como fonte alimentar alternativa. Essa rica fonte de alimentos e plantas com propriedades medicinais deve ser preservada, *o Cerrado deve ser preservado!*

METODOLOGIA

A pergunta norteadora deste breve relato foi: Segundo a literatura científica, quais são as propriedades farmacológicas que a espécie *Eugenia dysenterica* presente no Cerrado possui?

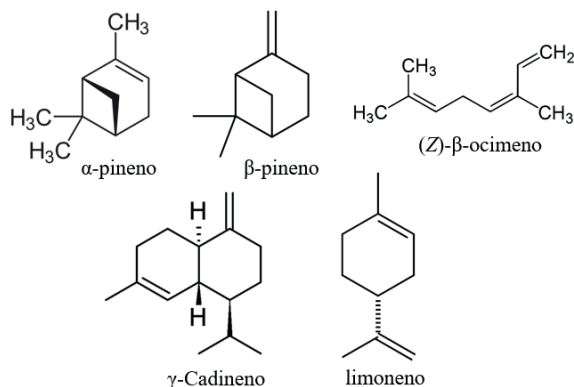
Foi realizada uma triagem inicial, observando a adequação da espécie pesquisada, os títulos e os resumos, para a inclusão e exclusão no estudo. Posteriormente, os artigos e seu DOI (*Digital Object Identifier*) foram registrados em uma planilha do Excel. Este foi utilizado para a organização dos resultados, pós-rastreo e seleção.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: um breve recorte da literatura

Os frutos da cagaiteira são amplamente utilizados na culinária regional e cozinheiros, doceiros e professores de gastronomia elaboram pratos típicos utilizando-os. A ingestão desses frutos contribui para o consumo nutricional adequado e ainda como renda financeira para população que comercializa os produtos (doces, geleias e os frutos in natura (Costa *et al.*, 2017).

Duarte e colaboradores (2009) mostraram que os óleos essenciais de *E. dysenterica* sofrem variação química devido a influência sazonal. Os constituintes majoritários identificados pelos autores foram: α -pineno (6,6-14%), β -pineno (5,9-13%) e (*Z*)- β -ocimeno (0-13%) – no inverno. γ -Cadineno (0-33%), limoneno (1,2-28%) e β -pineno (3,2-23%) – no verão (Figura 4).

Figura 4 - Estruturas químicas dos constituintes majoritários identificados nos óleos essenciais de *E. dysenterica* (no verão e inverno).



Muito utilizada na fabricação de sorvetes a cagaita conseguiu conquistar o paladar de muitos brasileiros. Quando amostras de sorvete de cagaita foram analisadas via cromatografia gasosa o principal constituinte identificado foi o 3-careno (Silva *et al.*, 2021).

Em estudo recente desenvolvido por Faleiro *et al.* (2022), os extratos etanólicos produzidos a partir de flores, folhas, galhos ou sementes de *E. dysenterica* mostraram atividades inseticidas contra formigas cortadeiras da espécie *Atta laevigata* – Figura 5.

Figura 5 - *Atta laevigata* (Smith, 1858).



Fonte: Disponível em: <<https://www.biodiversity4all.org/taxa/466634-Atta-laevigata>>

O óleo essencial de *E. dysenterica* também revelou potencial contra espécies fungicas como *Candida albicans*, *Candida tropicalis* e *Candida krusei* e os constituintes majoritários do óleo foram: benzofurano e espatulenol (MARTINS,

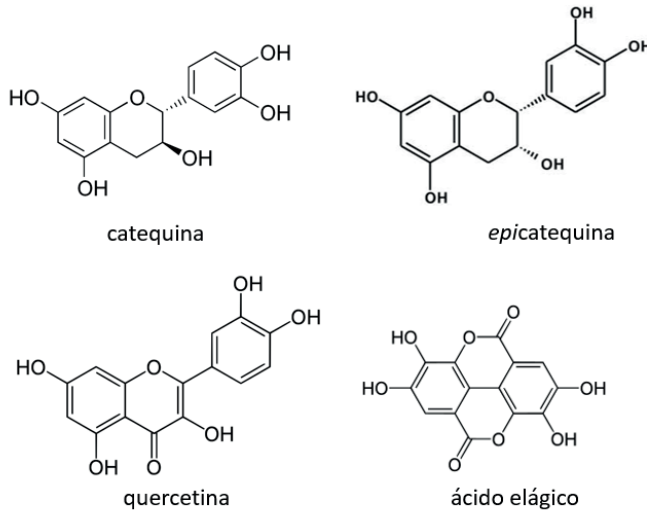
2015). Outro estudo, destaca a potente ação desse óleo contra bactérias orais e contra o *Trypanosoma cruzi* (Santos *et al.*, 2019).

Ribeiro *et al.* (2022), reportou através de seus levantamentos sobre o gênero *Eugenia* as seguintes propriedades farmacológicas para *Eugenia*: Citotoxicidade, inseticida, anticâncer, antifúngico, antibacteriano, antinociceptivo, antioxidante, antidiarreico, neuroprotetor, antiolesterásica, hipotensivo, regeneração celular, gastroprotetor, regulação do fluxo intestinal, citoproteção, quimioprotetora, antiviral, antimelanogênese, clareador da pele, antilipidêmico, antiproliferativo, preservação da contratilidade miocárdica, cicatrizante, anti-inflamatória, alelopática, antitumoral, bioherbicida, proliferador celular, antimicoplasma, acaricida, antidiabetes *melittus* tipo II, vasopressor, leishmanicida, moluscida, facilitador de neurotransmissão, citostático, antienzimática, antiglicante, tripanocida. Com destaque para antioxidante, anti-inflamatório e antimicrobiano.

Silva e seus colaboradores (2015), chamam a atenção para o seguinte aspecto: "*Eugenia dysenterica* é uma espécie nativa, e que os frutos têm sido utilizados como alimento ao longo dos anos sem relatos de toxicidade, essa é uma espécie com potencial para o desenvolvimento de fitoterápicos, necessitando de um maior investimento em pesquisa para o preenchimento das lacunas existentes nos quesitos eficácia, segurança e, posteriormente, desenvolvimento de um produto".

E. dysenterica representa de fato uma importante fonte de classes de metabólitos secundários responsáveis por diversas atividades biológicas. Foram identificados nessa espécie terpenos, flavonoides (catequina, quercetina, epicatequina, ácido elágico – Figura 6), taninos (elagitaninos e proantocianidinas), folatos e carotenoides. Compostos relevantes para a indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia devido as suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimutagênicas, anticancerígenas entre outras. Esse estudo atual nos convida a ler sobre: *O Progresso Científico no Estudo de Eugenia dysenterica: Uma Análise Cientométrica* (Vieira *et al.*, 2023).

Figura 6 - Estruturas químicas de compostos fenólicos isolados de *E. dysenterica*.



Uma padronização farmacognóstica da planta já foi realizada e os autores do trabalho destacam que os conhecimentos básicos são importantes e podem ser aplicados na padronização e controle de qualidade da matérias-primas vegetais obtidas a partir das folhas de *E. dysenterica*. Isso ressalta a importância da espécie e da conservação do Bioma Cerrado, o mais ameaçado no país devido aos avanços da fronteira agrícola (Couto *et al.*, 2009).

A cagaita demonstrou ser fonte de compostos bioativos e capacidade antioxidante, tendo fortes possibilidades de ser usada também na indústria de alimentos (Oliveira, 2023). Ensaios com reagentes ABTS, FRAP e DPPH comprovam essa capacidade antioxidante (Silva *et al.*, 2019).

CONCLUSÃO

O presente capítulo de livro reforçou que os principais estudos envolvendo a *E. dysenterica* descrevem sobre: caracterização botânica, identificação e controle de microrganismos patogênicos, fenologia, aspectos germinativos, fisiológicos e morfológicos, atividade antimicrobiana, composição química dos óleos essenciais, efeito laxante, atividade antioxidante, antiviral, antidiarreica,

gastroprotetora, hipoglicemiante, prevenção da obesidade, antileucêmica, ação cicatrizante, neuroprotetora, atividade parasitológica e inseticida.

REFERÊNCIAS

- BUENO, G. H. *et al.* Caracterização física e físico-química de frutos de *Eugenia dysenterica* DC. Originados em região de clima tropical de altitude. **Rev. Bras. Biom.**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 515-522, 2017.
- CAMILO, Y. M. V. *et al.* Fenologia, produção e precocidade de plantas de *Eugenia dysenterica* visando melhoramento genético. **Revista de Ciências Agrárias**, 36(2), p. 192-198, 2013.
- CAMILO, Y. M. V. *et al.* Nutritional and phenological influence in essential oils of *Eugenia dysenterica* ("Cagaiteira"). In: **Características dos Solos e sua Interação com as Plantas**, cap. 9, p. 74-87, 2019.
- COSTA, L. T. *et al.* Discovering the secrets of Cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), an awakening of Cerrado. **Scientific Electronic Archives**, 10, p. 45-49, 2017.
- COUTO, R. O. *et al.* Caracterização físico-química do pó das folhas de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae). **Revista Eletrônica de Farmácia**, 3, p. 59-69, 2009.
- DUARTE, A. R. *et al.* Seasonal influence on the essential oil variability of *Eugenia dysenterica*. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 20, n. 5, p. 967-974, 2009.
- FALEIRO, M. V. *et al.* Atividade inseticida do extrato etanólico de *Eugenia dysenterica* (Myrtaceae) sobre formigas cortadeiras. **Scientia Plena** 18, 107201, 2022.
- MARTINS, A. S. **Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de espécies do gênero Eugenia (Myrtaceae)**. TCC, Universidade de Brasília, dez. 2015.
- OLIVEIRA, P. D. N. Caracterização de compostos bioativos, capacidade antioxidante e atividade antiparasitária de Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). **Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, 2023. ISSN: 2447-2840.
- QUEIROZ, J. M. G. *et al.* Aspectos populares e científicos do uso de espécies de *Eugenia* como fitoterápico. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 9(2), p. 73-159, 2015.
- RIBEIRO, C. L. *et al.* Propriedades farmacológicas de espécies dos gêneros: *Myrcia*, *Eugenia* e *Psidium* - Myrtaceae -, típicas do Cerrado: uma revisão de escopo. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e44711830356, 2022.
- SANTOS, L. S. *et al.* Chemical composition, *in vitro* trypanocidal and antibacterial activities of the essential oil from the dried leaves of *Eugenia dysenterica* DC from Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 22, p. 347-355, 2022.
- SILVA, S. M. M. *et al.* *Eugenia dysenterica* mart. ex DC. (Cagaita): planta brasileira com potencial terapêutico. **Infarma**, 27, p. 49-95, 2015.
- SILVA, M. R. *et al.* Determination of chemical profile of *Eugenia dysenterica* ice cream using PS-MS and HS-SPME/GC-MS. **Química Nova**, 44, p. 129-136, 2021.
- SILVA, M. R. *et al.* Antioxidant activity and metabolomic analysis of Cagaitas (*Eugenia dysenterica*) using paper spray mass spectrometry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 30, p. 1034-1044, 2019.
- VIEIRA, F. M. S. *et al.* O progresso científico no estudo de *Eugenia dysenterica*: uma análise cientométrica. **Revista Virtual Química**, 15, p. 1059-1069, 2023.

***Cochlospermum regium* (SCHRANK) PILG.: O ALGODÃOZINHO DO CERRADO**

Jaciel Gonçalves dos Santos
Instituto Federal Goiano (IFG) – *Campus* Rio Verde

Irles José de Menezes Muniz da Silva
Instituto Federal Goiano (IFG) – *Campus* Rio Verde

Cassia Cristina Fernandes
Instituto Federal Goiano (IFG) – *Campus* Rio Verde

Mayker Lazaro Dantas Miranda
Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – *Campus* Uberlândia Centro

RESUMO

O Cerrado brasileiro apresenta uma rica biodiversidade, sendo constituído por arbustos, árvores de troncos retorcidos, gramíneas e plantas rasteiras. O algodãozinho do cerrado (*Cochlospermum regium*) é uma planta não endêmica do Brasil podendo ser encontrado no cerradão campo limpo, campo sujo, campo cerrado e mata ciliar. *C. regium* é amplamente utilizada na medicina popular para tratamento de doenças como infecção uterina e ovariana. Essas propriedades estão associadas a grande quantidade de ácido gálico, terpenos, flavonoides e fenóis encontrados nas folhas e no xilopódio (raiz modificada para armazenamento de água e nutrientes). Neste intuito, o presente estudo teve como objetivo a compilação de artigos publicados sobre a espécie *C. regium* (algodãozinho do cerrado). O artigos confirmaram a ampla utilização da espécie na medicina popular devido a composição química e suas atividades antibacteriana e antifúngica.

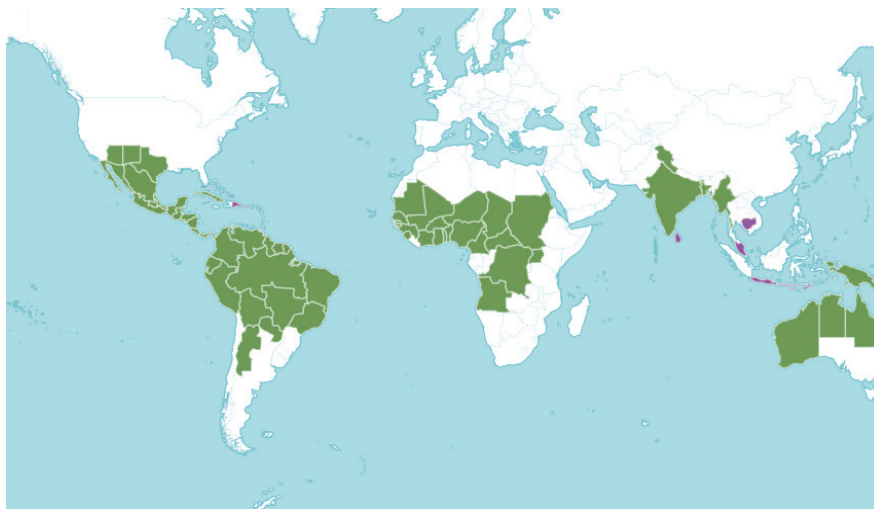
Palavras-chave: Revisão Narrativa, Xilopódio, Medicina Popular, Plantas Medicinais do Cerrado.

INTRODUÇÃO

Formado por vegetações rasteiras, gramíneas, arbusto e árvores de troncos retorcidos, o bioma Cerrado é um “laboratório vivo” repleto de substâncias bioativas (Ferreira *et al.*, 2022; Schiassi *et al.*, 2018). Dentre as inúmeras espécies vegetais do Cerrado brasileiro, muitas são utilizadas por comunidades tradicionais devido às suas propriedades medicinais (Oliveira, 2011). Podemos citar como exemplo, *Pterodon pubescens* (sucupira branca), *Strychnos pseudoquina* (quina), *Croton urucurana* (sangra d'água), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), *Baccharis trimera* (carqueja) e *Cochlospermum regium* (algodãozinho do cerrado) (Vargem *et al.*, 2022).

A família Bixaceae Kunth é composta por 21 espécies com distribuição Pantropical, compreendendo 4 gêneros: *Amoreuxia* Moç. & Sessé, *Bixa* L., *Cochlospermum* Kunth e *Diegodendrom* Cupuron (Antar *et al.*, 2020). O gênero *Cochlospermum* é dividido em 13 espécies distribuídas em todo mundo, principalmente nas áreas tropicais (figura 1); podendo ser encontradas seis espécies na África (*C. angolense* Welw. ex Oliv., *C. planchonii* Hook.f. ex Planch e *C. tinctorium* Perrier ex A.Rich, *C. wittei* Robyns, *C. intermedium* Mildbr. e *C. noldei* Poppend) quatro espécies nas Américas (*C. tetraporum* Hallier f., *C. vitifolium* (Willd.) Spreng, *C. orinocense* (Kunth) Steud e *C. regium* (Schrank) Pilg.), duas espécies na Oceania (*C. gillivraei* Benth e *C. fraseri* Planch) e uma espécie na Ásia (*C. religiosum* (L.) Alston) (Aguilar-Guadarrama; Rios 2018).

Figura 1 - Locais onde foram identificadas plantas do gênero *Cochlospermum*. Em verde são espécies nativas e em roxo as espécies introduzidas.



Fonte: Royal Botanic Gardens, Kew (2024).

O gênero *Cochlospermum* é composto por árvores, arbustos e subarbustos com tronco subterrâneo lenhoso, flores amarelas actinomorfas, cápsulas variando entre 3 e 5 carpelos, sementes reniformes e espiraladas com fibras longas e finas (Arunachalam *et al.*, 2019). As folhas podem variar folhas palminérvea com margem foliar varando entre crenada e serrilhada (Figura 2), alternas, longo peciolada, consistência coriácea e parte adaxial pubescente (SIB-FdP, 2023).

Figura 2 - Folha palminérvea com margem serrilhada de *Cochlospermum regium*.

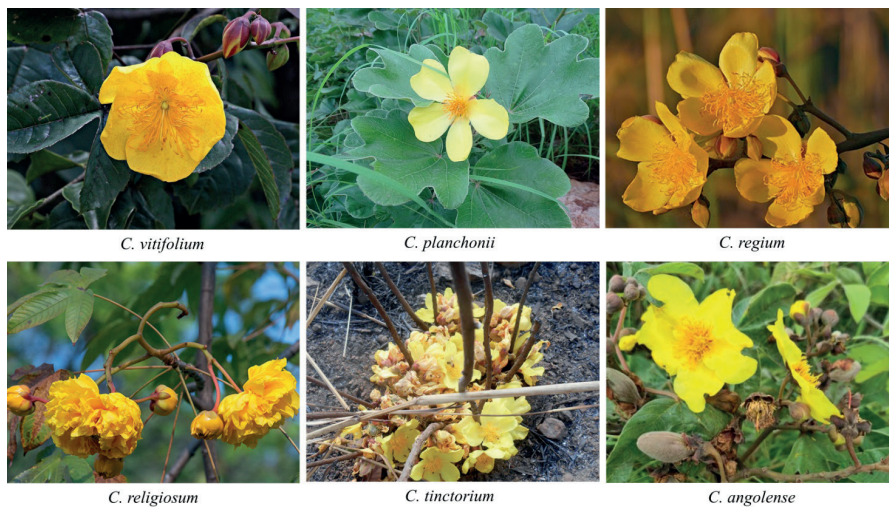


Fonte: Autor.

Inúmeras atividades farmacológicas foram descritas para gênero *Cochlospermum*, tais como: atividade hepatoprotetora, antimalárica, antibacteriana, antitumoral, antiviral, desintoxicante, anti-leishmania, anti-hipertensiva, antidiabética, anti-schistosomose e antidiarreica (Selvi *et al.*, 2017; Sólon; Brandão; Siqueira, 2009). Essas atividades são associadas à presença de compostos fenólicos, flavonoides, ácido gálico entre outros ácido orgânicos (Domingos, 2022).

Dentre as espécies do gênero *Cochlospermum* destacam-se *C. regium*, *C. angolense*, *C. planchonii*, *C. religiosum*, *C. tinctorium* e *C. vitifolium* (Figura 3); por serem as espécies mais citadas na literatura por apresentarem muitas atividades biológicas, por isso amplamente utilizadas na etnomedicina (Pedroso *et al.*, 2019).

Figura 3 - Espécies do gênero *Cochlospermum* (Bixaceae).



Fonte: Autor.

O objetivo desse relato é proporcionar aos leitores conhecimentos sobre a utilização do algodãozinho do cerrado, uma planta amplamente utilizada pelas comunidades tradicionais encontradas no Centro-Oeste brasileiro.

DESENVOLVIMENTO

A espécie *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. é nativa do Cerrado (cerrado *sensu stricto*, cerradão campo limpo, campo sujo, campo cerrado, mata ciliar), conhecida popularmente como algodãozinho do cerrado ou algodãozinho do campo (WFO, 2023). O xilopódio dessa espécie é muito utilizado na medicina popular na forma de fatias, cavaco ou pó, no preparo de decoctos, infusões e garrafadas para o tratamento de diversas infecções, tais como: infecção uterina, ovarianas e intestinais, além de ser utilizado como antibacteriano e analgésico (Arunachalam *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2018).

Figura 4 - Xilopódio de *Cochlospermum regium*.



Fonte: Silva *et al.*, 2020.

Como sinonímia científica de *C. regium* pode ser encontrados *C. insignis* St. Hill, *C. insigne* A. St.-Hil., *Azeredia pernambucana* Arruda, *C. insigne* var. & Zucc, *Amoreuxia unipora* Tiegh. e *Amoreuxia unipora* Tiegh (MBG, 2024).

É considerada como planta forrageira ornamental e medicinal (Nascimento, 2022). Planta resistente às queimadas e ao pastejo, nascendo principalmente nas leiras em solo arenoso. Sua descontrolada utilização na medicina popular a coloca em perigo de extinção em alguns estados brasileiros. Foi colocada na lista de espécies medicinais ameaçadas e os dados foram divulgados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama, 2024; Souza, Lorenzi, 2019; Leme *et al.*, 2017).

O algodãozinho do cerrado é um arbusto que pode chegar a dois metros de altura, com raiz carnosa resistente e bastante profunda, botanicamente denominada como xilopódio, caule é ferrugíneo e nodoso, folhas palminérvea com margem foliar variando entre crenada a serrilhada, alternas, alterna, longo peciolada com 3-5 lobos, subdigitada, os lobos podem ser acuminados ou agudos, consistência coriácea e parte adaxial pubescente (Figura 5) (Camilo, 2008).

Figura 5 - arbusto de *Cochlospermum regium*.



Fonte: Autor.

As flores são amarelas, pentâmeras, com até seis centímetros de diâmetro, dispostas em panículas localizadas no ápice dos galhos contendo de cinco a dez flores, o cálice é irregular castanho-avermelhado tendo cinco sépalas (duas sépalas exteriores lanceoladas e três interiores mais largas); cada flor possui cinco pétalas obaladas com linhas coccíneas, o androceu é polistêmone e o gineceu é composto por três carpelos de forma globosa encimado com estilete longo terminado com estigma captado (Arunachalam *et al.*, 2019).

Figura 6 - Flores de *Cochlospermum regium*.



Fonte: Autor.

O período reprodutivo (florescimento) pode durar 165 dias, geralmente começa no mês de abril ou maio com a perda das folhas e o aparecimento de botões florais, a abertura das flores e o começo da frutificação ocorre a partir do mês de julho (Silva *et al.*, 2020). Os frutos formam capsulas loculicidas com 3 a 5 valvas, inicialmente são verdes e tornando castanhas quando as valvas se abrem para liberar as sementes¹⁰, as sementes são numerosas de 6 a 7 mm de comprimento, recoberta por fibras longas, duras e impermeável à água (Silva *et al.*, 2020; Morais, *et al.*, 20005; Sánchez-Salgado *et al.*, 2007).

C. regium é uma espécie nativa não endêmica do Brasil, encontrada desde a região sudoeste (São Paulo e Minas Gerais), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), até a região Nordeste (Alagoas, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Maranhão e Ceará) (Lleras, 2024).

Figura 7 - Locais de ocorrência de *Cochlospermum regium*.

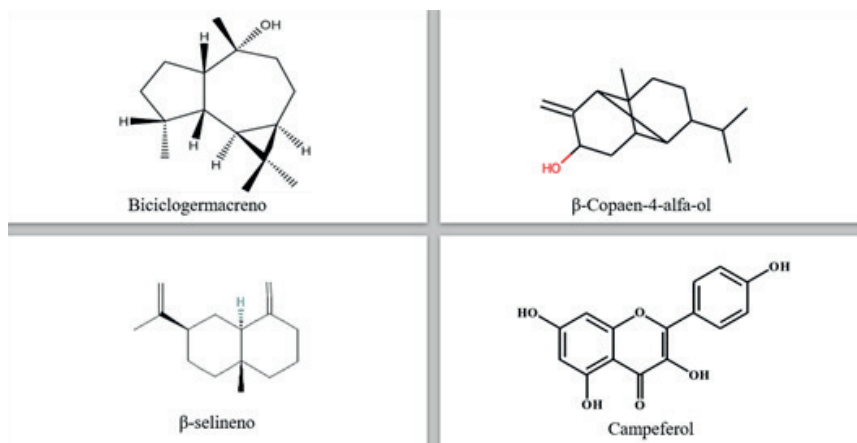


Fonte: Royal Botanic Gardens, Kew (2024).

Etnobotânica

O *C. regium* é classificada como fitoterápica devido a grande quantidade de compostos químicos pertencentes as classes de fenóis, flavonas e flavonoides encontrados em todas as partes da planta (Nascimento, 2022). Algumas das principais substâncias já isoladas ou identificadas em *C. regium* são: kaempferol, β -copaen-4- α -ol, biciclogermacreno e β -selineno (Figura 8) (Inácio *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2020).

Figura 8 - Estruturas químicas dos constituintes majoritários identificados em *C. regium*.



Dados etnobotânicos registram o amplo uso medicinal de *C. regium* nas regiões de cerrado brasileiro. A utilização do xilopódio destina-se a tratamento de inflamação (artrite, reumatismo e acne) e infecções urogenitais (leucorreia e gonorreia) (Morais *et al.*, 2005). Há relatos do uso tópico do decocto em forma de banho de assento ou da ingestão do óleo (garrafada com vinho branco), decocto ou infusão Tabela 1 (Morais, *et al.*, 2005).

Tabela 1 - Informação etnobotânica da utilização de *C. regium*.

Localização	Nome Popular	Parte da planta	Como consumir	Indicação	Referência
Barra do Bugre - MT	Algodão do campo	Xilopódio	Chá ou banho	Inflamação/ infecção urogenital	Loureiro, 1999.
Cuiabá - MT	Algodão do campo	Xilopódio	Chá ou garrafada com vinho branco	Gonorreia, inflamação do útero e ovário, leucorreia, afecção urogenital	De La Cruz, 1997
Poxoréo - MT	Algodãozinho do Campo	Xilopódio	Chá ou garrafada com vinho branco	Infecções urogenital, depurativo e antiacne	Somavilla, 1998.
Campo Grande - MS	Algodãozinho	Xilopódio	Chá ou garrafada com vinho branco	Colesterol, depurativo, infecções de útero e ovário, inflamações, cicatrizante de feridas externas e laxante	Nunes <i>et al.</i> , 2003.

Localização	Nome Popular	Parte da planta	Como consumir	Indicação	Referência
Mossâmedes - GO	Algodãozinho	Entrecasca e xilopódio	Decocto	Afecções urogenitais e purgativo	Vila Verde <i>et al.</i> , 2003.
Pantanal - MT	Algodão do campo	Entrecasca	Chá	Depurativo do Sangue	Guarim-Neto, 2006

C. regium e sua ação contra alguns microorganismos patogênicos

Carvalho *et al.*, (2018), relataram que o extrato do xilopódio de *C. regium* apresentou efeito antibacteriano contra *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*, foi demonstrado efeito contra os fungos *Candida albicans*, *Candida krusei* e *Candida glabrata*.

Leme *et al.* (2017), observaram que o extrato das folhas de *C. regium* apresentou ação antimicrobiana contra *Escherichia coli* e *Candida tropicalis*. O extrato das folhas apresentou ácidos orgânicos, esteróides e triterpenos, flavonóides, compostos fenólicos totais e taninos condensados; podendo ser utilizado como substituinte ao extrato do xilopódio visto que ao extrair o xilopódio a planta morre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados literários mostraram o potencial farmacológico de plantas do gênero *Cochlospermum*. As espécies são amplamente usadas na medicina popular ao redor do mundo devido à suas propriedades hepatoprotetora, antibacteriana, antiviral, desintoxicante, anti-leishmania, anti-hipertensiva, antidiabética, antidiarreica entre outras utilizações. As atividades biológicas estão relacionadas a grande quantidade de compostos fenólicos, flavonoides, ácido gálico entre outros ácido orgânicos presentes em suas folhas, flores e xilopódio. No Cerrado brasileiro, temos portanto, o *C. regium* (algodãozinho do cerrado) que apresentava notáveis atividades antibacteriana, antifúngica e hepatoprotetora.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR-GUADARRAMA, A. B.; RIOS, M. Y. Flavonoids, sterols and lignans from *Cochlospermum vitifolium* and their relationship with its liver activity. **Molecules**, v. 23, n. 8, p. 1952, 2018.
- ANTAR, G. M.; LOZANO, E. D.; SANO, P. T. Bixaceae do estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 47, 2020.
- ARUNACHALAM, K. *et al.* *Cochlospermum regium* (Mart. ex Schrank) Pilg.: Avaliação do perfil químico, atividade gastroprotetora do mecanismo de ação do extrato hidroetanólico de seu Xylopodium em modelos experimentais agudos e crônicos. **Revista Etnofarmacologia**, v. 233, p. 101-114, 2019.
- BIXACEAE **IN flora e funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB27545>>. Acesso em: 12 fev. 2024
- CAMILO, J. **Germinação e conservação de germoplasma de algodão-do-campo [*Cochlospermum regium* (Mart. Ex Schrank) Pilger]** - Cochlospermaceae. 2008. 95p. Brasília. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, 2008.
- DOMINGOS, H. S. **Obtención y caracterización de las actividad bioquímica de borututu (*Cochlospermum angolense* Welw) para el diseño de nuevos alimentos bioactivos**, 2022.
- FERREIRA, L. K. N. *et al.* Plantas medicinais do Cerrado dos campos gerais. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 309-317, 2022.
- SANTOS, F. D. O. G.; *et al.* **Atividade antimicrobiana e antibiofilme dos extratos das folhas de *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilger frente à *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina**, 2018.
- GUARIM-NETO G. O saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. **Revista Eletrônica Mestrado e Educação Ambiental**, p. 71-89, 2006.
- IBAMA. **Espécies utilizadas como medicinais relacionadas em lista oficiais de espécies da flora ameaçadas do Brasil**. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/flora/divs/plantasextinção.pdf>>.
- INÁCIO *et al.*, Histochemical investigation of *Cochlospermum regium* (Scharank) Pilg. leaves and chemical composition of its essencial oil. **Natural Product Research**, v. 28, n. 10, p. 727-731, 2014.
- JARDIM BOTÂNICO REAL, KEW. Royal Botanic Gardens, Kew - Espécimes de Herbário, 2024. O conjunto de dados de ocorrência. Disponível em: <<https://doi.org/10.15468/ly60bx>> acessado via GBIF.org>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- SELVI, S. K., *et al.* Anti-proliferative activity of gum kondagogu (*Cochlospermum gossypium*)-gold nanoparticle constructs on B16F10 melanoma cells: an *in vitro* model. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 11, p. 38-47, 2017.
- KIRIZAWA M. **Contribuição ao conhecimento morfo-ecológico e do desenvolvimento anatômico dos órgãos vegetativos e de reprodução de *Cochlospermum regium* (Mart & Schrank) Pilger - *Cochlospermaceae***. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1981.
- LA CRUZ, M. G. F. de. **Plantas medicinais utilizadas por raizeiros: uma abordagem etnobotânica no contexto da saúde e doença**. Cuiabá. Mato Grosso. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em saúde e Ambiente, UFMT/ISC, 1997.

LEME *et al.* *In vitro* control of uropathogenic microorganisms with the ethanolic extract from the leaves of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilger. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, ID 4687154, 2017.

LLERAS, E. **Bixaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB027545>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

LOUREIRO, R. N. **Vida comunitária e o uso de plantas medicinais em Baixo, Barra dos Bugres, Mato Grosso**. 1999. Tese de Doutorado. Dissertação–Mestrado em Saúde e Ambiente]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <<https://tropicos.org/name/Search>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

MORAIS, I. C., *et al.* Levantamento sobre plantas medicinais comercializadas em Goiânia: abordagem popular (raizeiros) e abordagem científica (levantamento bibliográfico). **Revista Eletrônica de Farmácia**.2005; 2: 13-16.

NASCIMENTO, V. A. D. **Desenvolvimento e avaliação de filmes biodegradáveis à base de fécula de mandioca incorporado com óleo essencial das folhas do *Cochlospermum regium* no armazenamento de morangos**. Dissertação de Mestrado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, Goiás, 2022.

NUNES, G. P. *et al.* Plantas medicinais comercializadas por raizeiros no Centro de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, p. 83-92, 2003.

OLIVEIRA, H. W. C. **Cerrado e Plantas Medicinais: Algumas Reflexões sobre o Uso e Conservação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais). Universidade de Brasília, 2011. 25p.

PEDROSO, T. F. de M. *et al.* Chemical constituents of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. root and its antioxidant, antidiabetic, antiglycation, and anticholinesterase effects in Wistar rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 111, p. 1383-1392, 2019.

RIBEIRO, R. D., *et al.* Flora do Ceará, Brasil: Bixaceae. **Rodriguesia**, 68(4), p. 1313-1322, 2017.

SÁNCHEZ-SALGADO, J. C., *et al.* Hypoglycemic, vasorelaxant and hepatoprotective effects of *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Sprengel: A potential agent for the treatment of metabolic syndrome. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 109, n. 3, p. 400-405, 2007.

SCHIASSI, M. C. E. V., *et al.* Frutos da região do Cerrado brasileiro: caracterização físico-química, compostos bioativos, atividades antioxidantes e avaliação sensorial. **Química de Alimentos**, v. 245, p. 305-311, 2018.

SILVA, D. B. da *et al.* **Cultivo de algodãozinho [*Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg.-Bixaceae], no Distrito Federal: Avaliação preliminar**. 2020.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO BOTÂNICA – Flora do Paraguai (SIB –). **Flora do Paraguai. Conservatoire et Jardin Botaniques, Ville de Genève (Suíça) e Missouri Botanical Garden**. Saint-Louis, MO (EUA). Disponível em: <http://www.village.ch/cjb//claves/claves_frame.html>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SÓLON, S., *et al.* O gênero *Cochlospermum* kunth com ênfase nos aspectos etnobotânicos, farmacológicos, toxicológicos e químicos de *Cochlospermum regium* (mart. et. schr.) pilger. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 6, n. 3, 2009.

SOMAVILLA, N. S. **Utilização de plantas medicinais por uma comunidade garimpeira do Sudeste mato-grossense, Alto Coité-Poxoréo/Mato Grosso**. 93f. 1998. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente)-Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV. 2019.

VARGEM, D. da Silva, *et al.* Plantas medicinais do cerrado: estudos etnobotânicos e etnofarmacológico. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e595111033149-e595111033149, 2022.

WFO. The World Flora *On-line* 2023. **Cochlospermum regium (Schrank)**. Disponível em: <<https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000902560>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

POTENCIAL DOS FRUTOS DO CERRADO PARA A PRODUÇÃO DE FITOCOSMÉTICOS

Érica Luiz dos Santos

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Nídia Cristiane Yoshida

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Lia Raquel Toledo Brambilla Gasques

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Ivo Leite Filho

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

RESUMO

O Bioma Cerrado conta com uma vasta variedade de pequenos frutos comestíveis, no entanto, eles não fazem parte da atividade agrícola comercial no Brasil, seja devido à falta de investimento em tecnologias para produção em larga escala ou à escassez de pesquisas abrangentes sobre seus componentes fitoquímicos, aspectos toxicológicos e nutricionais, resultando em um desconhecimento do potencial aproveitamento desses frutos. Neste capítulo, foram selecionados alguns frutos com relevância econômica, mas ainda subutilizados, e os estudos acerca de suas composições químicas e atividades farmacológicas dos seus extratos, óleos e resíduos serão discutidos. Adicionalmente, são destacadas propriedades destes frutos, tais como emoliente, antimicrobiana, cicatrizante, antioxidante e fotoprotetora, que podem servir como base para a produção e o aprimoramento de formulações cosméticas. A pesquisa com frutos e os estudos sobre seus potenciais empregos em fitocosméticos podem fornecer ferramentas para o desenvolvimento sustentável do Cerrado Sul-mato-grossense por meio da valorização dos frutos nativos e geração de renda para as populações locais. Deste modo, a conservação dos Biomas brasileiros, entre eles o Cerrado, requer o conhecimento dos seus recursos naturais e assim, certamente, facilitará o processo de valorização e não extinção de tais Biomas.

Palavras-chave: Pequi, *Caryocar brasiliense*, Buriti, *Mauritia flexuosa*, Mangaba, *Hancornia speciosa*, Guavira, *Campomanesia adamantium*.

INTRODUÇÃO

Substâncias de origem vegetal têm sido usadas pela humanidade para o tratamento de diversos males, sendo as plantas superiores uma das maiores fontes moléculas bioativas e de medicamentos (Cragg; Newman, 2020; Magalhães *et al.*, 2021). O uso de infusões, extratos brutos ou parcialmente purificados obtidos de folhas, galhos, frutos e raízes de plantas ainda representa uma importante alternativa de tratamento de uma grande variedade de moléstias, principalmente em países em desenvolvimento (Cragg; Newman, 2020; Ribeiro *et al.*, 2017).

Biomassas como a Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, fazem da flora do Brasil um dos maiores sítios de biodiversidade do mundo (Neri-Numa *et al.*, 2018; Arruda, *et al.*, 2022). O Cerrado, que abrange aproximadamente 2 milhões de Km² representando em torno de 23% do território nacional, é o segundo bioma mais rico do Brasil em termos de biodiversidade, perdendo somente para a Floresta Amazônica (Sano *et al.*, 2010; Neri-Numa *et al.*, 2018; Arruda *et al.*, 2022). Este bioma engloba os Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Goiás, Tocantins, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, São Paulo, Paraná e o Distrito Federal, e parte dos Estados do Pará, Roraima e Amapá (Ferreira, 2009; Sano *et al.*, 2010). No entanto, nas últimas décadas, as monoculturas e a produção extensiva e mecanizada de grãos para exportação têm contribuído para uma devastação acelerada de sua vegetação nativa (Bailão *et al.*, 2015). Além disso, o bioma Cerrado destaca-se por apresentar uma grande diversidade de espécies de pequenos frutos nativos que, devido seus altos valores nutricionais e biológicos, têm agregado valor às espécies do Cerrado como possíveis fontes de alimentação e renda para a população local, bem como, matéria-prima para a fabricação de novos produtos a partir da nossa flora (Vieira *et al.*, 2006; Neri-Numa *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2023).

Nos últimos anos, o consumo global de cosméticos à base de plantas tem expandido exponencialmente, pois estas podem apresentar diversas moléculas bioativas que estimulam a regeneração celular e a produção de colágeno, fibroblastos, queratinócitos e outros componentes presentes na constituição da pele, protegendo-a do envelhecimento cutâneo, por exemplo (Amaral *et al.*,

2014; Costa, 2017). Além disso, tem-se a crescente conscientização dos consumidores em relação aos benefícios à saúde a longo prazo dos ingredientes naturais (Ratajczak *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2022).

Neste contexto, tem-se utilizado o termo “fitocosmético”, que refere-se a cosméticos que possuem aditivos naturais à base de substâncias de origem natural e vegetal tais como óleo fixo, extrato ou óleo essencial (Romero *et al.*, 2018). De acordo com a RDC 211/05 da ANVISA, fitocosméticos podem ser usados em produtos de higiene e beleza (Silva *et al.*, 2022). Embora os produtos cosméticos geralmente não estejam associados a riscos graves à saúde, existe a possibilidade de efeitos adversos a longo prazo (Ratajczak *et al.*, 2023). Por exemplo, cosméticos podem conter vários alergênicos nocivos como ftalatos, parabenos, metais e dioxanos. A bioacumulação desses produtos no corpo ao longo do tempo tem sido associada ao câncer, distúrbios reprodutivos, dermatites, queda de cabelo, danos pulmonares e envelhecimento (Okereke *et al.*, 2015; Ratajczak *et al.*, 2023).

Por isso, as plantas medicinais que já são utilizados para fins terapêuticos, podem servir como fonte de substâncias naturais em cosméticos substituindo aquelas derivadas de origem animal e mineral (Silva *et al.*, 2022).

Neste contexto, a utilização de compostos bioativos de frutos do Cerrado pela indústria cosmética pode ser uma importante ferramenta para promover a valorização e preservação de suas espécies vegetais (Neri-Numa *et al.*, 2018). A extração racional dos frutos não implica na perda do indivíduo, e o uso de plantas nativas também promove a valorização econômica e cultural de produtos gerados a partir da biodiversidade. Em vista disso, o Brasil tem potencial para desenvolver sua bioeconomia como uma das maiores economias mundiais, pois pode utilizar a multifuncionalidade da biodiversidade em prol da produção e inovação na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética gerando renda para as populações locais e fornecendo alicerces para os esforços em termos de conservação e manejo das espécies nativas.

MATERIAIS E MÉTODOS

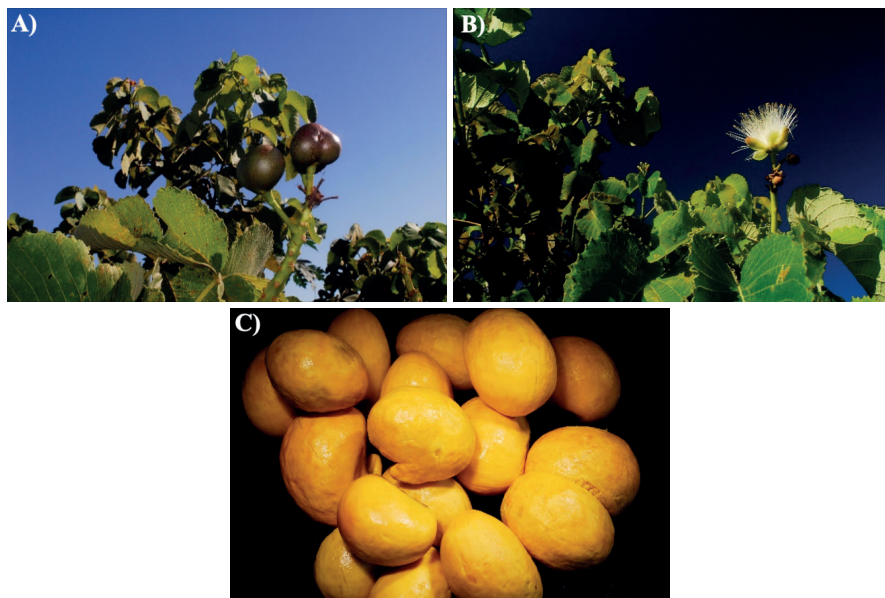
Frutos do Cerrado com expressiva importância econômica, tais como o pequi [*Caryocar brasiliense* Cambess (Caryocaraceae)], buriti [*Mauritia flexuosa*

L.f. (Arecaceae)], mangaba [*Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae)] e a guavira [*Campomanesia adamantium* O. Berg (Myrtaceae)] foram selecionados para o levantamento das suas propriedades biológicas, filtrando-se as com maior aplicação na área cosmética. Os artigos científicos foram selecionados a partir das informações obtidas nas bases de dados científicos *Science Direct*, *Web of Science*, *Scifinder*, *SciELO* e *Pubmed*, tomando-se por critérios as publicações dos últimos dez anos (2013-2023).

RESULTADOS

Pequi - *Caryocar brasiliense* Cambess

Figura 1 - Pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess). **A)** Fruto. **B)** Flor. **C)** Frutos descascados. Crédito das imagens: Paulo Robson de Souza.



A espécie *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) (Figura 1), popularmente conhecida como pequi, é uma planta nativa do bioma Cerrado e é cultivada nas regiões Sudeste, Nordeste e Centro Oeste do Brasil, com significativa relevância econômica local. Em 2016, a produção de pequi no Brasil foi de 20 mil toneladas, sendo o Estado de Minas Gerais responsável por 73% da produção (Baptista

et al., 2018; Leão *et al.*, 2017). Os frutos do pequi costumam ser comercializados inteiros ou na forma de polpa em conserva (Leão *et al.*, 2017).

Na medicina popular, o óleo de *C. brasiliense* (pequi) tem sido utilizado como anti-inflamatório e cicatrizante, no tratamento de doenças respiratórias, úlceras gástricas, dores musculares e reumática (Bezerra *et al.*, 2015). Além disso, o óleo dos frutos também pode agregar valor às formulações cosméticas. Por exemplo, estudos têm demonstrado que o óleo dos frutos maduros do pequi acelera a evolução no processo de cicatrização de lesões cutâneas provocadas em ratos (Vasconcelos *et al.*, 2017; Bertolino *et al.*, 2019; Pires *et al.*, 2020). O processo cicatricial está associado aos ácidos graxos que o compõem o óleo das polpas de pequi, tais como o ácido linolênico e ácido linoleico (Miranda-Vilela *et al.*, 2009; Faria-Machado *et al.*, 2015; Bertolino *et al.*, 2019). O ácido linoleico é essencial na regulação da síntese de colagenase, induzindo a granulação e aumentando o processo de cicatrização. Já o ácido linolênico é responsável por promover a quimiotaxia, ampliando o processo de granulação tecidual e consequentemente, auxiliando na cicatrização da ferida (Declair, 2002; Bertolino *et al.*, 2019). Em outro estudo *in vivo*, o óleo de *C. brasiliense* apresentou influência positiva no processo de cicatrização de lesões cutâneas em ratos, pois foi observado um menor tempo de reparo cicatricial, e o processo inflamatório foi reduzido evidenciado pela formação de vasos, fibroblastos, diminuição na quantidade de células inflamatórias, bem como a presença de fibras colágenas, as quais são características da etapa final no processo de cicatrização (Bezerra *et al.*, 2015; Pires *et al.*, 2020). Junior e colaboradores (2020) comprovaram o efeito anti-inflamatório do óleo das polpas do pequi por meio do teste *in vivo* do edema da pata induzido por carragenina. O óleo de *C. brasiliense* (doses de 700 e 1.000 mg/Kg) diminuiu significativamente o edema de pata, atingindo seu máximo de inibição em 1,0 h, mostrando seu potencial como agente anti-inflamatório natural. A redução do edema de pata neste modelo foi significativa, possivelmente devido à presença de antioxidantes no óleo de *C. brasiliense* (Aguilar *et al.*, 2012; Junior *et al.*, 2020).

Vale ressaltar que o óleo obtido das polpas de *C. brasiliense* quando incorporado à uma base de creme hidratante para pele, mostrou significativa atividade antioxidante no teste *in vitro* empregando o radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH) e no teste *in vitro* de peroxidação lipídica (Pegorin

et al., 2020). É sugerido que as substâncias presentes no óleo sequestram os radicais livres que induzem a peroxidação lipídica, conferindo proteção à pele e, conseqüentemente, adiando o envelhecimento cutâneo (Lima, 2001; Pegorin *et al.*, 2020). No mesmo estudo, foi demonstrado que o creme de óleo de pequi foi considerado fotoprotetor, pois apresentou um fator de proteção solar de 11,40 e, de acordo com as regulamentações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa (RDC 30, de 1º de junho de 2012) um protetor solar deve ter fator de proteção de no mínimo 6,0 para que sua ação fotoprotetora seja considerada (Brasil, 2012; Pegorin *et al.*, 2020). Plantas que apresentam potencial fotoprotetor são aquelas que possuem substâncias com grupos cromóforos capazes de absorver energia na região do ultravioleta (Polonini *et al.*, 2011, Violante *et al.*, 2008; Maillan *et al.*, 2005; Pegorin *et al.*, 2020). Assim, tanto a ação antioxidante quanto a ação fotoprotetora tem sido atribuída à presença de compostos fenólicos presente neste óleo (Pegorin *et al.*, 2020). Por outro lado, quando o extrato do resíduo da polpa de pequi foi inserido em uma base de creme hidratante, o conjunto mostrou um alto valor de fator de proteção (26,50). No extrato, foi identificada a presença de ácido clorogênico, ácido *p*-cumárico e ácido cumaroilquínico, os quais podem ser os responsáveis pelo alto efeito fotoprotetor observado (Pegorin *et al.*, 2022). Além disso, a amêndoa do pequi apresenta significativa concentração de ácidos graxos que podem ser utilizados na indústria cosmética para a produção de sabonetes e cremes (Roesler *et al.*, 2007).

Como visto, os frutos de pequi têm sido relacionados a diferentes propriedades com potencial para uso em cosméticos. Mas vale ressaltar que, apesar de ser considerado um fruto símbolo do Cerrado e ter significativa participação na economia de algumas regiões do Brasil, ainda há um conhecimento escasso sobre aspectos químicos, farmacológicos e nutricionais para considerar a possibilidade de introduzi-lo nos mercados nacionais e internacionais na forma de vinhos, sucos, licores, polpa ou resíduos em pó (encapsulados ou a granel), além do desenvolvimento de produtos com potencial nutracêutico ou farmacológico (Oliveira *et al.*, 2012; Georgiev *et al.*, 2014).

BURITI - *Mauritia flexuosa* L.f.

Figura 2 - Buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.). **A)** Palmeiras do Buriti. **B)** Cacho de frutos. **C)** Fruto. Crédito das imagens A e B): Paulo Robson de Souza. C) Nídia C. Yoshida.



Mauritia flexuosa (Arecaceae) (Figura 2), conhecida como buriti, é uma palmeira frutífera muito abundante em áreas do Cerrado, na região Centro-Oeste do Brasil. Entretanto, essa planta também ocorre nos Andes, na região amazônica da Colômbia, Venezuela, Guianas, Trinidad e Tobago, Equador, Peru e Bolívia. Está presente em praticamente todas as regiões do Brasil, como nos estados do Amazonas, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Ceará, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Pará, Piauí, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal (Vieria *et al.*, 2006).

As palmeiras de buriti são fundamentais para a manutenção do equilíbrio do Cerrado, conservando a quantidade e a qualidade da água nas matas

de galeria e nascentes, principalmente na época de secas (Ribeiro *et al.*, 2014). Esses fatores, aliados às potencialidades de utilização da planta, desde as folhas até a raiz, tornam essa espécie uma importante geradora de renda (Vieira *et al.*, 2006; Pio, 2010; Sampaio, 2011).

Por outro lado, o fruto do buriti é considerado um alimento funcional, pois sua polpa é reconhecida como uma das principais fontes de pró-vitamina A encontrada na biodiversidade brasileira e, além disso, seu fruto é rico em vitaminas C e E, compostos fenólicos, óleos insaturados e fibras alimentares (Neri-Numa *et al.*, 2018; Castro *et al.*, 2014). Além disso, os subprodutos, como o óleo avermelhado extraído da polpa da fruta, têm sido utilizados para fins alimentícios, em aplicações cosméticas como agente emoliente e protetor solar, como lubrificantes para motores e na produção de biocombustíveis (Vieira *et al.*, 2006; Neri-Numa *et al.*, 2018). Na medicina popular, diversas partes da planta são utilizadas no tratamento de mordidas de cobra e problemas respiratórios como asma, pneumonia e resfriado (Sampaio, 2011; Soares *et al.*, 2014). Adicionalmente, o óleo das polpas do buriti é utilizado pelos pescadores após longas exposições sob o sol, pois alivia as dores das queimaduras e revitaliza a pele (Sampaio, 2011; Soares *et al.*, 2014). O óleo também é utilizado na hidratação dos cabelos e tratamentos de peles com acne (Briani, 2015).

Neste contexto, a indústria vem investindo na produção de cosméticos a base de óleo de buriti, pois estudos *in vitro* têm mostrado a ação cicatrizante desse óleo associado ao gel de quitosana, bem como, sua ação antibacteriana contra as cepas *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*, que são comumente encontradas em infecções de pele (Ferreira *et al.*, 2020). O óleo das polpas de buriti também tem apresentado significativa atividade antioxidante, atribuída à presença de carotenoides neste produto (Ferreira *et al.*, 2020; Michalak *et al.*, 2021; Bensaada *et al.*, 2022). Ainda na área cosmética, o óleo de buriti tem sido utilizado como emoliente, protegendo a pele do ressecamento provocado pelo sol e tem mostrado ação fotoprotetora (Amorim *et al.*, 2021; Parente *et al.*, 2022).

Entretanto, testes *in vitro* mostraram que o óleo do fruto de *M. flexuosa* apresentou um baixo valor de fotoproteção, porém, quando associado a uma formulação que já possuía fotoprotetor sintético, o efeito foi potencializado. Desta forma, o óleo pode ser utilizado em combinação com outros filtros

para potencializar a ação fotoprotetora das formulações. Este efeito tem sido atribuído aos compostos fenólicos presentes no óleo (Oliveira *et al.*, 2016; Parente *et al.*, 2022).

A comercialização dos produtos de buriti tais como óleos e polpas estão entre as principais fontes de renda para muitas famílias em diversas regiões do Brasil, junto com a agricultura de subsistência e a criação de gado. O destino da produção é, em grande parte, para empresas produtoras de cosméticos (Sampaio, 2011; Rufino *et al.*, 2017).

Apesar deste cenário promissor, buscas em bancos de dados científicos mostram que a caracterização química dos extratos dos resíduos, frutos (cascas, polpas e sementes), folhas, caule e raiz, bem como dos óleos fixos e voláteis, oriundos de diversas partes da planta, ainda é escassa. Neste sentido, os recentes avanços na tecnologia trouxeram uma revolução na maneira pela qual os produtos naturais são visualizados e consultados, já que técnicas como a Ressonância Magnética Nuclear, a Cromatografia Líquida Acoplada a Espectrometria de Massas e Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas, têm sido ferramentas úteis para analisar o perfil químico de misturas complexas, uma vez que um extrato bruto de plantas, por exemplo, pode apresentar cerca de 300-500 componentes distintos. Por isso, tais técnicas são fundamentais para realizar estudos fitoquímicos direcionados à busca de compostos potencialmente bioativos (Dixon *et al.*, 2003; Roesler *et al.*, 2007; Müller; Hemphill, 2013).

Além disso, também são escassos os estudos relacionados ao seu potencial biológico que pode ser utilizado por indústrias farmacêuticas, cosméticas e alimentícias. O avanço no conhecimento sobre os potenciais do buriti pode contribuir para ações econômicas e sociais e, agregando ainda mais valor a este fruto brasileiro..

MANGABA - *Hancornia speciosa* Gomes

Figura 3 - Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). A) Frutos. B) Fruto e Látex. C) Fruto da Mangaba.
Crédito das imagens: Paulo Robson de Souza.



Hancornia speciosa Gomes (Apocynaceae) (Figura 3), popularmente conhecida como mangaba, é uma árvore frutífera nativa do Brasil, com ampla distribuição geográfica que se estende do Nordeste do Brasil até a Bolívia e, no Brasil, ocupa grande parte dos biomas Cerrado e Caatinga (Nabout *et al.*, 2016).

Os frutos da mangabeira são de grande importância socioeconômica, bem como, uma importante fonte de renda para a agricultura familiar nas áreas onde ocorrem. São apreciados *in natura* pelas populações locais, mas também são processados em doces, sucos, sorvetes, geleias e outros derivados (Vieira *et al.*, 2006; Nabout *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2020). O chá das folhas é popularmente utilizado para amenizar dores de cólicas menstruais, e o decoto da raiz é usado para tratar luxações e hipertensão (Vieira *et al.*, 2006).

A partir de bases de dados científicos, foram identificados metabólitos secundários nos frutos de mangaba que podem justificar seu uso na produção de cosméticos pois, tais produtos naturais podem apresentar propriedades fotoprotetora, anti-inflamatória, antioxidante/antienvelhecimento e clareadora de pele. Os frutos da mangaba, bem como plantas em geral, apresentam diferentes perfis químicos de acordo com a parte do fruto analisada (casca, polpa ou semente). Assim, quercetina e seus derivados tais como rutina, quercetina 3-O-glicosídeo, quercetina 3-O-raminogalactosídeo, quercetina 3-O-galactosídeo e quercetina-pentosídeo foram identificados nos extratos das polpas dos frutos de mangaba (Almeida *et al.*, 2021; Dutra *et al.*, 2017; Marques *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2022; Torres-Rêgo *et al.*, 2016; de Yamashita *et al.*, 2020; Zitha *et al.*, 2022). A literatura tem apontado diversas propriedades, entre elas a atividade antioxidante, para a quercetina e seus derivados (Arruda *et al.*, 2022; Deepika; Maurya, 2022). No contexto da cosmetologia, estes metabólitos podem ser inseridos na forma de extratos e/ou como substâncias puras, em formulações dermocosméticas como géis, cremes e sérums.

A atividade antioxidante pode ser usada para adiar ou minimizar os efeitos do envelhecimento da pele por meio da perda de radicais livres (Araújo *et al.*, 2016). Ainda em relação à presença de compostos fenólicos, Dutra e colaboradores (2017) detectaram a presença de ácido elágico nas polpas dos frutos de mangaba. Este metabólito secundário é produzido nas plantas a partir da hidrólise de taninos, como o elagitanino e a geranina (Draeos *et al.*, 2013), e é usado na indústria cosmética como agente clareador (Ortiz-Ruiz *et al.*, 2016).

A tirosinase é a enzima que atua na biossíntese do pigmento melanina, o qual dá cor e protege a pele da radiação ultravioleta. No entanto, o acúmulo de melanina em partes específicas da pele pode resultar em hiperpigmentações. Assim, inibidores da tirosinase como ácido gálico e ácido kójico também são usados em medicamentos e cosméticos como agentes clareadores (Sivério *et al.*, 2013; Ortiz-Ruiz *et al.*, 2016).

O extrato dos frutos de *H. speciosa*, nos testes *in vivo*, demonstrou atividade anti-inflamatória, sugerindo que esta propriedade pode parcialmente ser atribuída às suas moléculas bioativas, especialmente a rutina e o ácido clorogênico, que podem atuar de maneira sinérgica potencializando o efeito biológico (Torres-Rêgo *et al.*, 2016).

Como citado anteriormente, apesar do enfoque deste trabalho ser a busca de dados científicos que comprovem o potencial de frutos do Cerrado para uso na produção de fitocosméticos, vale ressaltar que Panontin e colaboradores (2021) relataram, por meio de testes *in vitro*, que o extrato do caule de *H. speciosa*, apresentou atividade antioxidante cujo resultado foi atribuído à presença de compostos fenólicos. Quando o extrato foi inserido na formulação cosmética de sérum facial, este também apresentou atividade antioxidante.

Os extratos da folha e do caule, separadamente, de *H. speciosa*, apresentaram saponinas que produziram espumas estáveis sem o uso de estabilizantes. Estes resultados indicam que estes extratos podem ser utilizados na produção de fitocosméticos como xampus e sabonetes. Embora a espuma não influencie no poder de limpeza das formulações, é um aspecto importante para a aceitação do produto no mercado (Chaves *et al.*, 2020). Vale ressaltar que o extrato da entrecasca de *H. speciosa*, quando submetido ao teste de determinação *in vitro* do Fator de Proteção Solar (FPS), não apresentou potencial fotoprotetor nas concentrações testadas (Violante *et al.*, 2009).

GUAVIRA - *Campomanesia adamantium* O. Berg

Figura 4 - Frutos de guavira (*Campomanesia* sp.). Créditos da imagem: Guilherme Fiorese da Silva de Moraes.



O gênero *Campomanesia* pertence à família Myrtaceae, a qual possui ampla distribuição geográfica no Brasil e em todos os seus domínios fitogeográficos (Maia; Cruz, 2023). Myrtaceae é uma das maiores famílias de eudicotiledôneas, com cerca de 5.700 espécies e 130 gêneros distribuídos em todo o mundo (Almeida *et al.*, 1998; Maia; Cruz, 2023). No Brasil, são catalogadas aproximadamente 27 gêneros e 1.026 espécies, sendo o gênero *Campomanesia* um dos mais bem estabelecidos desta família, ocorrendo no Centro-Oeste e em outras regiões do Brasil (Landrum, 1986; Vieira *et al.*, 2006; Maia; Cruz, 2023).

Espécies do gênero *Campomanesia* são conhecidas popularmente como guavira, gabiropa, guaviroba ou guabiroba (Almeida *et al.*, 1998). Em alguns municípios do Estado do Mato Grosso do Sul, os frutos da guavira são apreciados na alimentação e auxiliam na economia local, pois são utilizados na produção de picolés, licores, sorvetes, sucos e geleias (Souza *et al.*, 2014; Cardoso, 2021). Por isso, pela Lei n. 5.082/2017, o fruto da guavira (*Campomanesia sp.*) (Figura 4) tornou-se símbolo do estado do Mato Grosso do Sul, e sua inserção foi autorizada em todas as divulgações turísticas deste estado (Diário Oficial de Mato Grosso do Sul, 2017), incentivando a cultura regional e a preservação da espécie.

A partir de um levantamento de informações em bases de dados científicos, citados anteriormente, dos últimos dez anos, entre as espécies do gênero *Campomanesia*, foi observado que *C. adamantium* apresentava um maior número de estudos, ocorrendo em diversas regiões do Brasil, mas sendo encontrada principalmente no bioma Cerrado (Araújo *et al.*, 2023; Vieira *et al.*, 2006; Lima *et al.*, 2017).

Estudos têm mostrado que a polpa dos frutos apresenta ação antiproliferativa contra células de melanoma murino e atividade antioxidante *in vitro* que protege contra agentes indutores de estresse oxidativo em um modelo de hepatotoxicidade celular (Oliveira *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2018; Araújo *et al.*, 2023). Vale ressaltar que os frutos de *C. adamantium* também podem agregar muito valor às formulações cosméticas. Isto porque, testes *in vitro* mostraram que o extrato alcóolico das polpas dos frutos de *C. adamantium* possui expressiva atividade antioxidante, superior à observada para os extratos de outros frutos, tais como de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) e caju do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz). Neste trabalho, esta atividade foi atribuída a presença de catequina, detectada apenas nos frutos de *C. adamantium* (Alves *et al.*, 2017). O extrato aquoso

das polpas de guavira (*C. adamantium*), em testes *in vivo*, apresentou ausência de toxicidade, e aumentou a expectativa de vida do modelo experimental *in vivo* *Caenorhabditis elegans*. Além disso, esse extrato promoveu proteção contra o estresse térmico e oxidativo, e regulou positivamente as enzimas antioxidantes superóxido dismutase e glutathione S-transferase. Estes resultados evidenciam *in vitro* e *in vivo*, principalmente, o potencial do extrato aquoso das polpas de guavira na prevenção do estresse oxidativo e na promoção da longevidade (Araújo *et al.*, 2023).

O extrato hidroetanólico das cascas dos frutos de *C. adamantium* mostrou atividades anti-hiperalgésica e antidepressivas em roedores, sem causar toxicidade nas doses avaliadas, e potencial anti-inflamatório (Souza *et al.*, 2017). Esta última atividade é particularmente útil em cosméticos, por prevenir doenças inflamatórias cutâneas e ceratoses actínicas (Lin *et al.*, 2017). Adicionalmente, o extrato hidroalcoólico das cascas apresenta efeitos anti-inflamatórios através da inibição das ciclooxigenases 1 e 2 (Souza *et al.*, 2017; Lecano *et al.*, 2018).

O óleo das sementes dos frutos de *C. adamantium*, cuja constituição química apresentou os ácidos palmítico e oleico como os compostos majoritários, também demonstrou grande potencial para uso em cosméticos, uma vez que possui atividade antioxidante *in vitro* frente ao radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH) e elevada estabilidade oxidativa (Machate *et al.*, 2020).

Embora o objetivo deste trabalho seja o de ressaltar o potencial de alguns frutos do Cerrado, já com alguma importância econômica, para uso em cosméticos, vale destacar que os extratos das folhas de *C. xanthocarpa* e *C. adamantium* apresentaram significativas concentrações de compostos fenólicos e, quando utilizados em conjunto com octil metoxinamato, um protetor solar sintético, conseguiram potencializar o efeito fotoprotetor da formulação contendo tais misturas (Catelan *et al.*, 2019).

São diversos os estudos realizados com o óleo essencial extraído de *C. adamantium* (Coutinho *et al.*, 2008; Cardoso *et al.*, 2009; Coutinho *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2020). No entanto, merece destaque o estudo conduzido por Vallilo e colaboradores (2006), no qual foram identificados os componentes voláteis do óleo essencial, monoterpenos e sesquiterpenos, dos frutos inteiros (polpa, casca e sementes) de *C. adamantium*, responsáveis pelo aroma agradável exalado do óleo essencial. Por outro lado, o óleo essencial extraído das cascas e

sementes, separadamente, dos frutos de *C. adamantium* apresentou, em ambos os produtos, o limoneno como composto majoritário. Além disso, tanto o óleo essencial extraído das cascas quanto o das sementes, agiram como atenuantes de dor inflamatória em roedores e não apresentaram sinais de toxicidade clínica (Viscardi *et al.*, 2017).

As potenciais aplicações da guavira (*C. adamantium*) em formulações cosméticas vêm sendo estudadas pelo grupo de Pesquisa de Produtos Naturais Bioativos – PRONABio, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, dentro do programa de extensão universitária denominado “Trilha Rupestre”, que cria ações de inovação social e desenvolvimento sustentável através da bioeconomia para desenvolvimento da região norte de Mato Grosso do Sul, utilizando-se da popularização científica de estudos e conhecimentos produzidos em diferentes áreas e cursos da UFMS, a serem aplicados diretamente na comunidade. Nossos esforços têm sido voltados à investigação de matérias primas vegetais para o desenvolvimento de produtos com características regionais e ao estudo de aproveitamento dos resíduos do processamento alimentício. Nesse contexto, os trabalhos desenvolvidos com a guavira, amplamente apreciada no estado de MS como fruto comestível, merecem destaque. As polpas da guavira são utilizadas na fabricação de produtos alimentícios diversos, e durante o processo de preparo dessas, as cascas e as sementes são subaproveitadas. Entretanto, nossos resultados apontaram que tais resíduos apresentam bom rendimento na extração de óleo essencial, com aroma único característico deste fruto e fragrância agradável. Desse modo, uma linha de fitocosméticos e aromatizadores à base de guavira foi produzida (Figura 5), empregando-se os óleos essenciais e extratos obtidos das cascas e dos resíduos (cascas e sementes) da guavira (processo patentário número BR 1020230237657).

Figura 5 - Fitocosméticos e aromatizadores produzidos à base de guavira. A) Linha de cosméticos à base de guavira; B-C) Sabonetes e óleo essencial de guavira (ao fundo). Créditos das imagens: A: Denis C. Feliz. B-C: Guilherme Fiorese da Silva de Moraes.



O óleo essencial das plantas pode ser utilizado na produção de alimentos, medicamentos, cosméticos e perfumes. Neste contexto, apesar do Brasil ser um importante produtor e exportador de óleo essencial para o mercado internacional há quase 100 anos e, apresentar uma arrecadação geral no período entre 2014-2018 de cerca de US\$ 220 milhões por ano, ainda são poucas as espécies brasileiras exploradas comercialmente (Bizzo *et al.*, 2009; Bizzo *et al.*, 2022).

Da mesma forma como está sendo com *C. adamantium*, outras espécies nativas ou que ocorrem no Cerrado podem ser utilizadas para desenvolver produtos com bases naturais, ou mesmo potencializar um princípio ativo através de combinações sinérgicas com substâncias sintéticas. Assim, a conservação da biodiversidade combinada com o uso sustentável deste rico bioma, pode proporcionar benefícios da mesa à farmácia.

Uma síntese das principais propriedades químicas e biológicas apresentadas pelas plantas discutidas no presente trabalho encontram-se compiladas na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo das principais propriedades do pequi, buriti, mangaba e guavira, com potencial uso cosmético.

Espécie	Parte utilizada	Atividade	Referências
<i>Caryocar brasiliense</i> (pequi)	Polpa (óleo)	Cicatrizante	Miranda-Vilela <i>et al.</i> , 2009; Faria-Machado <i>et al.</i> , 2015; Bertolino <i>et al.</i> , 2019
		Anti-inflamatória	Aguilar <i>et al.</i> , 2012; Junior <i>et al.</i> , 2020
		Antioxidante	Aguilar <i>et al.</i> , 2012; Junior <i>et al.</i> , 2020
		Fotoprotetor	Pegorin <i>et al.</i> , 2020
	Resíduo da polpa (Extrato)	Fotoprotetor	Pegorin <i>et al.</i> , 2022
<i>Mauritia flexuosa</i> (buriti)	Polpa (óleo)	Tratamento de queimaduras causadas pelo sol	Souza <i>et al.</i> , 2018
		Hidratação dos cabelos Tratamentos contra acne	Sampaio, 2011
		Cicatrizante Antibacteriano	Ferreira <i>et al.</i> , 2020
		Antioxidante	Ferreira <i>et al.</i> , 2020; Michalak <i>et al.</i> , 2021; Bensaada <i>et al.</i> , 2022
		Fotoprotetor Emoliente	Amorim <i>et al.</i> , 2021; Parente <i>et al.</i> , 2022
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes (mangaba)	Polpa (extrato)	Clareador	Dutra <i>et al.</i> , 2017 Draeos <i>et al.</i> , 2013 Ortiz-Ruiz <i>et al.</i> , 2016
		Anti-inflamatória	Torres-Rêgo <i>et al.</i> , 2016
Campomanesia adamantium (guavira)	Polpa (extrato)	Antioxidante	Alves <i>et al.</i> , 2017
	Sementes (óleo)	Antioxidante	Machate <i>et al.</i> , 2020

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, apesar dos frutos descritos anteriormente serem de relevância econômica, existem poucos estudos sobre seus respectivos perfis químicos, propriedades biológicas e caracterizações físico-químicas, e seus benefícios à saúde

humana ainda permanecem pouco explorados cientificamente, ou, em alguns casos, inexplorados. Isso resulta em reflexos negativos para o desenvolvimento de produtos e para a inserção de tais frutos no agronegócio brasileiro, pois não há um conhecimento dos seus respectivos potenciais de aproveitamento. Assim, há a necessidade de incentivo à realização de novas pesquisas etnofarmacológicas, pois no Cerrado ainda existem diversas espécies desconhecidas e, portanto, não catalogadas, que podem apresentar substâncias bioativas de interesse para produção de fitocosméticos, nutracêuticos e medicamentos. Além disso, estes resultados, podem fornecer ferramentas para o desenvolvimento sustentável do Cerrado Sul-mato-grossense por meio da valorização de frutos nativos da região, gerando renda para as populações locais e proteção ambiental por meio da redução de áreas destinadas a pastagens e plantio.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos órgãos de fomento à pesquisa Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT-MS, processo 342/2022), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Programa de Extensão Universitária Trilha Rupestre: Inovações e tecnologias sociais na bioeconomia local, Edital de Divulgação nº 114/2021-PROECE/UFMS). Agradecimentos especiais à professora Dra. Raquel Pires Campos (Faculdade de Ciências Farmacêuticas e Alimentos-UFMS), ao Sr. Rodrigo Borghezán (Cerrado em Pé), e à Sra. Ana Cristina de Araújo Ajala (Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural-AGRAER/MS), por cederem as cascas e resíduos de guavira utilizados no desenvolvimento da pesquisa. Os autores agradecem o Professor Dr. Paulo Robson de Sousa, o Sr. Denis C. Feliz e Sr. Guilherme Fiorese da Silva Moraes, pelas imagens cedidas.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, E. C. *et al.* Paradoxical effect of a pequi oil-rich diet on the development of atherosclerosis: balance between antioxidant and hyperlipidemic properties. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 45, p. 601-609, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2012007500074>>.
- AMARAL, F. B. *et al.* *Caryocar brasiliense* supercritical CO₂ extract possesses antimicrobial and antioxidant properties useful for personal care products. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 14, p. 1-7, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/1472-6882-14-73>>.
- ALMEIDA, F. L. C. *et al.* Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) beverage as an alternative wine. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, p. 1-11, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/JFPP.15779>>.
- ALMEIDA, S. P. *et al.* **Cerrado: espécies vegetais úteis**. 1. ed. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1998. 464 p. ISBN: 85-86764-02-7.
- ALVES, A. M. *et al.* Ascorbic acid and phenolic contents, antioxidant capacity and flavonoids composition of Brazilian Savannah native fruits. **Food Science and Technology**, v. 37, p. 564-569, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-457X.26716>>.
- AMARAL, F. B. *et al.* *Caryocar brasiliense* supercritical CO₂ extract possesses antimicrobial and antioxidant properties useful for personal care products. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 14, p. 1-7, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-73>>.
- AMORIM, V. R. *et al.* Anti-inflammatory mechanisms of fruits and by-products from *Mauritia flexuosa*, an exotic plant with functional benefits. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 84, p. 441-457, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15287394.2021.188167>>.
- ARAÚJO, L. C. A. *et al.* *Campomanesia adamantium* O Berg. fruit, native to Brazil, can protect against oxidative stress and promote longevity. **PLoS ONE**, v. 18, p. 1-24, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294316>>.
- ARAÚJO, S. V. *et al.* Avaliação do potencial antioxidante do extrato de *Tamarindus indica* L. para aplicação em fitocosméticos. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 37, p. 1-7, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17985>>.
- ARRUDA, H. S. *et al.* Underexploited Brazilian Cerrado fruits as sources of phenolic compounds for diseases management: A review. **Food Chemistry**, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.100148>>.
- BAILÃO, E. F. L. C. *et al.* Bioactive compounds found in Brazilian Cerrado fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 23760-23783, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijms161023760>>.
- BAPTISTA, A. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activities of crude extracts and fractions of Cashew (*Anacardium occidentale* L.), Cajui (*Anacardium microcarpum*), and Pequi (*Caryocar brasiliense* C.): a systematic review. **Oxid Med Cell Longev**, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2018/3753562>>.
- BENSAADA, H. *et al.* Antioxidant activity of polyphenols, from *Mauritia flexuosa* (Aguaje), based on controlled dehydration. **Molecules**, v. 27, p. 1-9, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/molecules271030>>.

- BERTOLINO, J. F. *et al.* Aplicabilidade do óleo de pequi na cicatrização. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer Goiânia**, v. 16, p. 229-242, 2019.
- BEZERRA, N. K. M. S. *et al.* A ação do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) no processo cicatricial de lesões cutâneas em ratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 875-880, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_061>.
- BIZZO, H. R. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, p. 588-594, 2009.
- BIZZO, H. R. *et al.* O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, p. 949-58, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170889>>.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 30, de 1º de junho de 2012.** Dispõe sobre Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 4 de junho de 2012.
- CARDOSO, C. A. L. *Campomanesia adamantium*: uma planta nutracêutica e medicinal. In: Cardoso, C. A. L. (Org.). **Plantas do gênero Campomanesia**: potenciais medicinal e nutracêutico. 1. ed. Dourados: UEMS, 2021. p. 30.
- CARELLE, J. S. *et al.* Composição nutricional de frutos do Cerrado mato grossense: cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile* A.St.-Hil.), curriola (*Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.) e inharé (*Brosimum gaudichaudii* Trécul). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 80, p. 1-8, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.53393/rial.2021.v.80.37247>>.
- CATELAN, T. B. S. *et al.* (2019). Evaluation of the *in vitro* photoprotective potential of ethanolic extracts of four species of the genus *Campomanesia*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 197, p. 1-26, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2019.04.009>>.
- CHAVES, S. M. *et al.* Screening fitoquímico da folha e caule da *Hancornia speciosa* Gomes (mangabeira) com finalidade de bioprospecção cosmética. **Brazilian Journal of Health Review**, p. 1-11, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34119/bjhrv3n1-095>>.
- COSTA, G. P. **Estudo da atividade antioxidante de folhas e polpa de *Annona crassiflora* Mart. para utilizar como fitocosmético.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Biociências) - Faculdade de Ciências e Letras de Assis – UNESP. Universidade Estadual Paulista, 2017.
- COUTINHO, I. D. *et al.* Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Guavira). **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, p. 767-776, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1984-82502009000400022>>.
- COUTINHO, I. D. *et al.* Identification of the volatile compounds of leaves and flowers in guavira (*Campomanesia adamantium* O. Berg.). **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, p. 405-407, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2008.9700041>>.
- CRAGG, G. M. *et al.* Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. **Journal of Natural Products**, v. 83, p. 770-803, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>>.
- DEEPIKA; MAURYA, P. K. Health benefits of quercetin in age-related diseases. **Molecules**, v. 27, p. 1-14, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/molecules27082498>>.

- DIXON, R. A. *et al.* Plant metabolomics: large scale phytochemistry in the functional genomics era. **Phytochemistry**, v. 62, p. 817-836, 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(02\)00708-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(02)00708-2)>.
- DONADO-PESTANA, C. M. *et al.* Phenolic compounds from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) fruit prevent body weight and fat mass gain induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**, v. 77, p. 177-185, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.044>>.
- DRAELOS, Z. *et al.* Depigmentation, skin physiology, and a novel approach to skin lightening. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 12, p. 247-253, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jocd.12066>>.
- DUTRA, R. L. T. *et al.* Bioaccessibility and antioxidant activity of phenolic compounds in frozen pulps of Brazilian exotic fruits exposed to simulated gastrointestinal conditions. **Food Research International**, v. 100, p. 650-657, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.047>>.
- FERREIRA, M. O. G. *et al.* Biocompatible gels of chitosan–buriti oil for potential wound healing applications. **Materials**, v. 13, p. 1-17, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ma13081977>>.
- FERREIRA, M. E. Bioma Cerrado: passado, presente e... futuro (?). **Revista UFG**, v. 7, p. 8-13, 2009.
- FRESHNEY, I. R. **Culture of animal cells. A manual of basic technique**. 5. ed. New York: Wiley-Liss, 2005.
- GEORGIEV, V. *et al.* Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. **Nutrients**, v. 6, p. 391-415, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu6010391>>.
- JUNIOR, A. J. *et al.* Analgesic and anti-inflammatory effects of *Caryocar brasiliense*. **Anti-inflammatory & Antiallergy Agents in Medicinal Chemistry**, v. 19, p. 313-322, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.2174/1871523018666190408144320>>.
- LEÃO, D. P. *et al.* Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit byproducts. **Food Chemistry**, v. 225, p. 146-153, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.027>>.
- LESCANO, C. H. *et al.* Effect of polyphenols from *Campomanesia adamantium* on platelet aggregation and inhibition of cyclooxygenases: molecular docking and *in vitro* analysis. **Frontiers in Pharmacology**, v. 9, p. 1-13, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/FPHAR.2018.00617>>.
- LIMA, E. S. *et al.* Antiproliferative activity of extracts of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg and isolated compound dimethylchalcone against B16-F10 murine melanoma. **PLOS One**, v. 21, p. 1024-34, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1089/JMF.2018>>.
- LIN, T. K. *et al.* Anti-Inflammatory and skin barrier repair effects of topical application of some plant oils. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, p. 1-21, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijms19010070>>.
- LIU, J. K. Natural products in cosmetics. **Natural Products and Bioprospecting**, v. 12, p. 1-43, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13659-022-00363-y>>.
- MACHATE, D. J. *et al.* Fatty acid profile and physicochemical, optical and thermal characteristics of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seed oil. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 538-544, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/fst.32719>>.
- MAGALHAES, P. K. A. *et al.* Ethnobotanical and ethnopharmacological study of medicinal plants used by a traditional community in Brazil's northeastern. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, p. 1-11, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.237642>>.

MAIA, V. C.; CRUZ, K. D. D. *Cecidomyiidae* (Diptera) on Myrtaceae in Brazil: richness and geographic distribution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, p. 1-18, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0001-3765202320200684>>.

MATO GROSSO DO SUL. **Lei n. 5.082/2017**. Declara a guavira (*Campomanesia* spp.) como fruto símbolo do Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Legislação Estadual do Mato Grosso do Sul. Campo Grande: Assembleia Legislativa do Estado do Mato Grosso do Sul, 2017.

MICHALAK, M. *et al.* Bioactive compounds for skin health: a review. **Nutrients**, v. 13, n. 203, p. 6-31, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu13010203>>.

MIRANDA-VILELA, A. L. *et al.* Characterization of the major nutritional components of *Caryocar brasiliense* fruit pulp by NMR spectroscopy. **Química Nova**, v. 32, p. 310-3, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000900013>>.

MÜLLER, J.; HEMPHILL, A. New approaches for the identification of drug targets in protozoan parasites. **International Review of Cell and Molecular Biology**, v. 301, p. 359-401, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407704-1.00007-5>>.

NABOUT, J. C. *et al.* The impact of global climate change on the geographic distribution and sustainable harvest of *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae) in Brazil. **Environmental Management**, v. 57, p. 814-821, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00267-016-0659-5>>.

NERI-NUMA, I. A. *et al.* Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345-360, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.053>>.

OKEREKE, J. N. *et al.* Possible health implications associated with cosmetics: a review. **Science Journal of Public Health**, v. 3, p. 58-63, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.11648/j.sjph.s.2015030501.21>>.

OLIVEIRA, A. I. T. *et al.* Chemical composition and antimicrobial potential of palm leaf extracts from babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), and Macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Scientific World Journal**, v. 2016, p. 1-10, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2016/9734181>>.

OLIVEIRA, F. T. *et al.* *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells against carbon tetrachloride induced toxicity. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 184-93, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2014.11.018>>.

OLIVEIRA, K. S. *et al.* Extrativismo e geração de renda da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em região litorânea do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, p. 291-304, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33240/rba.v15i5.22898>>.

OLIVEIRA, V. B. *et al.* Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, p. 170-179, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.011>>.

ORTIZ-RUIZ, C. V. *et al.* Action of ellagic acid on the melanin biosynthesis pathway. **Journal of Dermatological Science**, v. 2, p. 115-122, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jdermsci.2016.02.004>>.

PANONTIN, J. F. *et al.* Avaliação da atividade despigmentante do extrato hidroetanólico da casca do fruto do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 1-7, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-384>>.

- PARENTE, L. B. *et al.* Análise *in vitro* da atividade antioxidante e determinação do FPS de formulações dermocosméticas contendo óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). **Research, Society and Development**, v. 11, p. 1-12, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32917>>.
- PEGORIN, G. S. A. *et al.*. Development of a phytocosmetic enriched with pequi (*Caryocar Brasiliense* Cambess) oil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 63, p. 1-15, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2020190478>>.
- PEGORIN, G. S. A. *et al.* A sustainable raw material for phytocosmetics: the pulp residue from the *Caryocar brasiliense* oil extraction. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 32, p. 827-833.
- PIRES, J. *et al.* Healing of dermal wounds property of *Caryocar brasiliense* oil loaded polymeric lipid-core nanocapsules: formulation and *in vivo* evaluation. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 150, p. 1-9, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ejps.2020.105356>>.
- POLONINI, H. C. *et al.* Natural photoprotectors as an instrument of primary action in the prevention of skin cancer. **Revista APS**, v. 14, p. 216-23, 2011.
- RATAJCZAK, P. *et al.* The growing market for natural cosmetics in Poland: consumer preferences and industry trends. **Clinical Cosmetical Investigational Dermatology**, v. 21, p. 1877-1892, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.2147/CCID.S411032>>.
- RIBEIRO, E. M. G. A. *et al.* Conhecimento etnobotânico sobre o buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) em comunidades rurais do município de Currais, Sul do Piauí, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 28, p. 1-8, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21707/gsv8i2.22415>>.
- RIBEIRO, R. V. *et al.* Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 205, p. 69-102, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.04.023>>.
- ROESLER, R. *et al.* Atividade antioxidante de frutas do Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 53-60, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100010>>.
- ROMERO, V. *et al.* Diferenças entre cosméticos orgânicos e naturais: literatura esclarecedora para prescritores. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 10, n. 3, p. 188-193, 2018.
- RUFINO, J. P. F. *et al.* Análise econômica da inclusão de farinha do resíduo de buriti na alimentação de poedeiras comerciais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 732-738, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170085>>.
- SAMPAIO, M. B. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do buriti**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2011.
- SANO, E. E. *et al.* Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, p. 113-124, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10661-009-0988-4>>.
- SANTOS, E. L. *et al.* Metabolomic profiling and assessment of antimicrobial, antioxidant and genotoxic potential of *Unonopsis guatterioides* R.E.Fr. (Annonaceae) fruits. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 16, p. 105133, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.arabj.2023.105133>>.
- SANTOS, P. S. *et al.* Phytochemical and antioxidant composition in accessions of the mangaba active germplasm bank. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 228-235, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n123rc>>.

SANTOS, R. S. *et al.* Bioactive compounds and hepatoprotective effect of *Hancornia speciosa* Gomes fruit juice on acetaminophen-induced hepatotoxicity *in vivo*. **Natural Product Research**, v. 36, p. 2565-2569, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1902324>>.

SILVA, P. M. *et al.* Natural products from the Brazilian Caatinga as a sustainable source of phytocosmetics: a review. **Research, Society and Development**, v. 11, p. 1-13, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd>

SOUZA, J. C. *et al.* Toxicological analysis and antihyperalgesic, antidepressant, and anti-inflammatory effects of *Campomanesia adamantium* fruit barks. **Nutritional neuroscience**, v. 20, p. 23-31, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1179/1476830514Y000000145>>.

SOUZA, N. R. F. *et al.* Aspectos ecológicos e potencial econômico do buriti (*Mauritia flexuosa*). **Centro Científico Conhecer**, v. 5, p. 535-549, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2018a52>.

TORRES-RÊGO, M. *et al.* Anti-inflammatory activity of aqueous extract and bioactive compounds identified from the fruits of *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae). **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 16, p. 1-10, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12906-016-1259-x>>.

VALLILO, M. I. *et al.* Identificação de terpenos no óleo essencial dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg – Myrtaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v. 18, p. 15-22, 2006.

VASCONCELOS, E. A. Healing action of passion fruit and pequi creams on induced skin lesions in mice. **International Journal of Pharmaceutical Science Invention**, v. 6, p. 36-43, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.33362/ries.v8i11497>>.

VIEIRA, R. F. *et al.* **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p. 102, 163, 191, 320.

VIOLANTE, I. M. P. *et al.* Avaliação *in vitro* da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 452-457, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000300020>>.

VISCARDI, D. Z. *et al.* Seed and peel essential oils obtained from *Campomanesia adamantium* fruit inhibit inflammatory and pain parameters in rodents. **PLoS One**, v. 12, n. 2, p. 1-15, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157107>>.

YAMASHITA, F. O. *et al.* Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) fruit juice decreases acute pulmonary edema induced by *Tityus serrulatus* venom: Potential application for auxiliary treatment of scorpion stings. **Toxicon**, v. 179, p. 42-52, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.02.025>>.

YOSHIDA, N. C. *et al.* **Uso da combinação de óleo essencial de guavira e hidrolato de guavira, composição de perfume e método de preparo de composição de perfume**. PATENTE: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10202302376, 2023, Brasil. Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 13/11/2023.

ZHANG, X. *et al.* Bioactive bibenzyl derivatives and fluorenones from *Dendrobium nobile*. **Journal of Natural Products**, v. 70, p. 24-28, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/np060449r>>.

ZITHA, E. Z. M. *et al.* Impact of processing and packages on bioactive compounds and antioxidant activity of Mangaba Jelly. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1-10, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/fst.28221>>.

FRUTAS DO CERRADO COMO ADJUNTOS CERVEJEIROS

Wellington Barros dos Santos
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Renata Lília Vieira Rigo
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

John Maycon Silva Santos
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Glêndara Aparecida de Souza Martins
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Claudia Cristina Auler do Amaral Santos
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

RESUMO

A incorporação de frutas do Cerrado como adjuntos cervejeiros tem ganhado destaque devido à agregação de sabor, aroma e compostos bioativos, como carotenoides e polifenóis à cerveja. Este capítulo examina o crescimento do mercado de cervejas no Brasil, abordando a legislação associada à adição de adjuntos na produção de cerveja. Além disso, são discutidas as etapas de produção em que as frutas podem ser incorporadas, influenciando características sensoriais, tecnológicas e nutricionais. Essa revisão contribui para promover o uso de frutas do Cerrado como adjuntos cervejeiros, destacando seu potencial impacto na preservação ambiental através do ecoextrativismo e no desenvolvimento econômico regional. A utilização dessas frutas no processo cervejeiro atende às demandas do mercado por cervejas especiais, com características regionais, favorecendo a autenticidade da indústria cervejeira brasileira.

Palavras-chave: Adjuntos Cervejeiros, Cervejas Especiais, *Fruit Beers*, Frutas do Cerrado, Compostos Bioativos.

INTRODUÇÃO

As frutas do Cerrado são consideradas verdadeiras iguarias culinárias da região de abrangência desse rico bioma, e possuem um vasto potencial para aplicações tecnológicas devido às suas propriedades nutricionais e características sensoriais, como cores vibrantes, sabores e aromas únicos. Nesse sentido, com a grande diversidade de frutas autóctones do Cerrado e o crescente interesse na exploração econômica de produtos nacionais, têm sido cada vez mais comum a produção de doces, geleias, óleos, sorvetes, picolés, sucos e cervejas utilizando essas matérias-primas (Arruda, 2017).

A cerveja é uma das bebidas mais antigas da humanidade, sua produção e consumo são amplamente difundidos, sendo a terceira bebida mais consumida a nível global (Cervbrasil, 2021). Atualmente, são produzidos cerca de 1,89 bilhões de hectolitros de cerveja no mundo e o Brasil se destaca por ser o terceiro maior produtor e consumidor da bebida, ficando atrás apenas da China e Estados Unidos (Barth-Has, 2023).

A base comum das cervejas é água, malte, lúpulo e fermento, entretanto diversos estilos cervejeiros podem incorporar ingredientes além do malte de cevada tradicional.

Grãos alternativos, maltados ou não, como arroz, milho e trigo, além de ervas, frutas, mel e especiarias podem ser adicionadas ao processo produtivo, proporcionando uma ampla diversidade de sabores e aromas às cervejas. Essas matérias-primas alternativas são conhecidas como adjuntos cervejeiros (Pereira, 2021).

A inclusão de frutas em cervejas brasileiras tornou-se uma prática crescente a partir de 2014, ano em que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) divulgou uma revisão dos padrões de identidade e qualidade de cerveja, autorizando a utilização de frutas como adjuntos cervejeiros (Brasil, 2014). Os adjuntos cervejeiros podem proporcionar alterações nas características sensoriais da bebida, como aroma, sabor e cor. Nesse sentido, as cervejas com adição de frutas (*Fruit Beers*) são conhecidas pelo aroma frutado intenso, sabor equilibrado, cores vibrantes e frescor oriundo da acidez das frutas.

A adição de frutas como adjuntos pode promover o processo fermentativo devido ao aumento do teor de açúcares no mosto. Além disso, pode

incrementar significativamente o conteúdo de antioxidantes, o que contribui para a estabilidade da espuma e melhora as características nutricionais da cerveja (Meireles *et al.*, 2015).

A adição de frutas do Cerrado à cerveja também está alinhada a práticas sustentáveis, uma vez que grande parte dessas frutas é colhida por comunidades locais, auxiliando na preservação ambiental do Cerrado e no desenvolvimento econômico de áreas rurais, preservando tradições através do ecoextrativismo. Além disso, a inclusão de frutas autóctones na produção de cervejas especiais proporciona oportunidades para valorizar a bebida, conferindo características regionais, que estão em consonância com as atuais demandas de um mercado cada vez mais aberto ao consumo de novos produtos (Paulo, 2021).

Portanto, este capítulo visa construir uma revisão sobre o emprego de frutas autóctones do Cerrado na fabricação de cervejas. Assim, busca-se dar subsídios à prática de adição de frutas do Cerrado como adjuntos cervejeiros, demonstrando suas potencialidades para a cadeia produtiva de cervejas especiais, conferindo a estas bebidas, diferencial tecnológico, sensorial, nutricional e maior valor agregado.

DESENVOLVIMENTO

Mercado cervejeiro

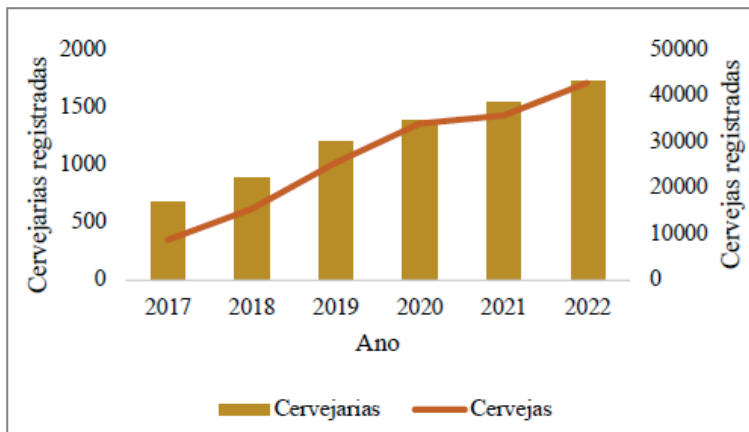
Nos últimos 150 anos a cerveja tornou-se a mais consumida das bebidas alcoólicas.

Mundialmente, são produzidos cerca de 1,89 bilhões de hectolitros de cerveja por ano, sendo a China a maior produtora do mundo, seguida pelos Estados Unidos da América (Barth-Has, 2023). No ano de 2020, o Brasil passou a ocupar o terceiro lugar no ranking mundial de produção de cerveja, posição conquistada com a implementação de uma política de longo prazo voltada para investimentos em fábricas, com inovação e geração de renda e trabalho para o país (Cervbrasil, 2021). Em 2022 a produção anual chegou a 147 milhões de hectolitros, mostrando que a indústria cervejeira segue em expansão (Mapa, 2023).

Conforme dados do Mapa (2023), em 2022, o país contava com 1.729 cervejarias oficialmente registradas, superando a marca de 42.800 registros de

diferentes tipos de cerveja. A Figura 1 ilustra a tendência positiva de expansão no setor. O setor cervejeiro contribuiu com 2,2% de todo o PIB brasileiro em 2021, movimentando cerca de R\$ 175 bilhões, alavancando a economia nacional, empregando cerca de 2,2 milhões de pessoas em toda a cadeia produtiva da cerveja (Couto, 2022).

Figura 1 - Número de registros de estabelecimentos e de cervejas por ano junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil.



Fonte: adaptado de MAPA (2023).

Uso de Adjuntos em Cervejas

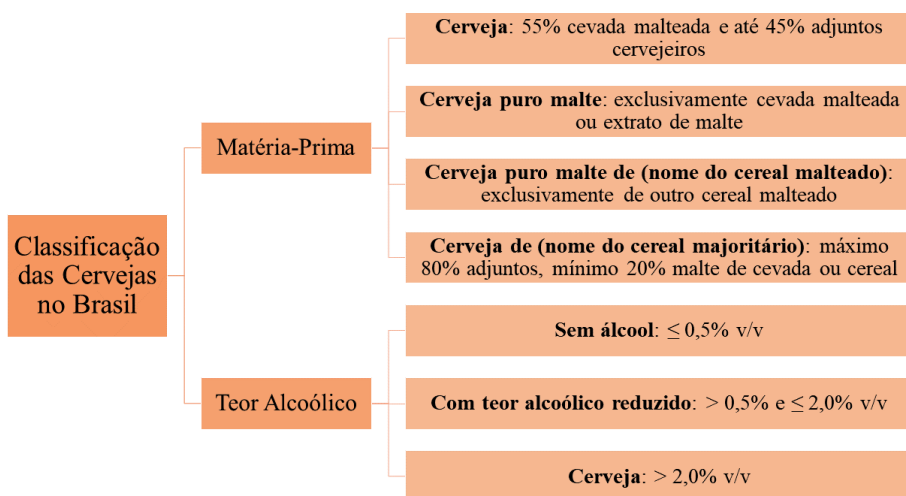
A Lei de Pureza (*Reinheitsgebot*), promulgada em 1516 pelo Duque da Baviera, Guilherme IV, foi a primeira legislação específica para cerveja. Seu objetivo era padronizar a qualidade da cerveja, permitindo apenas malte de cevada, lúpulo e água.

Entretanto, em contraposição à essa lei, o uso de outras matérias-primas remonta aos primórdios da fabricação de cerveja, com registros históricos indicando que diversas culturas antigas incorporavam ingredientes além dos maltes tradicionais em suas receitas. A prática evoluiu ao longo dos séculos, com o emprego de grãos alternativos, como arroz, milho e trigo, além de adições como ervas, frutas e especiarias, proporcionando uma ampla diversidade de sabores e aromas. Atualmente, muitos países aceitam ingredientes adicionais na cerveja (Hofbräuhaus, 2024).

A Lei nº 8.918/1994 e o Decreto nº 6.871/2009, regulamentam o registro de cervejas no Brasil, abrangendo padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização. A Lei nº 8.918/1994 ainda autorizou a criação da Comissão Internacional de Bebidas e o registro no Mapa passou a ser obrigatório. A Instrução Normativa nº 65/2019 do Mapa dispõe sobre classificações, denominações, ingredientes e padrões de rotulagem. Adicionalmente, define adjuntos cervejeiros, permitindo a substituição de até 45% do malte, incluindo cevada não maltada, outros cereais, mel e produtos vegetais. Tais adjuntos devem ser seguros para consumo humano, conforme Decreto nº 9.902, de 2019 (Brasil, 1994; Brasil, 2009; Brasil, 2019a; Brasil, 2019b).

Segundo as diretrizes da Instrução Normativa nº 65/2019 do MAPA, a classificação da cerveja no Brasil é feita com base no teor alcoólico e na proporção de matérias-primas utilizadas, como indicado na Figura 2.

Figura 2 - Classificação de cervejas conforme proporção de matérias-primas e teor alcoólico.



Fonte: adaptado de Brasil (2019a).

Os adjuntos cervejeiros são fontes adicionais de carboidratos e proteínas ao mosto, sendo o milho, trigo, sorgo, cevada não maltada e o arroz, os principais. São utilizados porque geram um extrato primitivo (mosto) mais barato que o produzido com malte de cevada, mas também conferem características benéficas ao produto. O uso de adjuntos pode aumentar os níveis de compostos

bioativos, melhorando a qualidade nutricional, além de conferir novas características sensoriais à cerveja (Cadenas *et al.*, 2021).

A adição de açúcares de fontes alternativas para alcançar a graduação alcoólica e demais características físico-químicas é comumente empregado em cervejas *mainstream*, produzidas em escala industrial, nas quais também é observada uma significativa adição de coadjuvantes como estabilizantes, antioxidantes e conservantes para se adequar aos padrões de produção em larga escala. Por outro lado, a adição de frutas, ocorre predominantemente em cervejas artesanais, e busca incorporar características nutricionais e sensoriais diferenciadas às cervejas especiais (Batista, 2021).

Famílias de cerveja e sua relação com os adjuntos cervejeiros

Apesar de existirem mais de 120 estilos da bebida espalhados pelo mundo, eles estão divididos em três grandes famílias: *Lager*, *Ale* e *Lambic* (Moura-Nunes *et al.* 2016).

Essas famílias são classificadas de acordo com o tipo de fermentação durante a produção da cerveja. As *Lagers* são produzidas por baixa fermentação, que geralmente é realizada entre 6 e 15°C com cepas de leveduras *Saccharomyces pastorianus*, apresentando perfil sensorial suave, ressaltando a influência da maturação prolongada.

Em contraste, as cervejas do tipo *Ale*, são produzidas por alta fermentação, ocorrendo entre 16 e 24°C, com cepas de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, originando uma ampla gama de estilos e sabores, destacando-se pela complexidade aromática e frutada.

Em contraste, as *Lambic*, com seu caráter inconfundível, resultam de uma fermentação espontânea com leveduras selvagens e bactérias, culminando em um perfil ácido e "rústico" (Martínez *et al.*, 2017; Oliveira Neto *et al.*, 2017; Cho *et al.*, 2018).

As diferentes famílias de cerveja podem ser utilizadas para adição de adjuntos, as *Ales* frequentemente incorporam adjuntos como frutas, especiarias e ervas para realçar sua complexidade, enquanto *Lagers* podem se beneficiar de cereais não maltados para proporcionar corpo e sabor adicionais. As *Lambics*,

por sua vez, destacam-se pela adição de frutas frescas, como cerejas e framboesas, intensificando a complexidade sensorial.

Frutas como Adjuntos Cervejeiros

Globalmente, tem-se observado uma crescente demanda por alimentos e bebidas artesanais, que reflete a procura por produtos que apresentem características sensoriais diferenciadas, destacando-se os atributos de sabor, aroma e textura (Sjölander-Lindqvist *et al.*, 2020). Nesse sentido, os adjuntos são utilizados pelos cervejeiros tanto para modificar a qualidade da cerveja (por exemplo, sabor, espuma, estabilidade coloidal) como para permitir a produção de produtos inovadores (Kok *et al.*, 2019).

A incorporação de frutas durante o processo de fabricação da cerveja tem o potencial de conferir aromas e sabores frutados diferenciados, devido à ampla variedade de compostos voláteis, além de enriquecer a cerveja com compostos bioativos, destacando-se o aumento na quantidade de carotenoides e polifenóis (Alves *et al.*, 2020; Nardini e Garauso, 2020).

Embora a inclusão de frutas na cerveja contribua para a incorporação de compostos bioativos, a caracterização desta como uma bebida funcional é impedida devido ao seu teor alcoólico. A designação de funcionalidade aplica-se exclusivamente às cervejas sem álcool, as quais, no contexto brasileiro, são aquelas que, possuem até 0,5% de teor alcoólico (Freitas, 2022).

O Quadro 1 destaca pesquisas sobre a inserção de frutas na produção de cervejas especiais, indicando tendência de crescimento do mercado cervejeiro.

Quadro 1 - Pesquisas científicas desenvolvidas com adição de frutas na produção de cerveja.

Tipo de cerveja	Fruta adicionada	Referência
<i>Cerveja tipo Saison</i>	Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>)	Carneiro (2016)
<i>Cerveja tipo Blonde Ale</i>	Cajá (<i>Spondias mombin</i>)	Freire et al., (2016a)
<i>Cerveja tipo Pale Ale</i>	Siriguela (<i>Spondias purpurea</i>)	Freire et al., (2016b)
<i>Cerveja tipo Blonde Ale</i>	Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)	Martins (2016)
<i>Cerveja tipo Witbier</i>	Maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	Rossoni et al., (2016)
<i>Cerveja tipo Blonde Ale</i>	Mangaba (<i>Hancornia speciosa</i>)	Souza (2017)
<i>Cerveja tipo Blonde Ale</i>	Abacaxi (<i>Ananas comosus</i>)	Costa et al., (2019)
<i>Cerveja tipo Weiss</i>	Manga (<i>Mangifera indica.</i>)	Silva (2020)
<i>Cerveja tipo Lager</i>	Uva (<i>Vitis vinifera</i>)	Marin et al., (2021)
<i>Cerveja tipo Pilsen</i>	Fisális (<i>Physalis peruviana</i>)	Rinaldi et al., (2022)
<i>Cerveja tipo Vienna Lager</i>	Damasco (<i>Prunus armeniaca</i>)	Valentoni et al., (2023)
<i>Cerveja tipo Pilsner</i>	Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i>)	Da-Silva et al., (2023)

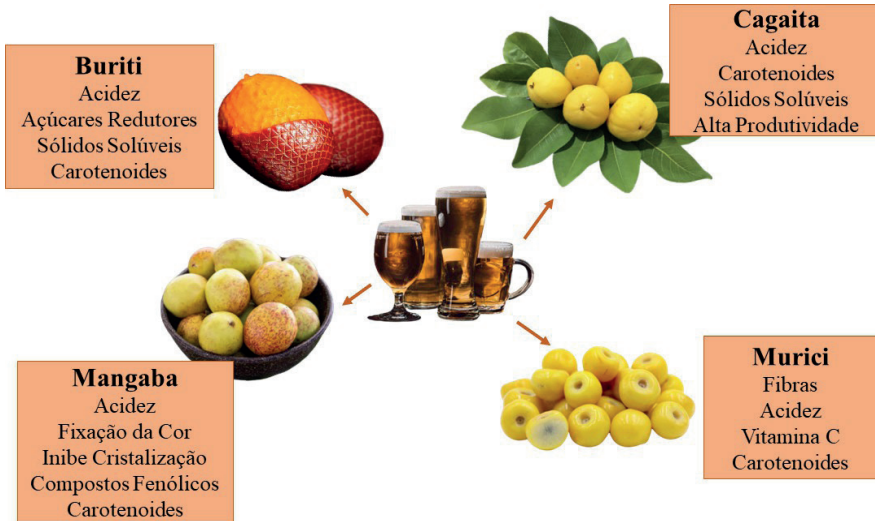
Fonte: os autores (2024).

Adicionar frutas à cerveja é uma maneira de explorar sabores e aromas diversos, mas a escolha da fruta deve ser guiada pelo estilo da cerveja. Aspectos como sabor complementar para não haver sobreposição às características da cerveja, aroma agradável para trazer complexidade, equilíbrio de acidez para agregar frescor à bebida, cor da fruta para adequação ao estilo desejado e teor de açúcar devem ser cuidadosamente observados.

Frutas do Cerrado como Adjuntos Cervejeiros: impactos socioeconômicos e desenvolvimento de novos produtos

As frutas do Cerrado apresentam características sensoriais e físico-químicas peculiares, além de destacarem-se pela riqueza em compostos voláteis que podem contribuir para geração de perfis aromáticos e sabores únicos na cerveja. A presença de compostos fenólicos e antioxidantes nestes frutos também adiciona uma dimensão nutricional e funcional à cerveja, ampliando as possibilidades de criação de produtos inovadores. Na Figura 3 são apresentados os principais aspectos de alguns frutos do Cerrado que os tornam interessante para adição na produção de cerveja.

Figura 3 - Características das frutas do Cerrado que podem beneficiar a produção de cerveja.



Fonte: os autores (2024).

Devido a todo potencial tecnológico, diversas frutas do Cerrado têm sido empregadas em cervejas dos mais variados estilos no Brasil, sendo alguns desses produtos disponibilizados no mercado durante todo ano, enquanto outros são comercializados no período de produção das frutas. As frutas do Cerrado são sazonais, o que pode representar um desafio na cadeia produtiva industrial, uma vez que a disponibilidade dessas frutas *in natura* não é constante ao longo do ano. No entanto, esse obstáculo pode ser mitigado por meio da aplicação de métodos de conservação, como o uso de polpas congeladas ou extratos concentrados, que permitem a preservação das características das frutas (Silva, 2020).

Algumas empresas já têm adotado o uso de frutas do Cerrado em seus produtos e como poderemos ver a seguir, estas aplicações além de trazer avanços tecnológicos e inovação ao processo produtivo, também estão alinhados à práticas ambientalmente sustentáveis e desenvolvimento socioeconômico. A cervejaria Experimento Beer, de Ribeirão Preto - SP, utiliza o murici (*Byrsonima crassifolia*) na produção da cerveja do tipo *Saison*. O murici é obtido através da cooperativa COOAF-BICO que adota o eco extrativismo na região do Bico do Papagaio - TO, fortalecendo a agricultura familiar e comunidades tradicionais envolvidas no manejo dessas frutas (Brejas, 2020).

A Secretaria de Agricultura, Desenvolvimento Agrário e da Pesca de Sergipe (Seagri-SE) e a empresa Ambev realizaram estudos sobre a potencialização da cultura da mangaba (*Hancornia speciosa*) através da produção de cerveja, tendo a fruta como ingrediente. A mangaba atende a preferência da cervejaria por negócios de impactos socioeconômicos e ambientais em prol das comunidades locais, por ser uma fruta da biodiversidade brasileira e ser coletada predominantemente por mulheres. Essa ação se alinha ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 “Fome Zero e Agricultura Sustentável”, da Agenda 2030 da ONU, pois visa o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados à mangaba (AGROemDIA, 2020).

A Cervejaria Quatro Poderes lançou em janeiro de 2018 a cerveja *Saison Cagaita* (*Eugenia dysenterica*). Desenvolvida com base no estilo belga Saison, essa cerveja recebeu reconhecimento ao conquistar a medalha de bronze em sua categoria no Concurso Brasileiro de Cervejas de Blumenau (Quatro Poderes, 2018).

A cajucultura (*Anacardium occidentale*) está ganhando destaque em novos mercados, como exemplificado pela Cervejaria Turatti em Fortaleza (CE), que lançou a Cajunela, uma cerveja estilo *Weiss*, utilizando o pedúnculo do caju como matéria-prima (Moura, 2022). Ainda com caju a cerveja Colorado Nassau, uma *white* IPA foi campeã Nacional com Medalha de Prata no Estilo *Flavoured Fruit & Vegetable* em 2016 (AMBEV, 2016). Pode-se citar ainda a cervejaria Proa que lançou uma cerveja sazonal tipo Berliner Weiss com adição de caju (Thorpe, 2021).

No Quadro 2 são apresentadas algumas cervejas comerciais formuladas com frutas do Cerrado.

Quadro 2 - Cervejas comerciais com adição de frutas do Cerrado.

Cerveja	Fruta	Local de Produção	Produto	Fonte
Cerveja Colombina IPA	Murici (<i>Byrsonima crassifolia</i>)	Goiânia, GO		Mestre-cervejeiro (2015)
Cerveja Colombina Belgian Saison do Pé Rachado	Pequi (<i>Caryocar brasiliense</i>)	Goiânia, GO		Mestre-cervejeiro (2015)
Cerveja Colombina Romaria Belgian Dark Strong Ale	Mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Goiânia, GO		Colombina (2022)
Cerveja Burgman Nativas Mangaba Red Ale	Mangaba (<i>Hancornia speciosa</i>)	Sorocaba, SP		Beer Art (2018)
Cerveja Tupiniquim Saison de Caju	Caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	Porto Alegre, RS		Beer Art (2018)

Cerveja	Fruta	Local de Produção	Produto	Fonte
Cerveja Saison Cagaita	Cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>)	Brasília, DF		Quatro Poderes (2018)
Cerveja American Lager	Caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	Teresina, PI		AMBEV (2020)

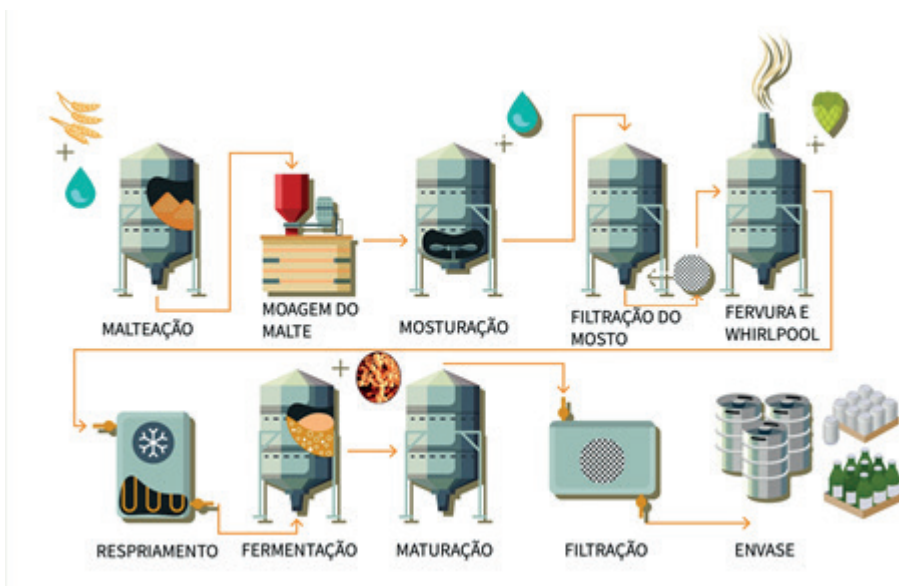
Fonte: os autores (2024).

Além dos produtos comerciais, diversas pesquisas mostram o potencial de inclusão das frutas do Cerrado em cerveja, como por exemplo o buriti, a mangaba, o pequi, o macaúba (*Acrocomia aculeata*), o bacupari (*Garcinia gardneriana*), o jatobá (*Hymenaea courbaril*), o murici, a cagaita e o baru (*Dipteryx alata*) (Martins, 2016; Souza, 2017; Cunha *et al.*, 2023; Luiz *et al.*, 2023). Ademais, foram identificadas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) um total de 10 patentes sobre cerveja com adição de frutas, sendo uma delas com mangaba como adjunto cervejeiro (BR1020180072714A2) (Freire *et al.*, 2018).

Processo Produtivo da Cerveja com Frutas

De forma geral, a produção de cerveja envolve os processos de malteação, moagem, mosturação, filtração, fervura, fermentação, maturação, clarificação e envase, com variações para diferentes estilos cervejeiros e a possibilidade de pasteurização do produto final (Batista, 2021). Na Figura 2 pode-se observar as principais etapas do processo geral da produção da cerveja.

Figura 2 - Etapas do processo produtivo da cerveja.



Fonte: Figura construída a partir de vetores obtidos em: <www.freepik.com> (2024).

No processo cervejeiro pode-se usar a fruta fresca (inteira, em pedaços ou batida), mas também pode estar em forma de extrato, de calda, de polpa e até de suco. A fruta pode ser adicionada com ou sem uso de *hop bags*, que são sacos de infusão geralmente usados para lúpulo e especiarias, feitos em polipropileno de trama fina. Estudos demonstram que as frutas cítricas e com maior acidez, costumam ter melhores resultados na combinação com a cerveja, pois tendem a apresentar melhor harmonização dos sabores (Ezbrew, 2020).

A adição de frutas na cerveja pode ocorrer em diferentes etapas do processo produtivo, variando de acordo com o estilo desejado e a preferência do mestre cervejeiro responsável pela produção.

Adição de Frutas durante a Fervura do Mosto

Pode-se adicionar a fruta ao final da fervura, para que esse processo não altere o sabor da bebida, pois muitas frutas, ao serem fervidas, podem liberar substâncias que alteram a aparência da cerveja, como a pectina. Cerca de cinco minutos antes do final da fervura é considerado o ideal. Incluir a fruta nesta etapa

também ajuda no resfriamento do mosto, especialmente se estiverem geladas/ congeladas. Além disso, evita-se os potenciais riscos de contaminação, graças à elevada temperatura do mosto (Dinslaken, 2019).

Adição de Frutas durante a Fermentação

Para muitos mestres cervejeiros, a fermentação é a melhor etapa para inclusão das frutas na produção, visto que, em função da quantidade de sabores residuais, o aroma e o sabor da fruta tendem a ficar mais presentes na bebida (Ezbrew, 2020). A adição da fruta nesta etapa pode causar risco de contaminação, entretanto, relativamente pequeno, já que depois da fermentação primária o ambiente é bem hostil para os microrganismos contaminantes, visto que o pH se mantém em torno de 4, há escassez de nutrientes e o teor alcoólico é inibidor da proliferação microbiana. Maia e Belo (2017) ressaltam que além de conferir sabor, a inserção de frutas na fase de fermentação incrementa vitaminas e antioxidantes na bebida.

A sanitização adequada da fruta deve ser realizada antes de misturá-la à cerveja, bem como utilizar frutas sadias. Outra opção é utilizar a polpa ou o extrato da fruta, que estejam livres de contaminantes. A vantagem dessa escolha é que se pode tirar amostras da cerveja, misturá-la com quantidades diferentes de extrato ou polpa e analisar qual quantidade seria a mais adequada para se chegar ao perfil sensorial planejado (Dinslaken, 2019).

Adição de Frutas durante a Maturação

A adição da fruta na etapa de maturação pode aumentar o risco de super carbonatação, e até a explosão de garrafas, já que o açúcar da fruta é somado ao do *priming*. No *priming* adiciona-se uma quantidade extra de açúcares fermentescíveis à cerveja já pronta para gerar uma fermentação secundária na garrafa com o objetivo de carbonatar a cerveja. Uma das soluções geralmente empregada para evitar a explosão das garrafas é verificar a quantidade de carboidratos da fruta ou polpa para se calcular o acréscimo de açúcar que a fruta trará para a cerveja e determinar o *priming* ideal (Dinslaken, 2019). Leal (2020) afirma que é ideal reduzir o açúcar usado no *priming* em uma faixa entre

25% e 50% em cervejas com adição de frutas na maturação ou realizar uma carbonatação forçada mitigando os riscos de super carbonatação.

Adição de frutas durante o envase

Esta etapa é muito crítica para a adição das frutas pelo risco de explosão de garrafas.

Leal (2020) recomenda a utilização de um extrato sem açúcar, para evitar a super carbonatação, entretanto, Raza (2020) ressalta que pode ocorrer a sensação de sabor artificial. Esta autora ainda complementa que nessa fase, a bebida adquire muito sabor e dulçor da fruta, o que é interessante para cervejas especiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este capítulo de revisão espera-se contribuir cientificamente no contexto da produção de cervejas com adição de frutas como adjuntos, auxiliando no desenvolvimento de produtos especiais que atendem às demandas de consumidores em busca de experiências diferenciadas. Ademais, pôde-se mostrar a possibilidade de expansão deste mercado no Brasil, levando em consideração a contribuição das *Fruit Beer* para a valorização de frutas autóctones, fomentando a diversidade e autenticidade na indústria cervejeira.

Ademais, destacou-se a potencialidade da conjugação de características sensoriais e nutricionais decorrentes da inserção de frutas como adjuntos em cervejas, especialmente no que tange às frutas do Cerrado, cujas características peculiares de aroma, sabor e compostos bioativos conferem uma singularidade ainda pouco explorada. No entanto, é pertinente considerar, que a utilização de frutas do Cerrado no processo cervejeiro ainda apresenta desafios logísticos, dado seu caráter altamente perecível e sazonal.

Conclui-se, que mais pesquisas científicas e estudos de viabilidade técnica e econômica sobre a adição estratégica das frutas do Cerrado no processo produtivo de cerveja são necessários para que essa aplicação tecnológica seja, de fato, uma alternativa promissora para o crescente mercado de cervejas especiais.

REFERÊNCIAS

- AGROemDIA. **Produção de cerveja de mangaba está em estudo em Sergipe**. Disponível em: <<https://agroemdia.com.br/2020/12/12/producao-de-cerveja-de-mangaba-esta-em-estudo-em-sergipe/>>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- ALVES, M. *et al.* Produção artesanal de cerveja e avaliação com adição de flocos de arroz e polpa de graviola (*Annona muricata* L.). **Food Science and Technology**, v. 40, n. dez., p. 545-549, 2020.
- AMBEV. **Berrió do Piauí**. 2020. Disponível em: <<https://www.ambev.com.br/marcas/cervejas/berrio-do-piaui>>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- AMBEV. **Colorado Nassau**. 2016. Disponível em: <<https://www.ambev.com.br/marcas/cervejas/colorado/colorado-nassau>>. Acesso: 30 jan. 2024.
- ARRUDA, H. S. Potential of the Brazilian Cerrado Fruits in Food Science and Nutrition. **EC Nutrition**. 2017.
- BARTH-HAS - Barth-Hass Group. **The Barth-Haas Report 2022/2023**. Print Pinsker Druck und Medien GmbH, Mainburg Nuremberg, 2023.
- BATISTA, E. **Cerveja artesanal: uma revisão sobre o seu processo de produção e seu potencial antioxidante**. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.
- BEER ART. **Burgman Nativas Mangaba**. 2018. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/cerveja-br/burgman-nativas-mangaba>>. Acesso em: 28 jan. 2024.
- BRASIL. **Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994**. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências. 1994.
- BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**, Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 8, de 7 de janeiro de 2014**. Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) dos produtos de cervejaria no Mercosul. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília. 2014.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019**. Padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília. 2019a.
- BRASIL. **Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019**. Atualização do Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília. 2019b.
- BREJAS. **Cervejas e estilos**. 2020. Disponível em: <<https://www.brejas.com.br/cerveja/brasil>>. Acesso em: 28 jan. 2024.
- CADENAS, R. *et al.* Brewing with starchy adjuncts: Its influence on the sensory and nutritional properties of beer. **Foods**, v. 10, n. 8, p. 1726, 2021.
- CARNEIRO, R. S. **Elaboração de cerveja artesanal estilo saison ale contendo tamarindo**. 44 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campo Mourão, 2016.

CERVBASIL - **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja**. A cerveja. 2021. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/a-cerveja/>. Acesso: 31 jan. 2024.

THORPE, A. C. **Cervejaria baiana lança bebida sazonal com adição de caju**. 2021. Disponível em: <<https://anaclaudiathorpe.ne10.uol.com.br/2021/10/04/cervejaria-baiana-lanca-bebida-sazonal-com-adicao-de-caju/>>. Acesso em: 29 jan. 2024.

CHO, J. *et al.* Persimmon fruit enhanced quality characteristics and antioxidant potential of beer. **Food Science and Biotechnology**, 27(4), p. 1067-1073. 2018.

COLOMBINA. **Cerveja colombina**. 2022. Disponível em: <<https://cervajacolombina.com.br/produtos>>. Acesso em: 29 jan. 2024.

COSTA, P. M. *et al.* Blond Ale Craft Beer Production with Addition of Pineapple Pulp. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 38, n. 2, p. 1-5, 28 jun. 2019.

COUTO, C. **Dia Internacional da Cerveja: Setor é responsável por 2,2% do PIB**. CNN Brasil, Rio de Janeiro, 5 ago. 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/dia-internacional-da-cerveja-setor-e-responsavel-por-22-do-pib/>>. Acesso em: 29 jan. 2024.

CUNHA, A. C. *et al.* Production and characterization of craft beers with different additions of native fruits and agro-industrial residues: a review. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 53, n. 9, e20220194, 2023.

DA-SILVA, J. R. *et al.* Mandacaru fruit pulp (*Cereus jamacaru* D.C.) as an adjunct and its influence on Beer properties. **Food Chemistry**, v. 406, p. 135066, 2023. ISSN 0308-8146. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135066>>.

DINSLAKEN, D. **Adição de frutas na cerveja**. 2019. Disponível em: <<https://concerveja.com.br/frutas/>>. Acesso em: 30 jan. 2024.

EZBREW, U. **Frutas e cervejas: Combinações**. 2020. Disponível em: <<https://ezbrew.com.br/frutas-e-cerveja-dicas-para-fazer-combinacoes-perfeitas/>>. Acesso: 28 jan. 2024.

FREIRE, K. R. L. *et al.* Aspectos sensoriais de cerveja artesanal produzida com extrato de cajá (*Spondias mombin* L.). **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Gramado/RS**. 2016a.

FREIRE, K. R. L. *et al.* Produção e aceitação sensorial de fruit beer de alta fermentação com extratos de ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Congresso Latino Americano & Brasileiro de Ciência e Mercado Cervejeiro (CERVECON)**, Blumenau-SC, 2016b.

FREIRE, K. R. L. *et al.* **Processo produtivo de cerveja com mangaba**. Titular: Universidade Federal da Paraíba. BR n. BR 10 2018 007271 4 A2. Depósito: 11 abr. 2018. Concessão: 1º jan. 2019. Classificação IPC: C12C 12/00; C12C 5/02.

FREITAS, F. **Cervejas funcionais**. 2022. Disponível em: <<https://cervelar.com/fique-por-dentro-dicionario-das-cervejas-funcionais/>>. Acesso em: 27 jan. 2024.

HOFBRÄUHAUS. **Reinheitsgebot ou a lei da pureza da cerveja**. 2024. Disponível em: <<https://hofbrauh.com.br/lei-da-pureza-da-cerveja/>>. Acesso em: 27 jan. 2024.

KOK, Y. J. *et al.* Brewing with malted barley or raw barley: what makes the difference in the processes?. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 103, p. 1059-1067, 2019.

LEAL, M. **Cerveja com frutas - Fruit Beer**. 2020. Disponível em: <<https://infobeer.com.br/noticias/cerveja-com-frutas-fruit-beer/>>. Acesso em: 27 jan. 2024.

LUIZ, A. G. *et al.* Cerveja artesanal aromatizada com frutos do Cerrado brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 8, p. 24350-24363, 2023. DOI: <<https://doi.org/10.34117/bjdv9n8-080>>.

MAIA, T. S.; BELO, R. F. C. Análises físico-químicas de cerveja artesanal elaborada com graviola e análise sensorial de cervejas com adição de frutas e frutadas comercializadas. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, v. 5, n. 5, 2017.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Anuário da Cerveja 2022**. Secretaria de Defesa Agropecuária - Brasília: MAPA/SDA, 2023.

MARIN, A. C. *et al.* Physico-Chemical and Sensory Characterization of a Fruit Beer Obtained with the Addition of Cv. Lambrusco Grapes Must. **Beverages**, v. 7, p. 34, 2021.

MARTÍNEZ, A., *et al.* Kinetic changes of polyphenols, anthocyanins and antioxidant capacity in forced aged hibiscus ale beer. **Food Chemistry**, 123(1), 58-65. 2017.

MARTINS, L. S. **Leveduras *Saccharomyces* e não *Saccharomyces* para produção de cerveja blonde ale americana e avaliação da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*) como adjunto cervejeiro**. Dissertação (Mestrado Acadêmico). Gurupi. Curso de Pós- Graduação em Biotecnologia. Campus Universitário de Gurupi-UFT. 2016.

MARTINS, H. *et al.* Caracterização e estudo da estabilidade física de suco misto adoçado de mangaba e cagaita. **Revista de Agricultura Neotropical**, 4(2), p. 81-87. 2017.

MEIRELES, M. *et al.* The impact of chronic blackberry intake on the neuroinflammatory status of rats fed a standard or high-fat diet. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 26, n. 11, p. 1166-1173, 2015.

MESTRE-CERVEJEIRO. **Cervejas colombina**. 2015. Disponível em: <<https://mestre-cervejeiro.com/cervejas-da-colombina/>>. Acesso em: 29 jan. 2024.

MOURA, R. **Do campo ao balcão: cerveja estilo weiss utiliza caju como matéria-prima**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/74085984/do-campo-ao-balcao-cerveja-estilo-weiss-utiliza-caju-como-materia-prima?p_auth=e5ZGq1ou>. Acesso em: 30 jan. 2024.

MOURA-NUNES, N. *et al.* Phenolic compounds of Brazilian beers from different types and styles and application of chemometrics for modeling antioxidant capacity. **Food Chemistry**, 199, p. 105-113, 2016.

NARDINI, M.; GARAGUSO, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. **Food Chemistry**, v. 305, n. apr. 2019, p. 125437, 2020.

OLIVEIRA NETO, J. *et al.* Antioxidant and vasodilatory activity of commercial beers. **Journal of Functional Foods**, 34, p. 130-138, 2017.

PAULO, A. **Uso de frutas do Cerrado em receitas de cerveja**, UFMT. 2021. Disponível em: <<https://www.midianews.com.br/cotidiano/ufmt-pesquisa-uso-de-frutas-do-Cerrado-em-receitas-de-cerveja/408817>>. Acesso em: 28 jan. 2024.

PEREIRA, C. M. **Cerveja: história e cultura**. São Paulo: Senac, 2021.

QUATRO PODERES. **Saison Cagaita**. 2018. Disponível em: <<https://www.cervejaria4poderes.com.br/saisoncagaita>>. Acesso: 30 jan. 2024.

RAZA, N. O. **Avaliação de cerveja com adição de calda de morango**. 2020. TCC (Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RINALDI, B. J. D.; MONTANHER, P. F.; JOHANN, G. Brewing of craft beer enriched with freeze-dried cape gooseberry: a promising source of antioxidants. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, e2022019, 2022.

ROSSONI, M. *et al.* Processamento e análise sensorial de cerveja artesanal do estilo "witbier" com adição de polpa de maracujá. **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Gramado/RS, 2016.

SILVA, M. **Produção de cerveja artesanal tipo weiss adicionada de manga CV. Espada**. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2020.

SJÖLANDER-LINDQVIST, A.; SKOGLUND, W.; LAVEN, D. Craft beer - building social terroir through connecting people, place and business. **Journal of Place Management and Development**, v. 13, n. 2, p. 149-162, 2020.

SOUZA, A. **Produção e análise sensorial de cerveja artesanal utilizando extratos dos frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 58 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Biotecnologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa- PB, 2017.

VALENTONI, A. *et al.* Fruit Beer with the Bisucciu Sardinian Apricot Cultivar (*Prunus armeniaca* L.): A Technological and Analytical Approach. **Fermentation**, 9, p. 305, 2023.

FILMES ATIVOS PRODUZIDOS DE FONTES CONVENCIONAIS E NÃO CONVENCIONAIS DE AMIDO: UMA BREVE REVISÃO

Luana Regina Pereira Alves
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Mariana Alencar da Macena
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Clarissa Damiani
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Glêndara Aparecida de Souza Martins
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

RESUMO

Filmes são definidos como camadas finas formadas a partir de polímeros naturais ou sintéticos. Para fabricá-los, são utilizados diversos polissacarídeos, entre eles, o amido. Este composto pode ser extraído das partes comestíveis de frutas e vegetais, e possui diversas aplicações, incluindo revestimentos, películas, transportadores de medicamentos e combustíveis, bem como aplicações nas indústrias de papel, têxtil, química, farmacêutica e biotecnológica. Para a formação do produto é preciso que ocorra a solubilização do amido em um solvente e um plastificante, formando assim uma solução filmogênicas que, em seguida, é aplicada sobre um suporte e é seca para evaporação do solvente. A utilização dos filmes e revestimentos na indústria alimentícia é uma alternativa vantajosa e sustentável, uma vez que substitui polímeros derivados do petróleo por polímeros biodegradáveis, o que contribui para redução do acúmulo de resíduos sólidos e, também, para a redução do desperdício, sendo de grande importância social e econômica. Dessa forma, a presente revisão tem por objetivo elencar os principais pontos a cerca dos filmes ativos, como a matéria-prima principal para a formação destes, bem como a técnica utilizada para sua produção, além do seu potencial tecnológico para indústria.

Palavras-chave: Bioativos, *Casting*, Revestimentos, Embalagens.

INTRODUÇÃO

Biopolímeros são materiais poliméricos produzidos a partir de recursos renováveis, como plantas, animais e microorganismos (Christina *et al.*, 2024; Noily Jaiswal, Shiv Shankar, 2019). Esses recursos biológicos têm sido amplamente reconhecidos como alternativa aos polímeros sintéticos tradicionais, devido à sua biodegradabilidade e sustentabilidade (Souza *et al.*, 2021). Entre esses biopolímeros, o amido destaca-se como um dos recursos naturais mais abundantes, oferecendo uma opção sustentável para a produção de filmes biodegradáveis (Thakwani *et al.*, 2023).

Encontrado em diversas fontes alimentares, como milho, batata, aveia, arroz, cevada, trigo e soja, é notável por sua acessibilidade e baixo custo (Junxiao Qiao, Yiyang Dong, Chenwei Chen, 2019; Kurabetta *et al.*, 2023; Niranjana Prabhu e Prashantha, 2018; William Oyom, Zhong Zhang, Yang Bi, 2022). Além da sua importância na alimentação, o amido possui diversas aplicações, incluindo revestimentos, películas, transportadores de medicamentos e combustíveis, bem como aplicações nas indústrias de papel, têxtil, química, farmacêutica e biotecnológica (Jiang *et al.*, 2020).

Filmes e revestimentos são definidos como camadas finas utilizadas como embalagem primária de alimentos (Kupervaser *et al.*, 2023). Diversos estudos têm sido realizados para melhorar as propriedades desses filmes, por meio da incorporação de compostos bioativos, que não só proporcionam propriedades antioxidantes e antimicrobianas, mas também melhoram a qualidade e aumentam a vida útil dos produtos alimentícios embalados (Díaz-Montes e Castro-Muñoz, 2021; Karimi Sani *et al.*, 2023; Pedreiro *et al.*, 2021; Ribeiro, Estevinho e Rocha, 2021).

Para a fabricação desses filmes, são utilizados diversos polissacarídeos, que podem variar com a localização, tradição local e clima (Makroo *et al.*, 2021). Além disso, alguns produtos derivados do amido convencional apresentam algumas limitações, como processamento deficiente, menor solubilidade nos solventes orgânicos e baixa resistência ao cisalhamento, devido a sua natureza hidrofílica. Estas restrições limitam a viabilidade em aplicações comerciais (Thakwani *et al.*, 2023). Em vista disso, os amidos extraídos de fontes não convencionais como frutas e vegetais, incluindo jaca, banana, kiwi, manga, araruta,

caules de mandioca e sagu, têm sido alvo de estudos, uma vez que estes além de apresentarem alto conteúdo de compostos bioativos, antioxidantes e antibacterianos, ainda são capazes de garantir a segurança alimentar e reduzir os impactos ambientais.

A aplicação de amido de fontes não convencionais tem se demonstrado adequadas para a produção de embalagens biodegradáveis, tornando-se alternativa atraente para explorar novos produtos com propriedades diferenciadas (Kaur *et al.*, 2023). Bem como a incorporação de extratos de frutas e vegetais frescos e seus subprodutos a esses filmes, devido a seu considerável conteúdo de compostos bioativos, que podem conferir propriedades tecnológicas de interesse ao produto (Karimi Sani *et al.*, 2023; Kupervaser *et al.*, 2023).

Diante o exposto, a presente revisão tem por objetivo elencar os principais pontos a cerca dos filmes ativos, como a matéria-prima principal para a formação destes, bem como a técnica utilizada para sua produção, além do seu potencial tecnológico para indústria.

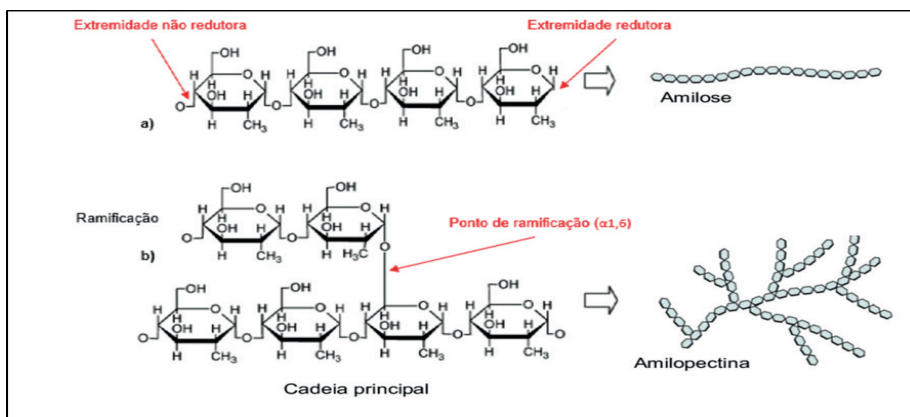
DESENVOLVIMENTO

AMIDO

O amido é um carboidrato constituído por dois polímeros de glicose: amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow4)$, originando uma cadeia linear, diferente da amilopectina, que é formada por unidades de glicose unidas em $\alpha(1\rightarrow4)$ e $\alpha(1\rightarrow6)$, formando uma estrutura ramificada (figura 1). Em termos práticos, o amido é a reserva energética dos vegetais, proporcionando energia às plantas em épocas de dormência e germinação, tendo papel semelhante no ser humano e nos animais. (Azevedo *et al.*, 2018; Tomaluski, 2019; Lehrer&Andreazza, 2021)

Grãos como trigo, arroz e milho são as principais fontes comerciais de amido, além dos tubérculos batata e mandioca. Estes alimentos apresentam em suas composições ambas as frações (amilose e amilopectina), porém em proporções diferentes. Essa diferença influencia diretamente nas propriedades tecnológicas do amido, principalmente na formação de filmes.

Figura 1 - Estrutura química do amido.



Fonte: Kringel *et al.* (2021).

Por ter uma estrutura química linear, as moléculas de amilose se orientam na mesma direção, possibilitando a formação de ligações de hidrogênio entre as hidroxilas (OH) das unidades de glicose que formam a estrutura da amilose. Essas ligações são quimicamente compactas, dificultando a absorção de água, o que possibilita a formação de filmes mais resistentes. A amilopectina apresenta uma estrutura ramificada, que possibilita maior retenção de água pela molécula, tornando-a menos estável para a formação de filmes. É importante ressaltar que as frações de amilose e amilopectina no grão de amido são influenciadas pela origem botânica dos vegetais, além das variedades de uma mesma espécie e o grau de maturação da planta (Wurzburg, 1986; Ellis *et al.*, 1998; Eliasson, 2004; Tester *et al.*, 2004).

Por ser classificado como um polissacarídeo (macromoléculas formadas pela união de açúcares simples), o amido também é considerado um biopolímero, matéria-prima primordial para a fabricação de embalagens. Depois da celulose, o amido é o biopolímero mais abundante entre as fontes não sintéticas. Essa disponibilidade leva os pesquisadores a estudarem as propriedades funcionais do composto, pois apresentam muitas possibilidades de modificação química, física ou genética, o que possibilita a produção de filmes com diferentes propriedades tecnológicas. (Mali *et al.*, 2010; Rocha *et al.*, 2014).

Para a fabricação de filmes, propriedades tecnológicas de interesse, como: resistência, solubilidade em água, maleabilidade e capacidade de formar barreira

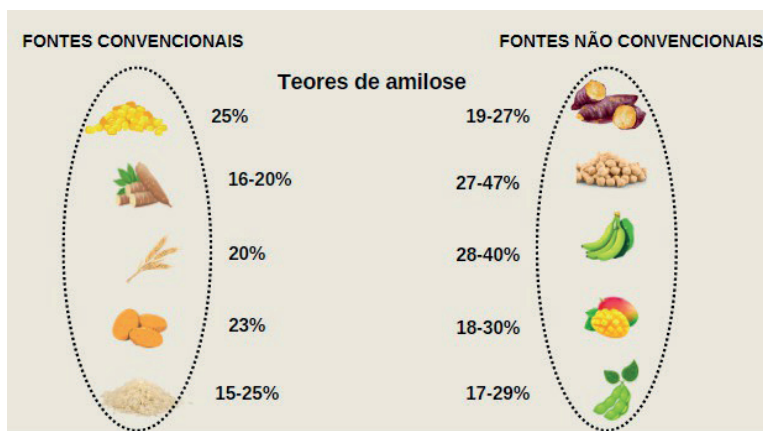
de oxigênio, são essenciais para se elaborar um revestimento viável, utilizando amido. Tais características são conferidas a este, devido aos processos de retrogradação e gelatinização.

A gelatinização ocorre quando as ligações intermoleculares das moléculas de amido são quebradas, na presença de água e calor, possibilitando que a molécula absorva mais água, formando assim uma pasta viscoelástica. Já a retrogradação consiste na reaproximação das moléculas de amido, conforme a diminuição de temperatura, formando novamente pontes de hidrogênio intermoleculares e liberação de água existente entre as moléculas (sinérese) (Zobel, 1964; Van Soest *et al.*, 1996; Woggum *et al.*, 2014; Mali *et al.*, 2010).

AMIDOS DE FONTES NÃO CONVENCIONAIS

Os amidos provenientes de fontes não convencionais são considerados aqueles pouco utilizados, principalmente em larga escala. Muitos desses amidos ainda estão em fase de estudo, são pouco conhecidos ou ainda, podem existir os que estão no anonimato (ZHU, 2020). Exemplos desses podem ser visualizados na figura 2.

Figura 2 - Alimentos fontes (convencionais e não convencionais) de amido.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Wang; White, 1994; Garcia, 1999; Alves; Grossmann; Silva, 1999 e Mali, 2010; Oliveira *et al.*, 2023; Chettri *et al.*, 2023; Viana *et al.*, 2020.

Em estudos atuais, percebe-se o avanço e descobertas acerca de amidos não convencionais, que apresentam promissoras propriedades de produção nas mais diversas áreas, inclusive para a produção de filmes e revestimentos.

Em estudo feito por Chettri *et al.* (2023), em amido extraído de feijão-fava, demonstraram bons resultados para poder de intumescimento dos grãos e concentração de gelificação, como valores variando entre 1,33-11,97% e 3% respectivamente. Ao combinarem o amido extraído da sapota-amarela com o extrato das folhas do fruto, Jiang *et al.* (2023) conseguiram aumentar a eficiência das propriedades mecânicas dos filmes, bem como a melhora nas propriedades de barreira à luz UV-vis. Oliveira *et al.* (2023) elenca as propriedades e aplicações do amido extraído de sementes de manga, como as frações de amilose (18-30%), e cerca de (70- 82%) de amilopectina, que são aspectos importantes para o uso potencial do amido.

A pesquisa científica tem mostrado interesse não somente no uso de novas fontes de amido, mas como estas podem se adequar a novas tecnologias, para aprimorar os estudos a cerca da matéria-prima, pois o amido de fontes não convencionais, assim como toda matéria-prima, possui limitações, principalmente em relação ao rendimento de extração. Exemplo disso pode ser constatado na tabela 1, que traz um panorama de patentes relacionadas a amidos, filmes de revestimento e métodos de extração.

Tabela 1 - Patentes dos últimos 4 anos sobre amido, filmes e métodos de extração.

Título	Data da publicação	Número da patente
Processo para obtenção de amido a partir dos resíduos da extração de corante de cúrcuma e urucum	24/01/2023	BR 102021013840 A2
Extração de amido da semente do abacate	28/11/2023	BR 102022009949 A2
Processo de produção de filmes ativos de amido de araruta (maranta arundinaceae L)	07/06/2022	BR 1020200245392 A2
Métodos relacionados a viscosidade média de amido pré-gelatinizado	09/11/2021	US 11168030 B2
Processo para produção de nanopartículas de Amido-ouro monodisperso em meio aquoso	13/08/2020	WO 2020/162768 A1
Filmes e capsulas à base de carragena	14/07/2020	US 10711119 B2
Melhoramento de polímeros biodegradáveis à base de amido	06/08/2020	WO 2020156862 A1
Amido com qualidades para filmes e método de preparação	18/02/2020	CN H0804216 A

Fonte: elaborado pelas autoras com base em INPI, Google Patents, Espacenet (2024).

FILMES, BIOFILMES, REVESTIMENTOS E PELÍCULAS PROTETORAS

Para compreender melhor os conceitos de produtos formados a partir do uso de biopolímeros, como o amido, é importante elucidar as seguintes definições: filmes, biofilmes, revestimentos e/ou películas protetoras.

Filmes e películas podem ser definidos da mesma maneira, pois ambos são caracterizados como uma fina camada de um produto que recobre uma superfície. O termo pode ser utilizado quando a espessura for inferior a 0,254mm. Os revestimentos ou cobertura é uma suspensão ou emulsão aplicada diretamente sobre a superfície do alimento, ocorrendo, após a secagem, a formação de uma fina película sobre o produto.

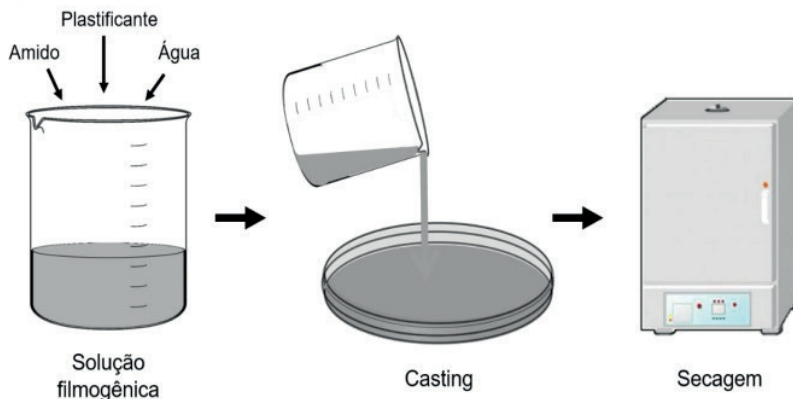
Se tratando dos biofilmes, a definição está mais voltada para área microbiológica. Sua formação ocorre por meio de processos realizados por microrganismos, que permite a adesão de bactérias a uma superfície de interesse, como por exemplo, equipamentos industriais, seguida por imediata proliferação e acúmulo de camadas de células e pela formação da comunidade microbiana (processo irreversível), que produzem uma matriz de exopolissacarídeo, semelhantes a uma película (Gennadios; Weller, 1990; Han, 200; Krochta, 1997; Lawton, 1996; Caixeta, 2008; Canevarolo, 2002).

O mecanismo de formação de filmes de amido depende da concentração de sólidos totais e do teor de amilose, como já mencionado anteriormente. No geral, a formação de filmes ocorre pela agregação e empacotamento dos grânulos de amido intumescidos de uma dispersão com concentração relativamente elevada de sólidos. Em escala laboratorial, os filmes se formam após a solubilização do amido em um solvente e um plastificante, formando assim uma solução filmogênicas que, em seguida, é aplicada sobre um suporte e é seca para evaporação do solvente. Essa técnica é chamada de *casting* (Fennema, 1994; Luchese *et al.*, 2018).

Na técnica do tipo *casting* (Figura 3), a solução polimérica é espelhada sobre uma superfície, geralmente uma placa de petri sob aquecimento, seguido da etapa de secagem. As técnicas aplicadas neste método ocorrem após a gelatinização térmica dos grânulos de amido em excesso de água, a amilose e a amilopectina se dispersam na solução aquosa e, durante a secagem, se

reorganizam, formando uma matriz contínua que dá origem aos filmes (Mali *et al.*, 2010; Laranjeiras, 2021).

Figura 3 - Esquema simplificado do processo de obtenção de filmes por *casting*.



Fonte: Laranjeiras (2021).

As condições de secagem, empregadas durante o processo, influenciam diretamente as propriedades mecânicas e de barreira dos filmes. Conforme explica Rindlavwestling (1998) em filmes secos sob temperaturas superiores a 60°C, o processo de secagem é mais rápido que a retrogradação, gerando materiais mais estáveis ao armazenamento que filmes secos sob temperaturas inferiores. Além disso, o controle da espessura dos filmes produzidos por *casting* também é uma etapa que exige atenção, pois quanto maiores as espessuras, mais resistentes à perfuração são os filmes e maior a sua permeabilidade ao vapor de água (Mali; Yamashita, 2010).

A espessura de filmes elaborados por *casting*, conforme ressalta Sobral (2000), depende largamente da viscosidade da solução filmogênica. Soluções com alta viscosidade, que se comportam como fluídos de Bingham (não fluem sob a ação do seu próprio peso), devem ser espalhadas com um equipamento apropriado, mantendo-se espessura da solução no suporte que permitirá o conhecimento da espessura do filme depois de seco. Em casos de soluções diluídas, o controle da espessura se obtém por meio do conhecimento da gramatura do material obtido, além de um controle maior da forma do suporte que estará na estufa, para evitar diferenças na espessura provocadas por desníveis durante a secagem.

FILMES ATIVOS

Nos últimos anos, muitos estudos no âmbito de filmes e revestimentos têm sido realizados com o intuito de melhorar as propriedades desses materiais à base de amido, permitindo que o produto possa ser utilizado como embalagem em diversas áreas, inclusive dentro do ramo alimentício. Alguns desses estudos podem ser visualizados na (Tabela 2), que traz um panorama de filmes à base de amido com inserção de compostos bioativos.

Os filmes ativos, diferente dos filmes tradicionais, como o policloreto de vinilo (PVC) , são constituídos para que ocorra interações com os alimentos, a fim de prolongar a vida útil dos produtos embalados. Existem diversos tipos de embalagens ativas, entre elas, as absorvedoras de oxigênio, etileno, umidade, dióxido de carbono e odores, além das que liberam substâncias ativas, como por exemplo: dióxido de carbono, compostos antioxidantes e compostos antimicrobianos (Vermeiren *et al.*, 1999 Sarantópoulos; Dantas, 2012; Silva *et al.*, 2011; Anyadike, 2010; Luvielmo; Lamas, 2012).

Por apresentar grande potencial e impacto positivo na segurança e qualidade dos alimentos, os filmes ativos têm despertado o interesse por parte das indústrias e pesquisadores. Isso porque, como uma embalagem primária, que está diretamente em contato com o alimento, os filmes age na superfície dos produtos, onde acontece a maioria das reações de deterioração. Dessa forma, a aplicação dessas películas pode reduzir o uso de aditivos e conservantes na produção dos alimentos, garantindo um produto de qualidade e maior tempo de prateleira (Imran *et al.*, 2010; Noipha, 2012, Porto, 2021).

Tabela 2 - Panorama de estudos atuais de filmes à base de amido com inserção de compostos bioativos.

Título	Autores	Área de aplicação
Potencial dos compostos bioativos da própolis marrom como antimicrobiano natural em filmes de alginato aplicados na <i>Piper nigrum</i> L.	Costa <i>et al.</i> (2023)	Microbiológica
Extração líquida pressurizada de compostos bioativos da casca de uva e aplicação em filmes de carboximetilcelulose com sensor de pH	Francisco <i>et al.</i> (2024)	Tecnologia de leite
Filme nanocompósito não citotóxico e bioativo de goma arábica natural incorporando nanopartículas de TiO ₂ para regeneração de tecido ósseo	Xinyu Fan <i>et al.</i> (2023)	Farmacêutica
Preparação e caracterização de filme comestível bioativo à base de amido de raiz de lótus contendo nanopartícula encapsulada em quercetina e seu efeito na preservação da uva	Zeng <i>et al.</i> (2024)	Tecnologia de frutas
Elaboração de filmes antibacterianos comestíveis à base de amido de milho/nanopontos de carbono para embalagens de alimentos bioativos	Yuqing Wu <i>et al.</i> (2024)	Bioquímica
Caracterização de um novo filme bioativo baseado em <i>Artemisia sphaerocephala</i> Krasch. Goma (ASKG) complexada com complexo de inclusão β- ciclodextrina/curcumina (β-CD/CUR) e sua aplicação na preservação de carnes	Sohail Khan <i>et al.</i> (2023)	Tecnologia de carnes

Fonte. Elaborado pelas autoras com base em Costa *et al.* (2023), Francisco *et al.* (2024), Xinyu Fan *et al.* (2023), Zeng *et al.* (2024), Yuqing Wu *et al.* (2024), Sohail Khan *et al.* (2023)

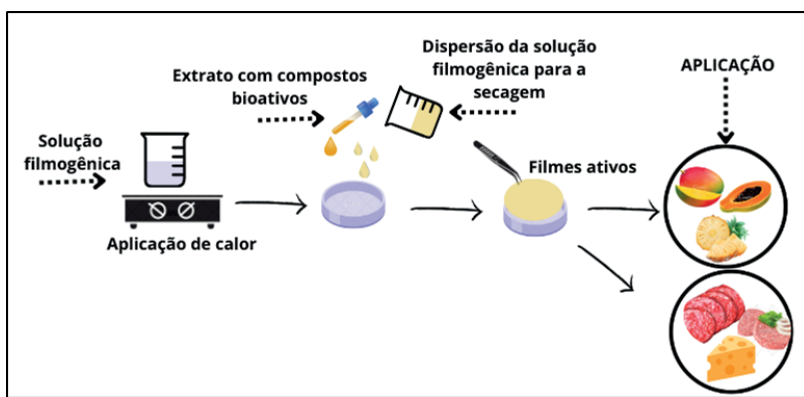
O diferencial no desenvolvimento de embalagens ativas está na inserção de substâncias naturais bioativas, incorporadas por meio do processo de emulsão a matriz biopolimérica, melhorando as propriedades mecânicas, de barreira, atividade antimicrobiana e antioxidante (Kerry; Butler, 2008; Galus; Kadzińska, 2015).

Os bioativos, conforme definição da RDC n. 243/18, é um nutriente ou não nutriente consumido normalmente como componente de um alimento, que possui ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano. Ou seja, são substâncias não essenciais ao organismo humano, entretanto, podem conferir ao sistema de defesa ação benéfica, como: ação contra radiação ultravioleta, atividade antioxidante, estimulação do sistema imune, equilíbrio do nível hormonal e atividade antibacteriana e antiviral (Rodrigues&Silva, 2019; ANVISA, 2020)

Por ser de origem natural, os bioativos podem ser extraídos de cascas, folhas, sementes e polpas de frutas e vegetais, o que torna os filmes ativos um produto de interesse tanto para os consumidores, que estão buscando cada vez mais produtos que não tenha a adição de conservantes químicos, como também para as indústrias, que buscam atender as demandas daqueles que consomem os seus produtos.

Alguns compostos bioativos são termossensíveis e podem sofrer degradação se forem submetidos a altas temperaturas, como os compostos fenólicos (Oliveira, 2014). Dessa forma, para se adicionar compostos bioativos em filmes é preciso conhecer as características físicas e bioquímicas da matéria-prima que está sendo utilizada, além de aplicar as técnicas corretas no método *casting* para a formação de filmes (figura 4).

Figura 4 - Breve esquema de obtenção de filmes ativos.



Fonte. Elaborado pelas autoras (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os filmes e revestimentos feitos a partir de biopolímeros, como o amido, podem ser considerados alternativas ao uso de embalagens primárias, provenientes de origem sintéticas, visto que desempenham um importante papel na conservação desses alimentos, previnem a contaminação microbiana, reduzem as trocas gasosas e de umidade, e preservam a textura e o valor nutricional dos mesmos. Além disso, há uma crescente preocupação em relação ao impacto causado pelo uso indiscriminado de embalagens nocivas ao meio ambiente. Por serem formadas a partir de matéria-prima biodegradável, as películas se desfazem de maneira eficiente no meio ambiente, sem causar maiores danos ao solo. Nesse sentido, a utilização dos filmes e revestimentos na indústria alimentícia é alternativa vantajosa e sustentável, uma vez que substitui polímeros derivados do petróleo por polímeros biodegradáveis, o que contribui para redução do

acúmulo de resíduos sólidos e, também, para a redução do desperdício, sendo de grande importância social e econômica.

REFERÊNCIAS

- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Substâncias bioativas**. 1. ed. Brasília, Outubro de 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/substancias-bioativas>>. Acesso em: 27 jan. 2024.
- ALI, A. *et al.* Starch-based antimicrobial films functionalized by pomegranate peel. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 129, p. 1120-1126, 2019.
- CAIXETA, D. S. **Sanificantes químicos no controle de biofilmes formados por duas espécies de Pseudomonas em superfície de aço inoxidável**. 86p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- CHETTRI, Shristy; SHARMA, Neha; MOHITE, Ashish M. Utilization of lima bean starch as an edible coating base material for sapota fruit shelf-life enhancement, **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 12, 100615, 2023. ISSN 2666-1543.
- CHRISTINA, K. *et al.* A sustainable and eco-friendly approach for environmental and energy management using biopolymers chitosan, lignin and cellulose — A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 257, n. 2, 2024.
- COSTA, M. *et al.* Potencial dos compostos bioativos da própolis marrom como antimicrobiano natural em filmes de alginato aplicados na Piper nigrumL. **Food Technology. Cienc. Rural**, 53 (5), 2023.
- DÍAZ-MONTES, E.; CASTRO-MUÑOZ, R. Edible films and coatings as food- quality preservers. **An Overview. Foods**, v. 10, n. 2, p. 1-26, 2021.
- ELIASSON, A. C. **Starch in food** - Structure, function and applications. Boca Raton: CRC, 2004. 605p.
- FAN, Xinyu *et al.* Non-cytotoxic and bioactive nanocomposite film of natural Arabic gum incorporating TiO₂ nanoparticles for bone tissue regeneration. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 27, Issue 5, 101713, 2023. ISSN 1319-6103.
- FRANCISCO, A. P. *et al.* Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from grape peel and application in pH-sensing carboxymethyl cellulose films: A promising material to monitor the freshness of pork and milk. **Food Research International**, v. 179, 2024, 114017, ISSN 0963-9969.
- GENNADIOS, A.; WELLER, C. Edible Films and Coatings from Wheat and Com Proteins. **Food Technology**, 44(10), p. 63-9, 1990.
- HAN, J. H. Antimicrobial Food Packaging. **Food Technology**, 54(3), p. 3-65, 2000.
- JIANG, Haitao; ZHANG, Wanli; JIANG, Weibo. Effects of purple passion fruit peel extracts on characteristics of Pouteria campechiana seed starch films and the application in discernible detection of shrimp freshness, **Food Hydrocolloids**, v. 138, p. 108477, , 2023. ISSN 0268 005X.

- JIANG, T. *et al.* Starch-based biodegradable materials: Challenges and opportunities. **Advanced Industrial and Engineering Polymer Research**, v. 3, n. 1, p. 8-18, 2020.
- QIAO, J.; DONG, Y.; CHENWEI CHEN, J. X. Development and characterization of starch/PVA antimicrobial active films with controlled release property by utilizing electrostatic interactions between nanocellulose and lauroyl arginate ethyl ester. **Carbohydrate Polymers**, p. 115147, 2019.
- KARIMI SANI, I. *et al.* Value-added utilization of fruit and vegetable processing by-products for the manufacture of biodegradable food packaging films. **Food Chemistry**, v. 405, n. PB, p. 134964, 2023.
- KAUR, P. *et al.* A. Extraction and characterization of Tikhur starch (*Curcuma angustifolia*) and its utilisation in the development of edible films. **Ecology, Environment and Conservation**, v. 29, p. S220-S229, 2023.
- KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. de. Edible and Biodegradable Polymer Challenges and Opportunities. **Food Technology**, 51(2), p. 61-74, 1997.
- KUPERVASER, M. G. *et al.* Trends in starch-based edible films and coatings enriched with tropical fruits extracts: a review. **Food Hydrocolloids for Health**, v. 4, n. sep. 2022, 2023.
- KURABETTA, L. K. *et al.* Physicochemical and antioxidant properties of tannic acid crosslinked cationic starch/chitosan based active films for ladyfinger packaging application. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 253, n. P7, p. 127552, 2023.
- LARANJEIRA, R. K. **Amidos de fontes não convencionais e sua aplicação em filmes biodegradáveis: fundamentos e aplicações.** Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Dissertação (mestrado). Manaus, 2021.
- MAKROO, H. A. *et al.* Recovery and characteristics of starches from unconventional sources and their potential applications: A review. **Applied Food Research**, v. 1, n. 1, p. 100001, 2021.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: Produção, Propriedades e Potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.
- NIRANJANA PRABHU, T.; PRASHANTHA, K. A review on present status and future challenges of starch based polymer films and their composites in food packaging applications. **Polymer Composites**, v. 39, n. 7, p. 2499-2522, 2018.
- NOILY JAISWAL; SHIV SHANKAR, J.-W. R. **Applications of nanotechnology in food microbiology**, [s.l.: s.n.].
- OLIVEIRA, D. S. **Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e avaliação da estabilidade dos extratos obtidos.** 150f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, 2014.
- OLIVEIRA, S. F.; ROCHA, A. T.; ARAÚJO, J. T. Starch of mango seeds: Obtaining, properties and applications. **Braz. J. Food Technol.**, 26, 2023.
- PEDREIRO, S. *et al.* Bioactive edible films and coatings based in gums and starch. **Phenolic Enrichment and Foods Application**, Coatings, v. 11, n. 11, p. 1-26, 2021.
- RIBEIRO, A. M.; ESTEVINHO, B. N.; ROCHA, F. Preparation and Incorporation of Functional Ingredients in Edible Films and Coatings. **Food and Bioprocess Technology**, v. 14, n. 2, p. 209-231, 2021.
- ROCHA, G. O. *et al.* Filmes compostos biodegradáveis a base de amido de mandioca e proteína de soja. **Polímeros**, São Carlos, v. 24, n. 5, p. 587-595, 2014.

- RODRIGUES, D. S.; SILVA, S. C. Prospecção de substâncias bioativas produzidas por bactérias isoladas de caverna. **V Seminário de Iniciação Científica**, Pará, 2019.
- ROJAS-BRAVO, M. *et al.* A Potential Application of Mango (*Mangifera indica* L. cv Manila) Peel Powder to Increase the Total Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Edible Films and Coatings. **Food and Bioprocess Technology**, v. 12, n. 9, p. 1584-1592, 2019.
- TESTER, R. F. *et al.* Starch - composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, v. 39, p. 151-165, 2004.
- UANG, D. *et al.* Characterization of silver nanoparticles loaded chitosan/polyvinyl alcohol antibacterial films for food packaging. **Food Hydrocolloids**, v. 136, p. parte B, 2023.
- VAN SOEST, J. J. G.; Vliegenthart, J. F. G. Crystallinity in starch plastics: consequences for material properties. **Trends in Biotechnology**, Kidlington Oxford, v. 15, n. 6, p. 208-213, 1997.
- VIANA B. M. *et al.* Extração e Caracterização do Amido de Banana da Terra Verde (*musa paradisiaca*): uma alternativa para aplicação em formulações sem glúten. **Congresso Brasileiro de Tecnologia de Cereais e Panificação**, Bahia, 2020.
- WOGGUM, T.; SIRIVONGPAISAL, P.; WITTAYA, T. Properties and characteristics of dualmodified rice starch based biodegradable films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 67, p. 490-502, 2014.
- WU, Yyqing *et al.* Preparation of edible antibacterial films based on corn starch /carbon nanodots for bioactive food packaging. **Food Chemistry**, 138467, 2024. ISSN 0308-8146.
- ZENG, Ya-Fan *et al.* Preparation and characterization of lotus root starch based bioactive edible film containing quercetin-encapsulated nanoparticle and its effect on grape preservation, **Carbohydrate Polymers**, v. 323, 121389, 2024. ISSN 0144-8617.
- ZOBEL, W. Potato starch. In: WHISTLER, R. L. **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1964. v. 4.

JABUTICABA: BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO E APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS

Maria Olivia dos Santos Oliveira
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Geovana Marinho
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Clarissa Damiani
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Eduardo Ramirez Asquieri
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Glêndara Aparecida de Souza Martins
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

RESUMO

A jabuticaba, uma fruta nativa do Brasil, tem ganhado destaque no mercado devido ao seu sabor único e propriedades nutricionais. No entanto, a produção e processamento geram resíduos, como cascas, sementes e bagaços, que, muitas vezes, são descartados. Esses resíduos possuem potencial nutricional e bioativo significativo, mas seu aproveitamento ainda é subexplorado. A disposição inadequada desses resíduos pode causar impactos ambientais negativos. A deposição em aterros sanitários, embora comum, apresenta riscos de poluição. Portanto, a busca por alternativas sustentáveis e tecnologias de valorização é essencial para evitar desperdícios e promover a gestão eficiente desses subprodutos. Diante disso, o estudo apresenta uma breve contextualização do potencial desses resíduos, considerando benefícios econômicos, ambientais e sociais. Os resíduos da jabuticaba são ricos em compostos fenólicos, fibras e antioxidantes, e podem ser aproveitados na produção de alimentos funcionais, cosméticos e farmacêuticos. A casca da jabuticaba, em particular, destaca-se pela alta concentração de compostos fenólicos e pigmentos, podendo substituir corantes artificiais em alimentos. O estudo ainda demonstra a importância de uma gestão eficiente desses resíduos para contribuir para o desenvolvimento sustentável, gerando renda e empregos em comunidades produtoras.

Palavras-chave: Resíduos, Jabuticaba, *Myrtaceae*, Reaproveitamento, Subprodutos.

INTRODUÇÃO

A jabuticaba, pertencente à família *Myrtaceae* e denominada *Plinia cauliflora* é uma fruta nativa do Brasil, apresenta-se na forma de baga, com diâmetro de 3 a 4 cm, de casca que varia da cor roxa ao preto e polpa branca aderida à semente (Albuquerque *et al.*, 2020). Tem conquistado espaço e destaque tanto no mercado interno como no mercado internacional, tornando-se a 2ª melhor fruta do mundo de acordo com a TasteAtlas (Enciclopédia Gastronômica Internacional) em 2023. Com seu sabor único, característico e doce, aliado às propriedades nutricionais e benefícios para a saúde, tem despertado o interesse dos consumidores e impulsionado o crescimento da indústria relacionada a essa fruta (Benvenuti; Zielins; Kiferreira, 2021).

Os dados mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) são referentes ao ano de 2017, quando a produção nacional de jabuticaba foi de aproximadamente 3,7 mil toneladas (IBGE, 2017). De acordo com Massa *et al.* (2022) a estimativa de produção formal se aproxima de 5.000 toneladas de jabuticaba por ano.

No entanto, acredita-se que a produção e comercialização apresentem números bem maiores do que os registrados oficialmente, uma vez que ocorre o comércio informal (Salomão *et al.*, 2018). A fruta é consumida normalmente *in natura*, pois após a colheita, ela apresenta rápida senescência devido ao alto teor de açúcar e água (Sá *et al.*, 2014), tornando-a extremamente perecível. Com isso, o processamento industrial torna-se uma excelente alternativa para aumentar sua vida útil.

O processo de produção ao processamento da jabuticaba engloba etapas de colheita, seleção, lavagem, sanitização e despulpamento para separação da polpa. A polpa pode ser embalada e comercializada ou processada sob a forma de geleias, sucos, licor, vinagre, doces, sorvetes e até mesmo bebidas alcoólicas artesanais (Fidelis *et al.*, 2021). Além disso, a jabuticaba também tem sido explorada na indústria cosmética e farmacêutica, devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Neste processo de produção, é inevitável a geração de resíduos. Esses resíduos podem incluir cascas, sementes, bagaços e outros materiais que são descartados durante o processo, podendo representar mais de 50% do total da fruta (Barroso *et al.*, 2023).

A crescente consciência ambiental e a busca por uma gestão mais sustentável dos recursos naturais têm estimulado a pesquisa e a busca por alternativas para a valorização desses resíduos da jabuticaba (Rosa *et al.*, 2023; Miranda *et al.*, 2023; Castel *et al.*, 2023). Esses resíduos possuem potencial ainda pouco explorado, tanto do ponto de vista nutricional como na utilização em diferentes setores industriais (Faller *et al.*, 2023; Aschemann-Witzel *et al.*, 2023).

A valorização desses resíduos, os considerando subprodutos, pode trazer benefícios econômicos, ambientais e sociais. A utilização adequada desses materiais pode contribuir para a redução do desperdício, a geração de novos produtos e a diversificação da cadeia produtiva da jabuticaba (Rosa *et al.*, 2023).

A partir do contextualizado, o estudo abordará sobre os resíduos gerados durante a produção e processamento da jabuticaba, analisando seu potencial de valorização e suas possíveis aplicações sustentáveis, demonstrando as tecnologias de processamento, as possibilidades de aproveitamento nutricional, as aplicações em diferentes setores e os desafios e perspectivas futuras para a gestão eficiente desses resíduos. E assim, destacar a importância do aproveitamento integral do fruto, contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos e a sustentabilidade.

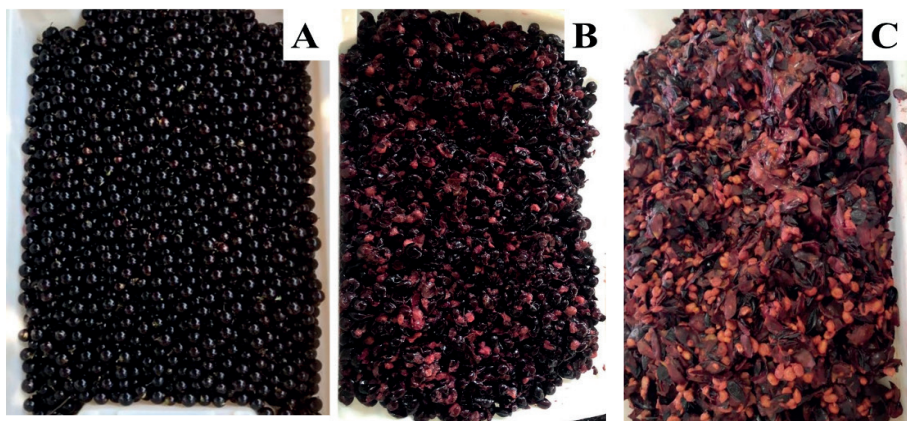
Caracterização de resíduos da jabuticaba

Resíduo e subproduto, segundo Burgi (1986), são materiais gerados secundariamente na produção, especialmente na indústria agroindustrial. A distinção entre eles está na presença ou ausência de um mercado definido para sua comercialização (Giannetti; Almeida, 2006). Subprodutos são demandados pelo mercado e têm valor comercial, enquanto resíduos carecem de potencial mercadológico ou não são explorados efetivamente (Giannetti; Almeida, 2006; Burgi, 1986).

A indústria de alimentos produz uma quantidade significativa de resíduos durante o processamento. No entanto, os resíduos agroalimentares têm potencial como matérias-primas, e podem ser aproveitados ou utilizados para outros fins (ROSA *et al.*, 2023), tornando-os subprodutos. A jabuticaba é um exemplo, que pode ser explorado.

Os resíduos gerados no processamento da jabuticaba possuem características específicas a depender do processamento. Podem incluir cascas, talos, sementes, bagaços, polpa residual e outros componentes (Figura 1), descartados durante as etapas de produção (Fidelis *et al.*, 2021; Barroso *et al.*, 2023) podendo representar até 50% do peso total da fruta (Barroso *et al.*, 2023).

Figura 1 - Frutos de jabuticaba (A); Resíduo gerado após produção de licor (B); Resíduo gerado após despulpamento (C).



Fonte: Autores (2023).

Avaliar as quantidades específicas de resíduos gerados é importante para compreender o potencial de aproveitamento desses subprodutos. Estudos têm sido conduzidos para quantificar e caracterizar os resíduos da jabuticaba em diferentes estágios do processamento, fornecendo dados importantes para a gestão adequada desses materiais.

O processo industrial da jabuticaba gera resíduos (sementes, casca e polpa residual) que podem ser recuperados com subprodutos, devido a uma grande concentração de compostos fenólicos, fibras, proteínas e vitaminas, em relação ao fruto inteiro (Albuquerque *et al.*, 2020; Gurak *et al.*, 2014). Por isso, novas alternativas envolvendo o reaproveitamento desses materiais têm sido identificadas e avaliadas, visando reduzir o impacto ambiental e, ao mesmo tempo, agregar valor aos subprodutos, como a incorporação direta aos alimentos (iogurte, biscoitos) e a recuperação de biomoléculas (Fernandes *et al.*, 2020).

Além da caracterização dos resíduos em termos de quantidade, também é essencial analisar sua composição nutricional e a presença de compostos

bioativos. Como demonstrado na Tabela 1, a jabuticaba também apresenta em sua composição fibras (principalmente pectina), que contêm propriedades tecnológicas como gelificante, emulsificante, espessante e encapsulante, além de seus efeitos fisiológicos benéficos à saúde humana (Gasparotto *et al.*, 2019; Moreno *et al.*, 2016), incluindo propriedades antioxidantes (Wang *et al.*, 2021), anticâncer (Romanos-Nanclares *et al.*, 2020), o potencial para reduzir o risco de doenças degenerativas (Holland *et al.*, 2020), síndrome metabólica (Wisnuwardani *et al.*, 2020) e antimicrobiana (El-Moaty *et al.*, 2020).

O estudo de Moreno e colaboradores (2016) relataram um rendimento de pectina de 4,5% p/p da casca da jabuticaba, 2% p/p da polpa e 6,0% p/p do suco.

Observa-se na Tabela 1 que as quantidades encontradas para fibras nos resíduos podem se apresentar maiores que o fruto integral e o consumo de 100 g alcança a quantidade que deve ser consumida diariamente (25 g de fibra alimentar em dietas de 2000 kcal/dia de valor energético), recomendado pelo Ministério da Saúde (2003) e pelo *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acid* (2005).

Tabela 1 - Características físico-químicas dos subprodutos da jabuticaba em base seca.

	Fruto inteiro	Casca	Semente	Resíduo do despolpamento
Umidade (%)	87	74,8 -80,9	58	76,6
Proteína (%)	5	8,5	7,1	7,5
Lípídeo (%)	1,8	0,6	0,6	0,5
Cinza (%)	3,1	4	2,4	4,2
Carboidrato (%)	90,1	86,9	89,8	87,9
Fibra alimentar (g/100g)	18 - 38,2	33 - 38,4	28 - 31,8	36,1
Valor energético (Kcal/100g)	31	44	112	56
pH	3,64	3,45	–	3,74
Acidez (% de ácido cítrico)	14,7	26,8	–	15,7
Açúcares Redutores (%)	–	21,48	–	–
Sólidos solúveis totais (°Brix)	8,1	6,6	–	5,0
Atividade de Água (Aw)	0,327	0,3177	–	0,313
Hidratos de Carbono	77,64	79,85	–	84,23

Fonte: Almeida *et al.* (2020), Gasparotto *et al.* (2019), Gurak *et al.* (2014).

A jabuticaba é conhecida por ser rica em antioxidantes, como antocianinas, fenóis e vitamina C. Estudos têm demonstrado que esses compostos bioativos também estão presentes nos resíduos da jabuticaba, o que pode indicar um potencial significativo para sua valorização em termos de benefícios para a saúde (Benvenuti; Zielins; Kiferreira, 2021; Almeida *et al.* 2020; Inada *et al.* 2015; Gurak *et al.* 2014). Estudos têm explorado o potencial dos resíduos da jabuticaba na prevenção de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, diabetes e câncer, devido às propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias desses compostos.

Os fitoquímicos mais estudados da jabuticaba são os polifenóis. De acordo com a literatura, o perfil fenólico da jabuticaba é composto principalmente por ácido fenólico, gallotanninas e ellagitaninas ou taninos hidrolisáveis e flavonoides (flavonóis e antocianinas). A fruta de jabuticaba não processada apresenta onze compostos fenólicos, dos quais dois são derivados do ácido hidroxibenzóico (ácidos gálico, 3,4-dihidroxibenzóico ou protocatecuico, e elágico), dois são derivados do ácido hidroxicinâmico (ácidos m-cumárico e trans-cinâmico), quatro são flavonóis [miricitrina (miricetina-3-O-ramnosídeo), quercitrina (quercetina-3-O-ramnosídeo), globularicitrina (quercetina-3-O-rutinosídeo), miricetina e quercetina] e dois são antocianinas (cianidina-3-O-glicosídeo e delphinidina-3-O-glicosídeo). As sementes apresentam dois tipos de antocianinas, a saber, delphinidina-3-O-glicosídeo e a cianidina-3-O-glicosídeo (Albuquerque *et al.*, 2020).

Em comparação com outros resíduos de frutas brasileiras, o teor total de antocianinas no extrato do epicarpo da jabuticaba é maior do que os encontrados no extrato obtido a partir da casca da uva e do resíduo de juçara (7,9 e 11,54 µg/g de extrato, respectivamente) (Garcia *et al.*, 2019; Peixoto *et al.*, 2019).

A casca da jabuticaba apresenta um maior teor de compostos fenólicos (Tabela 2) quando comparada as demais porções, uma vez que a síntese desses compostos é aumentada sob condições de estresse, como a radiação UV, em que é submetida a casa durante o desenvolvimento do fruto (Winkel-Shirley, 2001). A cianidina-3-O-glicosídeo é o principal composto fenólico encontrado na casca e no resíduo.

O Ministério da Saúde (2003) e o *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids* (2005)

recomendam consumo diário de 45 mg de vitamina C em dietas de 2000 kcal\ dia de valor energético. Os teores de vitamina C, em 100 gramas de todas as frações, superam a recomendação diária.

Tabela 2. Composição de bioativos e atividade antioxidante da jabuticaba integral e suas porções.

	Fruta integral	Casca	Semente	Resíduo do despulpamento	
Compostos fenólicos totais (mg/100g)	815	2252	986	1658	
Vitamina C (mg/ 100g)	277,06	–	–	–	
flavan-3-óis (mg EPC/g)	5,04	0,45	–	18,47	
Flavonoides totais (mg EPC/g)	2,89	5,02	3,59	6,23	
Antocianinas (mg Cianidina- glicosídeo/ 3-O- 100g)	1,66 - 280	5,06 -1261	58	5,73 - 707	
Atividade antioxidante	FRAP (mmol Fe2+/100g)	71,2	191,2	186,6	65,4
	ORAC (mmol Trolox/100g)	36,3	82,7	65,9	71,6
	TEAC (mmol Trolox/100g)	43,5	97,6	97,9	92,6
	(ABTS+) (µmol Trolox/g)	250	230,41	–	–

Fonte: Inada *et al.* (2015), Gurak *et al.* (2014), Almeida *et al.* (2020), Benvenuti; Zielins; Kiferreira, (2021).

Desafios ambientais associados aos resíduos da jabuticaba

Os resíduos da jabuticaba, como cascas e sementes, podem apresentar desafios ambientais se não forem adequadamente gerenciados. A disposição inadequada desses resíduos pode ter impactos negativos no meio ambiente, resultando em potencial de poluição e degradação ambiental.

A indústria de processamento de frutas gera quantidade significativa de resíduos, e o descarte apropriado desses resíduos resulta em aumento dos custos de produção. Em geral, para reduzir os gastos operacionais, esses resíduos são descartados no meio ambiente. Embora os resíduos de frutas sejam biodegradáveis, quando não são devidamente tratados, eles se degradam rapidamente, emitindo odores desagradáveis, resultando em abrigo para micro-organismos e atraindo pragas que podem causar doenças infecciosas, provocando assim sérios problemas ambientais e de saúde (Thiviya, *et al.*, 2022).

Um dos principais impactos ambientais da disposição inadequada dos resíduos da jabuticaba é a contaminação do solo e da água. As cascas e sementes contêm compostos orgânicos que podem se decompor e liberar

substâncias químicas no ambiente. Quando descartados de forma incorreta, esses resíduos podem contaminar o solo, afetando sua qualidade e comprometendo sua capacidade de sustentar a vegetação e os ecossistemas. Além disso, se os resíduos forem depositados em corpos d'água, podem causar a eutrofização, que é o enriquecimento excessivo de nutrientes na água, levando a problemas como o florescimento de algas e a redução da biodiversidade aquática (Peltzer *et al.*, 2008).

A deposição em aterros sanitários é o principal método de descarte desses resíduos, apesar do risco de poluição ambiental (Zhang *et al.*, 2018). É necessário adotar outras rotas de descarte que priorizem a recuperação de energia e tecnologias verdes para recuperar compostos valiosos (Benvenuti; Zielins; Kiferreira, 2021; Zhang *et al.*, 2018). Os compostos extraídos dos resíduos orgânicos incluem proteínas, fibras, vitaminas, minerais, lipídios, compostos fenólicos, antioxidantes e fitonutrientes (Coelho *et al.*, 2023). A recuperação, reciclagem e reaproveitamento desses resíduos são discutidos na literatura, especialmente para a produção de compostos de interesse biológico imediato, como as antocianinas encontradas nas cascas de jabuticaba (Rosa *et al.*, 2022). Existem várias rotas tecnológicas para a geração de novos produtos de valor a partir de resíduos sólidos (Ortiz-Sanchez *et al.*, 2021).

A identificação das oportunidades industriais mais viáveis economicamente permite otimizar processos e reduzir custos (Hannah *et al.*, 2020; Dantas *et al.*, 2018). É importante caracterizar os resíduos e avaliar as possibilidades de aplicação das diferentes tecnologias e conhecimentos disponíveis para gerenciá-los, preferencialmente de forma local e pontual (Mirabella; Castellani; Sala, 2014). Os avanços biotecnológicos, relacionados aos resíduos lignocelulósicos, são impulsionados pelos benefícios ambientais e econômicos que oferecem (Cheng; Whang, 2022). Tecnologias de valorização dos resíduos da indústria de alimentos são essenciais para orientar planos de ação e decisões, evitando a perda de seu potencial biológico e promovendo a produção de produtos de base biológica, uma estratégia sustentável e desejável para a indústria.

Métodos de aproveitamento dos resíduos da jabuticaba

Os resíduos da jabuticaba oferecem oportunidades de aproveitamento que trazem benefícios econômicos e sociais significativos. A valorização desses resíduos não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também impulsiona oportunidades de negócios e empreendedorismo sustentável.

Dentre as vantagens econômicas da valorização dos resíduos da jabuticaba é a geração de renda e empregos nas comunidades produtoras (Aschemann-Witzel *et al.*, 2023). O aproveitamento dos subprodutos da jabuticaba, como as cascas, sementes e bagaço, pode abrir novas perspectivas para a criação de pequenas empresas locais, como agroindústrias, cooperativas ou unidades de processamento. Isso não apenas aumenta a renda das famílias envolvidas na produção da fruta, mas também promove o desenvolvimento econômico regional (Ravindran; Jaiswal, 2016).

Os resíduos podem ter diversas aplicações, alguns exemplos são destacados no Quadro 1. Dentre as alternativas ao uso dos subprodutos da jabuticaba tem-se a produção de extratos ricos em compostos bioativos, responsáveis pela atividade antioxidante preparados a partir do resíduo seco (Bueno *et al.*, 2020). A partir desses subprodutos secos, podem ser produzidas farinhas (Lesmana *et al.*, 2021), que podem ser aplicadas em sobremesas instantâneas, panificados tais como bolos, pães e cookies (Lesmana *et al.*, 2021; Marquetti *et al.*, 2018) entre outros, aumentando seu valor agregado.

Quadro 1. Aplicações de resíduos de jabuticaba.

Matéria-prima	Aplicação	Área	Referência
Casca de jabuticaba	Rações para animais, fertilizantes	Produção de rações	Sganzerla <i>et al.</i> , 2023
Farinha de casca de jabuticaba	Muffins, pão, barra de cereais, cookies, okara	Produtos alimentícios	Moura, 2022; Lesmana <i>et al.</i> , 2021; Marquetti <i>et al.</i> , 2018
Cascas de jabuticaba	Geleias, bebidas, sucos, sorvetes e chás	Produtos alimentícios	Miranda <i>et al.</i> , 2020
Semente de jabuticaba	logurte	Produtos alimentícios	Fidelis <i>et al.</i> , 2021
Fruto inteiro (polpa, semente e casca)	Suco de jabuticaba	Produtos alimentícios	Geraldi <i>et al.</i> , 2021
Cascas de jabuticaba	Corante natural em <i>macarons</i>	Produtos alimentícios	Albuquerque <i>et al.</i> , 2020b
Cascas de jabuticaba	Chá funcional	Produtos alimentícios	Silva <i>et al.</i> , 2017
Cascas de jabuticaba	Filmes biodegradáveis de embalagens	Embalagens	Sani <i>et al.</i> , 2023

A casca da jabuticaba corresponde a até 43% da fruta, sendo comum que essa porção seja descartada ou destinada à produção de rações para animais ou utilizada como componente orgânico em fertilizantes. Além disso, ela apresenta elevadas concentrações de compostos fenólicos, como galotaninos, ácido gálico e flavonoides (por exemplo, antocianinas, quercetina e epicatequina), entre outros. Essa parte da fruta também é abundante em fibras e minerais (Legatti *et al.*, 2012).

Assim, a farinha da casca de jabuticaba seca em pó possui grande utilidade quando aplicada como ingrediente em produtos alimentícios como muffins, pães, barra de cereais, okara e cookies (Moura, 2022).

A utilização de resíduos agroindustriais para a obtenção de polissacarídeos tem sido muito estudada, devido à sua importância industrial e valor aplicações funcionais e biológicas que têm despertado interesses de mercado, como para a produção de medicamentos, cosméticos e embalagens sustentáveis (Miranda *et al.*, 2020). Diante a busca por fontes alternativas para a obtenção de amido, as cascas da jabuticaba contêm um heteropolissacarídeo rico em galactose, que pode ser o responsável pelo efeito espessante exercido pelas cascas de jabuticaba na produção de geleias e bebidas (Geraldi *et al.*, 2021).

Os farelos da casca de jabuticaba mostram-se promissores materiais para a produção de embalagens biodegradáveis, podendo proporcionar a matriz polimérica melhores características mecânicas e capacidade antioxidante, devido ao alto teor de fibras e compostos bioativos, além de terem caráter renovável e biodegradável (Santos, 2019).

A indústria alimentícia, visando atender a um público disposto a consumir alimentos isentos de aditivos sintéticos, encontra nas antocianinas um importante substituinte aos corantes artificiais (Albuquerque *et al.*, 2021). A principal desvantagem destas, frente aos corantes sintéticos, deve-se à mudança de coloração decorrente de reações químicas com os produtos alimentícios. Além dos atributos da coloração, o interesse no uso das antocianinas tem sido intensificado devido a seus possíveis benefícios à saúde (Legatti *et al.*, 2012).

A pectina da casca e semente de jabuticaba possui alto teor de ácido galacturônico e metoxil, além de um elevado grau de esterificação, com características semelhantes à pectina comercial de alta esterificação, indicando a qualidade da pectina e sua capacidade de formar um gel (Miranda *et al.*, 2023;

Miranda *et al.*, 2020). Portanto, as cascas e sementes de jabuticaba podem ser utilizadas como matéria-prima para a recuperação de fibras dietéticas e pectina.

Além disso, a valorização dos resíduos da jabuticaba está impulsionando avanços científicos e tecnológicos. Pesquisas em andamento estão explorando a extração de compostos bioativos e antioxidantes presentes nos resíduos, como polifenóis e antocianinas, que possuem propriedades funcionais e nutricionais (Martins *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024; Naves *et al.*, 2023; Miranda *et al.*, 2023). Esses compostos podem ser utilizados na produção de alimentos funcionais e nutracêuticos, ampliando o leque de produtos saudáveis e de alto valor agregado no mercado (Araújo *et al.*, 2024).

O resíduo pós o despolpamento da jabuticaba, é fonte alimentar de fibras e ferro. E os principais compostos fenólicos identificados neste resíduo são as antocianinas e ácidos gálico e elágico, que têm sido associados a menores riscos de desenvolvimento de certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares, diabetes e outras doenças crônicas (Liu *et al.*, 2015).

A indústria cosmética, farmacêutica e de alimentos também podem se beneficiar dos resíduos da jabuticaba (Barroso *et al.*, 2023; Neves *et al.*, 2021; Albuquerque *et al.*, 2020a; Albuquerque *et al.*, 2020b). Podem ser utilizados como ingredientes naturais em produtos cosméticos, como cremes, loções e máscaras faciais, devido às suas propriedades antioxidantes e hidratantes (Fernandes *et al.*, 2022). Algumas marcas já utilizam extratos do fruto integral em formulações de cremes hidratantes e produtos de beleza (Boticário, Natura™, Portier™, Santa Cosmética™, Pokoloka™ e Fruit Therapy Skin™) (Fernandes *et al.*, 2022).

Além disso, a indústria farmacêutica pode explorar o potencial terapêutico desses compostos para o desenvolvimento de medicamentos (Benvenuti; Zielins; Kiferreira, 2021). Na indústria de alimentos, os resíduos podem ser utilizados em produtos como geleias, sucos, sorvetes e chás, oferecendo novas opções de sabores e texturas aos consumidores (Moura, 2022; Lesmana *et al.*, 2021; Marquetti *et al.*, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos da jabuticaba oferecem ampla gama de oportunidades de aproveitamento, que vão desde a extração de compostos bioativos até a produção

de alimentos funcionais, cosméticos e farmacêuticos. Essas iniciativas não apenas geram benefícios econômicos, como a geração de renda e empregos nas comunidades produtoras, mas também contribuem para a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

A expansão do mercado e as novas aplicações dos resíduos da jabuticaba apresentam perspectivas futuras promissoras, os transformando em subprodutos, inserindo-os no mercado com matérias-primas e aditivos. A conscientização crescente sobre a importância da sustentabilidade e o aumento da demanda por produtos naturais e saudáveis abrem espaço para o crescimento desses negócios. Além disso, a busca por soluções sustentáveis para o aproveitamento de resíduos agrícolas impulsiona a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e processos de valorização.

REFERENCIAS

ABD EL-MOATY, H. I. *et al.* Structural elucidation of phenolic compounds isolated from *Opuntia littoralis* and their antidiabetic, antimicrobial and cytotoxic activity. **South African Journal of Botany**, 131, p. 320-327, 2020.

ALBUQUERQUE, B. R. *et al.* Could fruits be a reliable source of food colorants? Pros and cons of these natural additives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 61(5), p. 805-835, 2021.

ALBUQUERQUE, B. R. *et al.* Jabuticaba residues (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg) are rich sources of valuable compounds with bioactive properties. **Food chemistry**, v. 309, p. 125735, 2020a.

ALBUQUERQUE, B. R. *et al.* Anthocyanin-rich extract of jabuticaba epicarp as a natural colorant: Optimization of heat- and ultrasound-assisted extractions and application in a bakery product. **Food Chemistry**, v. 316, 2020b.

ALMEIDA, R. L. *et al.* Determinação de compostos bioativos e composição físico-química da farinha da casca de jabuticaba obtida por secagem convectiva e liofilização. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e157911876, 2020.

ARAÚJO, N. M. P. *et al.* Potential of Brazilian Berries in Developing Innovative, Healthy, and Sustainable Food Products. **Sustainable Food Technology**, 2024.

ASCHEMANN-WITZEL, J. *et al.* Sustainable use of tropical fruits? Challenges and opportunities of applying the waste-to-value concept to international value chains. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 10, p. 1339-1351, 2023.

BARROSO, T. L. *et al.* Optimization of a Microwave-Assisted Extraction Method for the Recovery of the Anthocyanins from Jabuticaba By-Products. **Agronomy**, v. 13, n. 2, 556, 2023.

BENVENUTTI, L.; ZIELINSKI, A. A. F.; FERREIRA, S. R. S. Jaboticaba (*Myrtaceae cauliflora*) fruit and its by-products: Alternative sources for new foods and functional components. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, p. 118-136, 2021.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br>> Acesso em: 15 maio 2023.

BUENO, T. M. *et al.* Efeito do fornecimento e resfriamento em barras de cereais elaboradas com resíduos de uva e de jaboticaba. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e2879119783-e2879119783, 2020.

BURGI, R. Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes. **Anais... Congresso Brasileiro de Pastagens**, 8, Piracicaba: FEALQ, p. 101-117, 1986.

CASTEL, A. P. D. *et al.* Water sorption isotherms on lyophilized jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel: potential byproduct for the production of dehydrated foods. **Journal of Food Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 419-428, 2023.

CHENG, H. H.; WHANG, L. M. Resource recovery from lignocellulosic wastes via biological technologies: **Advancements and prospects. Bioresource technology**, 343, p. 126097, 2022.

COELHO, M. C. *et al.* Integral valorisation of tomato by-products towards bioactive compounds recovery: Human health benefits. **Food Chemistry**, 410, p. 135319, 2023.

DANTAS, T. E. T. *et al.* Convergências entre as práticas da Indústria 4.0 e os princípios da Economia Circular. **Anais ... Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, 20, São Paulo: USP, 2018.

FALLER, A. L. K. *et al.* Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel and seed powder associated with bioprocessing improves functional and nutritional quality of whole-wheat bread. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 58, n. 3, p. 1411-1422, 2023.

FERNANDES, I. D. A. A. *et al.* Bioactive compounds, health-promotion properties and technological applications of Jaboticaba: A literature overview. **Measurement: Food**, 100057, 2022.

FERNANDES, F. A. *et al.* Ultrasound-assisted extraction of anthocyanins and phenolics from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel: Kinetics and mathematical modeling. **Journal of food science and technology**, 57(6), p. 2321-2328, 2020.

FIDELIS, M. *et al.* Polyphenols of jaboticaba [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg] seeds incorporated in a yogurt model exert antioxidant activity and modulate gut microbiota of 1, 2- dimethylhydrazine-induced colon cancer in rats. **Food Chemistry**, 334, p. 127565, 2021.

GARCIA, J. A. *et al.* Chemical composition and biological activities of Juçara (*Euterpe edulis* Martius) fruit by-products, a promising underexploited source of high-added value compounds. **Journal of Functional Foods**, 55, p. 325-332, 2019.

GERALDI, M. V. *et al.* Influence of high isostatic pressure and thermal pasteurization on chemical composition, color, antioxidant properties and sensory evaluation of jaboticaba juice. **LWT Food Science and Technology**, v. 139, 2021.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Editora Blucher, 2006.

GURAK, P. D. *et al.* Pó de bagaço de jaboticaba obtido como coproduto da extração do suco: estudo comparativo do pó obtido da casca e do fruto inteiro. **Food Research International**, v. 786-792, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Jaboticaba**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/jaboticaba/br>>. Acesso em: jan. 2024.

INADA, K. O. P. *et al.* Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, 17, p. 422-433, 2015.

HANNAH, L. *et al.* The environmental consequences of climate-driven agricultural frontiers. **PLoS one**, 15(2), p. e0228305, 2020.

HOLLAND, T. M. *et al.* Dietary flavonols and risk of Alzheimer dementia. **Neurology**, 94(16), p. e1749-e1756, 2020.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)**. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005. p. 1-1331 DOI: <10.17226/10490>.

LEGATTI, A. V. L. *et al.* Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research Internacional**, Campinas, v. 49, n. 1, p. 596-603, jun. 2012.

LESMANA, D. *et al.* Valorization of Peel-Based Agro-Waste Flour for Food Products: A Systematic Review on Proximate Composition and Functional Properties. **ACS Food Science & Technology**, 2(1), p. 3-20, 2021.

LIU, R. *et al.* Effects of ellagic acid-rich extract of pomegranates peel on regulation of cholesterol metabolism and its molecular mechanism in hamsters. **Food and Function**, 6, p. 780-787, 2015.

MARQUETTI, C. *et al.* Jaboticaba Skin Flour: Analysis and Sustainable Alternative Source to Incorporate bioactive Compounds and Increase the Nutritional Value of Cookies. **Cienc. Tecnol. Aliment.** 38 (4), p. 629-638, 2018.

MARTINS, T. A. *et al.* Use of murici (*Byrsonima crassifolia*) and jaboticaba (*Plinia cauliflora*) residues in the preparation of porous materials: Effect of pH on the adsorption efficiency of the contaminants phenol, diethylphthalate and amoxicillin. **Desalination and Water Treatment**, p. 100110, 2024.

MASSA, N. M. L. *et al.* In vitro colonic fermentation and potential prebiotic properties of pre-digested jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg), by-products. **Food Chemistry**, 388, p. 133003, 2022.

MIRANDA, B. M. *et al.* A galactose-rich heteropolysaccharide extracted from "jaboticaba" (*Plinia cauliflora*) peels. **Carbohydrate Polymers**, 249, p. 116821, 2020.

MIRANDA, B. M. *et al.* The microstructure of the starch from the underutilized seed of jaboticaba (*Plinia cauliflora*). **Food Chemistry**, 423, p. 136145, 2023.

MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Opções atuais para a valorização do desperdício na fabricação de alimentos: uma revisão. **Jornal da Produção Mais Limpa**, 65, p. 28-41, 2014.

MORENO, L. *et al.* Extraction and characterization of pectic substances in *Myrciaria cauliflora* (Jaboticaba sabará) fruit. **Revista Stricto Sensu**, v. 1, n. 1, 2016.

MOURA, F. M. **Uma abordagem upcycling para aproveitamento de resíduos de frutas**: obtenção de farinhas para o uso em produtos alimentícios. Florianópolis, 2022.

NAVES, M. M. V. *et al.* Propriedades prebióticas de subprodutos da fruta e seus benefícios metabólicos. **Nutracêuticos de Subprodutos Agroalimentares**, p. 45-68, 2023.

- ORTIZ-SANCHEZ, M. *et al.* A. Integral use of orange peel waste through the biorefinery concept: an experimental, technical, energy, and economic assessment. **Biomass conversion and Biorefinery**, 11, p. 645-659, 2021.
- PEIXOTO, C. M. *et al.* Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. **Food Chemistry**, 253, p. 132-138, 2018.
- PELTZER, P. M. *et al.* Effects of agricultural pond eutrophication on survival and health status of *Scinax nasicus* tadpoles. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 70(1), p. 185-197, 2008.
- 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.
- ROMANOS-NANCLARES, A. *et al.* Phenolic acid subclasses, individual compounds, and breast cancer risk in a Mediterranean cohort: The SUN Project. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, 120(6), p. 1002-1015, 2020.
- ROSA, R. G. *et al.* Sustainable bioprocess combining subcritical water pretreatment followed by anaerobic digestion for the valorization of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) agro-industrial by-product in bioenergy and biofertilizer. **Fuel**, 334, p. 126698, 2023.
- ROSA, R. G. *et al.* Sustainable production of bioactive compounds from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*): A bibliometric analysis of scientific research over the last 21 years. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, 27, p. 100656, 2022.
- SALOMÃO, L. C. *et al.* Jaboticaba — *Myrciaria* spp. **Exotic Fruits**, p. 237-244, 2018.
- SANTOS, F. H. **Elaboração de embalagens biodegradáveis ativas a partir de resíduos agroindustriais para conservação de alimentos**. 161 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Diamantina, 2019.
- SÁ, L. Z. M. *et al.* Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jaboticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*). **Journal of Functional Foods**, 8, p. 169-179, 2014.
- SANI, I. K. *et al.* Value-added utilization of fruit and vegetable processing by-products for the manufacture of biodegradable food packaging films. **Food chemistry**, 405, p. 134964, 2023.
- SGANZERLA, W. G. *et al.* Techno-economic assessment of on-site production of biomethane, bioenergy, and fertilizer from small-scale anaerobic digestion of jaboticaba by-product. **Methane**, 2(2), p. 113-128, 2023.
- SILVA, J. K. *et al.* Functional tea from a Brazilian berry: Overview of the bioactives compounds. **LWT Food Science and Technology**, v. 76, p. 292-298, 2017.
- THIVIYA, P. *et al.* Produção de proteína unicelular usando diferentes resíduos de frutas: uma revisão. **Separações**, 9, p. 178, 2022.
- WANG, X. *et al.* New insights into free and bound phenolic compounds as antioxidant cluster in tea seed oil: Distribution and contribution. **LWT**, 136, p. 110315, 2021.
- WINKEL-SHIRLEY, B. Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. **Plant Physiol.**, v. 126, p. 485-493, 2001.
- WISNUWARDANI, R. W. *et al.* Polyphenol intake and metabolic syndrome risk in European adolescents: the Helena study. **European Journal of Nutrition**, 59, p. 801-812, 2020.

ZHANG, K. *et al.* Maxent modeling for predicting the potential geographical distribution of two peony species under climate change. **Science of the Total Environment**, 634, p. 1326-1334, 2018.

ZHANG, S. *et al.* Response surface optimization of polysaccharides from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* [Mart.] O. Berg) fruits: Ultrasound-assisted extraction, structure properties, and antioxidant/hypoglycemic activities. **Chemistry & Biodiversity**, e202302070, 2024.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE MIRTILOS 'BILOXI' ORGÂNICOS CULTIVADOS NO CENTRO-OESTE

Filipe Martins Favatto

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Maurício Willyam Ramos Leão

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Sthefany Natalia Oliveira Santos

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Katiúcia Alves Amorim

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Clarissa Damiani

Universidade Federal de Goiás (UFG)

RESUMO

Objetivo: Realizar a caracterização físico-química do mirtilo '*Biloxi*', produzido no Cerrado, especialmente na região Centro-Oeste do Brasil. **Métodos:** O estudo analisou o fruto inteiro e suas frações (casca, polpa e semente), enfocando peso, dimensões, cor, sólidos solúveis totais, pH, acidez, atividade de água, compostos fenólicos, antocianinas e conteúdo mineral. **Resultados:** Os resultados mostraram que o fruto fresco tinha um peso médio de 2,37g, com a polpa sendo a maior fração (75,68%). A casca apresentou uma luminosidade menor e tonalidades verde-azuladas, enquanto a polpa mostrou maior luminosidade e tonalidades amareladas. A semente exibiu características distintas de cor, tendendo mais para o vermelho. Diferenças significativas foram observadas entre as frações do mirtilo em termos de sólidos solúveis, pH e acidez. A casca se destacou com o maior valor de sólidos solúveis totais (22,13oBrix), e a atividade de água foi mais alta no fruto fresco (0,930). A análise revelou altas concentrações de antocianinas e fenólicos na casca seca. O perfil fenólico variou significativamente entre as frações do fruto, especialmente após o processo de secagem. A análise mineral indicou que o mirtilo '*Biloxi*' é rico em macro e microelementos, com destaque para o cálcio nas sementes. **Conclusão:** os achados deste estudo ressaltam o potencial do mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado como um alimento funcional com propriedades nutricionais e nutracêuticas valiosas.

Palavras-chave: Cerrado, Compostos Bioativos, *Southern Highbush*.

INTRODUÇÃO

O mirtilo, fruto originário dos bosques da América do Norte e Norte da Europa, é consumido pelo homem desde a pré-história. Reconhecido por suas notáveis propriedades nutraceuticas, o mirtilo é rico em antioxidantes naturais e polifenóis, superando muitos outros alimentos funcionais em termos de benefícios para a saúde (Rufato; Antunes, 2016). A produção mundial é estimada em 850.886 toneladas, com a América do Norte contribuindo com 51,75% desse total, a América do Sul com 21,2%, e a Europa, com 19,8%. Os Estados Unidos lideram a produção mundial, com 34,5% de todo o mirtilo produzido no mundo (Fao, 2020).

No Brasil, a introdução do mirtilo é recente, mas promissora. Nos últimos quinze anos, observou-se um aumento na produção de pequenas frutas no Brasil, especialmente por produtores familiares. Frutas com alto valor agregado, como framboesa e mirtilo, devido às suas características nutraceuticas, estão se tornando cada vez mais populares entre agricultores e consumidores (Rufato; Antunes, 2016).

A cultura do mirtilo, ainda em fase de desenvolvimento no Brasil, busca um sistema de produção eficiente e competitivo para posicionar o país entre os principais produtores mundiais. Introduzido no Brasil em 1983 pela Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS), o mirtilo começou com a espécie *Vaccinium ashei*, conhecida como "*Rabbiteye*", que demanda menos frio (Hoffmann; Antunes, 2004).

Dentre as diversas cultivares, a '*Biloxi*', que pertence ao grupo "*Southern highbush*", é particularmente adequada para regiões com escassez de frio. Esta variedade, que se desenvolve bem em solos de pH baixo e é sensível à super-fertilização, oferece oportunidades para o cultivo orgânico (Fall Creek, 2019). A cultivar '*Biloxi*' é caracterizada por sua baixa necessidade de frio (Chavez; Lyrene, 2009). Essa característica tem estimulado empreendedores a implantar novos projetos de produção na região do Cerrado brasileiro (Antunes; Bacchan, 2023), bioma que compreende cerca de 22% do território nacional, caracterizado por um clima predominantemente tropical e uma biodiversidade única (Silva *et al.*, 2017). Essas características fazem do Cerrado um local ideal para o cultivo de mirtilos, especialmente da variedade '*Biloxi*'.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química do mirtilo '*Biloxi*', cultivado no Cerrado, especialmente na região Centro-Oeste, no Estado de Goiás, Brasil. Esta análise envolve a avaliação do fruto inteiro e de suas frações – casca, polpa e sementes.

MÉTODOS

Material

Os mirtilos orgânicos, cultivar '*Biloxi*', pertencentes ao grupo "*Southern Highbush Blueberry*" (SHB), cultivados no Cerrado na região Centro-Oeste do Brasil, cidade de Anápolis, estado de Goiás, safra 2021/2022, foram utilizados neste estudo. A colheita foi realizada manualmente e os frutos foram acondicionados em caixas de isopor para transporte ao laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal da Escola de Agronomia da UFG.

Preparo das amostras

Os frutos foram lavados em água corrente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm). Os frutos foram separados em duas categorias: frutos inteiros (alguns avaliados *in natura* e outros submetidos a tratamento térmico de secagem) e frações (casca, polpa e sementes), despulpados manualmente. As amostras foram secas em estufa (Ethik Technology modelo 402-3D) a 60°C até atingirem uma umidade de 15%, por 24 horas para casca e sementes e 48 horas para fruto inteiro e polpa. Em seguida, foram trituradas em processador de alimentos (Fritsch modelo Knife Mill Pulverisette 11).

Determinação de peso, comprimento, diâmetro e rendimento

Cada fruto e as frações foram pesadas em balança analítica (BioPrecisa Electronic Balance modelo FA-2104N). Os diâmetros transversal e longitudinal foram medidos com paquímetro digital. O rendimento foi calculado como a relação entre a massa das frações (casca, polpa e semente) e a massa total do fruto. Estas análises foram realizadas em dez frutos.

Análises físico químicas

A atividade de água foi medida a aproximadamente 25°C (Aqualab CX-2). O pH foi determinado por potenciometria direta (potenciômetro digital Micronal, modelo B474). Os sólidos solúveis totais foram medidos por refratometria (Reichert ar200), e a acidez total titulável, por titulação com NaOH 0,1 M, conforme AOAC (2016). Os parâmetros instrumentais de cor foram determinados, utilizando colorímetro (Color Quest, XE, Reston, EUA), conforme o sistema CIELab.

Determinação e quantificação dos fenólicos

Para a extração dos fenólicos, utilizou-se 2,5 g de amostra (com exceção da semente, que foi 0,825 g), homogeneizada em 20 mL de metanol 70% (V/V) e submetida a banho ultrassônico por 1 hora. O extrato foi centrifugado, filtrado em papel filtro de 25 µm e novamente em filtro de membrana de 0,22 µm. A análise foi realizada na Central de Análise e Prospecção Química da UFLA, empregando-se o cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC-DAD-UV-Vis).

Quantificação de antocianinas totais

Empregou-se o método do pH diferencial de Giusti e Wrolstad (2001) com adaptações. Para a extração dos compostos antociânicos, foi utilizado 1 g de amostra, adicionando-se 5 mL de uma solução de etanol:HCl 1,5 M (85:15), incubando-se por 15 min à temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram analisadas utilizando um espectrofotômetro (Global Trade, modelo gt7220). As leituras foram realizadas nos comprimentos de onda de 520 nm e 700 nm, sendo o branco da análise realizado com água destilada. A quantificação de antocianinas totais foi baseada no coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídeo (Equação 1), a qual representa a principal antocianina presente em frutos e os resultados expressos em miligramas de cianidina-3-glicosídeo por 100g de amostra.

$$AM = \frac{[(A520 - A700)_{pH1} - (A520 - A700)_{pH4,5}] \times PM \times FD \times 1000}{\epsilon \times l} \quad \text{Eq (1)}$$

Sendo:

AM: Antocianinas monoméricas

PM: Peso molecular, 449,2 g/mol para cianidina-3-glicosídeo

ϵ : 26900 L/mol.cm (coeficiente de absorvidade molar)

l: caminho óptico em cm

A: Absorbância a 520 e 700 nm

Determinação de minerais

O conteúdo mineral foi identificado e quantificado no fruto e frações secas. As amostras foram moídas e analisadas por ED-XRF (Epsilon 4, PANalytical) para determinar as frações de massa elementar de Mg, P, Cl, S, K, Ca, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr e Ba. As análises das amostras foram realizadas com a aplicação Auto Quantify do software ϵ 4 (PANalytical), sob atmosfera de hélio com variação de tensão de 5 a 45 kV e composto por um tubo de raio x de 20000 kv e 5 amperes, sendo feitas 3 leituras em posições aleatórias.

Análise Estatística

Realizou-se análise descritiva e estatística dos dados, empregando delineamento em blocos casualizados e análise de variância pelo Teste F. As médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR 5.8.

RESULTADO

Caracterização física das frações casca, polpa, semente e o fruto fresco

Tabela 1 apresenta os valores médios dos componentes físicos e parâmetros de cor das diferentes frações do mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado: casca, polpa, semente e o fruto fresco (apenas para os componentes físicos).

Tabela 1 - Composição física e parâmetros de cor nas frações casca, polpa, semente e no fruto fresco de mirtilo cultivados no Cerrado (g/100).

Componentes	Casca	Polpa	Semente	Fruto Fresco
Peso (g)	0,145±0,004 (2,61%)	1,81±0,02 (1,39%)	0,052±0,003 (6,29%)	2,37±0,19 (7,82%)
Diâmetro Transversal (mm)	-	-	-	17,86±0,51 (2,85%)
Diâmetro Longitudinal (mm)	-	-	-	13,65±0,45 (3,26%)
Espessura (mm)	0,11±0,02 (9,76%)	-	-	-
Rendimento (%)	6,12±0,32 (5,26%)	76,68±5,10 (6,74)	2,21±0,07 (3,16%)	-
L*	30,24±3,12 (10,31%)	43,61±4,25 (9,74%)	43,23±2,36 (5,45%)	-
a*	-0,26±0,02 (7,69%)	-1,07±0,09 (8,41%)	6,81±1,30 (19,08%)	-
b*	-4,95±0,77 (15,55%)	16,23±3,27 (20,14%)	7,67±1,07 (13,95%)	-
Croma	4,96±1,78 (15,72%)	16,59±3,09 (18,62%)	10,27±2,30 (22,39%)	-
HUE (graus)	87,20±1,68 (1,92%)	86,71±3,46 (3,99%)	47,97±3,09 (6,44%)	-

Média ± DP (CV). DP= desvio padrão e C.V.= coeficiente de variação.

Fonte: Os Autores.

De acordo com a Tabela 1, nota-se que o fruto fresco apresentou um peso médio de 2,37 gramas e dimensões de 17,86 mm (transversal) e 13,65 mm (longitudinal). A polpa representa a maior parte do fruto com 76,68% de rendimento e aproximadamente 1,81 gramas. A casca, com peso médio de 0,145 gramas, tem uma espessura média de 0,11 mm e rendimento de 6,12%. A semente é a menor fração em termos de peso e rendimento (0,052 gramas e 2,21%, respectivamente).

A cor é um importante atributo na agricultura, especialmente para frutas e hortaliças, indicando qualidade e muitas vezes determinando seu valor. O sistema CIELAB, que define o espaço cromático em coordenadas retangulares (L*, a*, b*), é frequentemente utilizado para essas medições. O L* indica a claridade (escuro ao claro) e o a* e b*, são as coordenadas cromáticas, no qual a* varia do verde ao vermelho ((+a*) indica vermelho e (-a*) indica verde) e b* varia do azul ao amarelo ((+b*) indica amarelo e (-b*) indica azul) (MINOLTA, 1994).

Em relação a cor, a casca do mirtilo apresentou uma luminosidade (L*) média de 30,24, com um leve tom verde-azulado indicado pelos valores negativos de a* (-0,26) e b* (-4,95). A polpa do mirtilo demonstrou uma luminosidade maior (L*: 43,61) e uma crominância mais intensa, com a* em -1,07 e b* em 16,23, o que reflete um tom mais amarelado. O croma foi significativamente mais alto

(16,59) e o HUE foi de 86,71 graus, próximo ao da casca (87,20), no entanto com uma inclinação ligeiramente mais para o amarelo.

Em contraste, a semente do mirtilo exibiu características de cor distintas. Sua luminosidade foi semelhante à da polpa (L^* : 43,23). Entretanto, as coordenadas de crominância foram diferentes: a^* em 6,81, indicando um tom mais para o vermelho, e b^* em 7,67, ainda refletindo uma tonalidade amarelada. O croma foi de 10,27 e o HUE (47,97) apresentou uma grande mudança, indicando uma tonalidade mais avermelhada em comparação com a casca e a polpa.

Caracterização química das frações casca, polpa, semente e o fruto fresco

A Tabela 2 apresenta os teores de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável (AT, expressa em g% de ácido predominante) e atividade de água (aW) do fruto fresco, casca, polpa e semente do mirtilo 'Biloxi' cultivado no Cerrado. Os resultados mostraram diferenças significativas entre o fruto fresco e as frações do mirtilo, indicando que há variações consideráveis nas propriedades físico-químicas entre as diferentes frações do mirtilo.

Tabela 2 - Características físico-químicas do fruto fresco, casca, polpa e semente do mirtilo cultivado no Cerrado.

Componentes	SST (°Brix)	pH	AT (g% ácido cítrico)	AT (g% ácido málico)	Atividade de Água (aW)
Casca	22,13 a	4,04 a	0,39 b	0,10 b	0,901 a
Polpa	9,13 c	3,55 d	0,36 b	0,10 b	0,922 a
Semente	9,13 c	3,92 b	0,37 b	0,10 b	0,631 b
Fruto Fresco	13,88 b	3,66 c	0,52 a	0,14 a	0,930 a

SST= Sólidos Solúveis Totais; AT= Acidez Titulável; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Os Autores.

A casca do mirtilo se destacou com os maiores valores de Sólidos Solúveis Totais (SST), registrando 22,13 °Brix, e um pH relativamente alto (4,04). A Acidez Titulável (AT), tanto em ácido cítrico quanto em ácido málico, foi menor na casca (0,39 g% e 0,10 g%, respectivamente) quando comparada ao fruto fresco, mas a atividade de água foi alta (0,901).

A polpa apresentou um perfil diferente, com um menor teor de SST (9,13 °Brix) e o pH mais baixo de todas as frações (3,55). A sua AT em ácido cítrico

e ácido málico foi similar à da casca (0,36 g% e 0,10 g%, respectivamente), e a aW foi ligeiramente maior (0,922). As sementes, por sua vez apresentaram um perfil semelhante ao da polpa em termos de SST (9,13 °Brix) e AT (0,37 g% ácido cítrico e 0,10 g% ácido málico), mas com um pH um pouco mais elevado (3,92). Notavelmente, a aW nas sementes foi significativamente menor (0,631). Por fim, o fruto fresco do mirtilo apresentou 13,88 °Brix de SST, um pH de 3,66, e a maior aW (0,930) e AT tanto em ácido cítrico (0,52 g%) quanto em ácido málico (0,14 g%), quando comparado as suas frações.

A Tabela 3, apresenta os resultados de antocianinas presentes no fruto e casca *in natura* e seca, do mirtilo 'Biloxi', cultivados no Cerrado. Os resultados apresentaram diferenças notáveis nos níveis de antocianinas entre o fruto e casca *in natura* e as amostras secas. O fruto *in natura* do mirtilo apresentou um teor de antocianinas de 151,13 mg/100 gramas. Já o fruto seco mostrou uma redução significativa neste teor, alcançando apenas 59,75 mg/100 gramas.

Tabela 3 - Teor de antocianinas do fruto e casca *in natura* e após processo de secagem em estufa, do mirtilo 'Biloxi' cultivados no Cerrado.

Componentes	Antocianinas mg/100g
Fruto in Natura	151,13 c
Fruto Seco	59,75 d
Casca in Natura	274,72 b
Casca Seca	3.773,53 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Os Autores.

A casca do mirtilo *in natura*, por sua vez, exibiu um teor mais alto de antocianinas em comparação com o fruto, com 274,72 mg por 100 gramas. No entanto, a maior concentração de antocianinas se deu na casca seca (3.773,53 mg/100 g). Percebe-se redução das antocianinas no fruto seco, enquanto que para casca seca obteve um aumento considerável no conteúdo de antocianinas.

Os resultados dos compostos fenólicos presentes no mirtilo 'Biloxi' cultivados no Cerrado é apresentado na Tabela 4. Os resultados revelaram variações notáveis no perfil fenólico entre as diferentes frações do mirtilo 'Biloxi', tanto *in natura* quanto após o processo de secagem.

Tabela 4 - Conteúdo fenólico expresso em mg.100g⁻¹ de diferentes frações do mitilo cultivar 'Biloxi', cultivados no Cerrado.

Fração	fruto <i>in natura</i>	fruto seco	polpa <i>in natura</i>	Polpa seca	Casca <i>in natura</i>	Casca seca	semente
Trigonelina	5,93 a	63,53 b	6,10 a	41,63 b	8,39 a	97,47 c	5,35 a
Ácido gálico	0,041 a	1,95 b	0,022 a	0,076 a	n.d.	n.d.	n.d.
Teobromina	n.d.	1,06 b	n.d.	0,041 a	n.d.	1,87 c	n.d.
Catequina	0,73 a	181,81 b	4,89 a	n.d.	n.d.	509,60 c	0,11 a
Ácido clorogênico	n.d.	666,73 b	n.d.	94,91 a	n.d.	199,17 a	102,57 a
Ácido cafeico	0,076 a	0,15 a	0,069 a	0,16 a	n.d.	n.d.	n.d.
Ácido siríngico	n.d.	0,42 b	n.d.	0,24 a	n.d.	n.d.	n.d.
Ácido <i>p</i> -cumárico	n.d.	n.d.	n.d.	0,09 a	0,37 b	n.d.	n.d.
Ácido <i>m</i> -cumárico	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,044 a	n.d.	1,19 b
Resveratrol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,73 a	n.d.
Ácido <i>transcinâmico</i>	13,24 a	n.d.	11,16 a	n.d.	n.d.	n.d.	33,15 b
Total	20,01 a	915,64 b	22,25 a	137,15 a	8,47 a	810,85 b	142,37 a

n.d. = não detectado; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Os Autores.

Os compostos fenólicos mais abundantes no mirtilo 'Biloxi' incluem trigonelina, catequina, ácido clorogênico e ácido cafeico. Ao comparar as frações secas do fruto entre si, nota-se que a que detém a maior parte dos compostos fenólicos é a casca, com 810,85 mg.100g⁻¹. Entre os compostos analisados, o ácido gálico foi detectado em pequenas quantidades no fruto e na polpa *in natura* e seca, com concentrações variando de 0,022 a 1,95 mg/100 gramas. O conteúdo de trigonelina diferiu estatisticamente entre as amostras *in natura* e secas, sendo mais concentrado na casca seca (1,87 mg/100g).

A catequina mostrou-se particularmente abundante na casca seca, com uma concentração de 509,60 mg/ 100 gramas, enquanto nos frutos *in natura* e na polpa *in natura*, as quantidades foram significativamente menores. O ácido clorogênico foi encontrado em grandes quantidades na polpa seca (94,91 mg/100g) e na casca seca (199,17 mg/100g), com a semente apresentando a maior concentração (102,57 mg/100g).

A quantidade de ácido cafeico encontrada na polpa e no fruto inteiro, tanto seco como *in natura*, não apresentou diferenças estatísticas significativas, sugerindo que o ácido cafeico encontrado no fruto inteiro é o mesmo identificado na polpa. O ácido siríngico foi encontrado apenas nos frutos e na polpa

secos, em diferentes quantidades. O ácido p-cumárico foi detectado na polpa seca e na casca *in natura* em diferentes concentrações. O ácido m-cumárico foi encontrado apenas na casca *in natura* e na semente, também em diferentes quantidades. O resveratrol foi detectado exclusivamente na casca seca. O ácido trans-cinâmico foi encontrado no fruto inteiro *in natura* e nas frações polpa *in natura* e semente, sendo em maior quantidade na semente.

A Tabela 5 ilustra os resultados da análise mineral do mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado. Esta análise revela diferenças significativas na composição mineral entre as diferentes partes do fruto: fruto inteiro, casca, polpa e semente. Os elementos como potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P) e cloro (Cl) se mostraram mais abundantes para o fruto do mirtilo '*Biloxi*' inteiro, assim como para as frações, casca polpa e semente.

Observa-se que, no geral, o maior conteúdo de macrosselentos se concentra na casca do mirtilo '*Biloxi*', principalmente nos elementos K, Mg, P, S e Si. Para a sementes, o conteúdo do Ca foi superior cálcio (3210,00 mg/kg), em relação ao fruto e demais frações. A fração polpa se mostrou com menores conteúdos de macrosselentos, com exceção do K que foi maior que o encontrado nas sementes.

Tabela 5 - Conteúdo mineral de mirtilo '*Biloxi*' para o fruto e frações casca, polpa e semente secos, cultivados no Cerrado.

Elementos (mg/kg)	Fruto Inteiro	Casca	Polpa	Semente
Mg	–	251,10 a	–	133,00 b
Si	240,57 b	465,70 a	121,33 c	179,37 bc
P	1110,00 a	1076,67 a	803,40 b	877,70 b
S	472,60 b	926,43 a	284,13 c	364,77 c
Cl	182,30 c	455,97 a	205,63 b	128,80 d
K	6603,33 ab	7700,00 a	5320,00 b	2310,00 c
Ca	1596,97 b	2690,00 a	1150,00 b	3210,00 a
Ti	21,80 ab	28,83 a	9,77 b	29,60 a
Cr	2,13 b	2,87 a	–	–
Mn	78,87 b	124,00 a	56,23 c	81,67 b
Cu	2,77 c	8,47 b	2,90 c	17,57 a
Zn	3,80 c	8,20 b	4,03 c	14,20 a
Rb	5,33 a	5,73 a	6,23 a	2,07 b
Sr	3,00 bc	4,13 b	2,37 c	5,90 a

Elementos (mg/kg)	Fruto Inteiro	Casca	Polpa	Semente
Mo	3,15 b	3,50 b	–	7,93 a
Sn	10,40 a	6,95 a	9,00 a	9,93 a
Fe	98,13 b	189,97 a	43,40 d	62,87 c
Br	–	4,67 a	–	–

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Os Autores.

O fósforo (P) foi o elemento mais abundante no fruto inteiro (1110,00 mg/kg) e na casca (1076,67 mg/kg), enquanto a polpa e a semente mostraram concentrações menores. O enxofre (S) também foi encontrado em maior quantidade na casca (926,43 mg/kg), seguido pelo fruto inteiro (472,60 mg/kg). Para o cloro (Cl), a casca apresentou o valor mais alto (455,97 mg/kg), e a semente o mais baixo (128,80 mg/kg). O potássio (K) mostrou-se mais abundante na casca (7700,00 mg/kg) e menos na semente. O cálcio (Ca) teve a maior concentração na semente (3210,00 mg/kg) e a menor na polpa (1150,00 mg/kg).

Outros elementos como titânio (Ti), cromo (Cr), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), rubídio (Rb), estrôncio (Sr), molibdênio (Mo), estanho (Sn) e ferro (Fe) também foram analisados, revelando variações entre as diferentes frações do mirtilo.

DISCUSSÃO

De acordo com Queiroga *et al.* (2021), os índices de qualidade normalmente utilizados pela indústria de frutas frescas incluem cor, tamanho, forma, ausência de defeitos, firmeza e sabor. O mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado apresentou características que se alinham a esses padrões, com um peso médio de 2,37 gramas, SST de 13,88 °Brix, pH de 3,66 e acidez titulável (AT) em ácido cítrico e málico de 0,52 e 0,14%, respectivamente. Estes valores são comparáveis aos observados em estudos internacionais, como os de Song *et al.* (2020) e Aliman *et al.* (2020) e nacionais como os de Medeiros *et al.*, (2015) e Concenção *et al.* (2014), que avaliaram diversas cultivares de mirtilos.

Song *et al.* (2020) avaliaram 12 cultivares diferentes de mirtilos cultivados na China, em relação aos parâmetros de qualidade dos frutos e observaram valores de L* entre 27,33 – 36,18, peso médio do fruto entre 1,72–2,61 gramas,

SST entre 7,86–12,21 °Brix, pH 3,11–3,7; AT em ácido cítrico entre 0,33–0,81% e Antocianinas entre 83,51–257,78 mg/100g. Aliman *et al.* (2020) avaliaram 4 cultivares de mirtilos cultivados na Bosnia e Herzegovina e observaram peso médio entre 1,12 e 2,11 gramas, SST entre 12,4 e 13,7 °Brix, AT em ácido cítrico entre 0,70 e 0,93% e pH entre 3,3 e 3,6.

Medeiros *et al.*, (2015), também, avaliando mirtilos comercializados em Curitiba-PR, estimaram valores distintos, entre 9,66 a 13,33°Brix de SST, 0,257 a 0,575% de AT em ácido cítrico e pH 2,43 a 3,85. Concenço *et al.* (2014) para a cultivar '*Bluegem*', observaram para a polpa, SST de 11,1 °Brix, AT de 0,42, pH de 3,3. Os autores observaram valores de rendimento para a casca (19,3%) e polpa (80,7%), maiores que os do presente estudo. Além disso, estudos de Lima (2021) em Brasília-DF mostraram diâmetros transversal (12,50 a 14,54 mm) e longitudinal (8,80 a 10,84 mm,) além de massa dos frutos (1,03 a 1,41 g) inferiores aos encontrados neste trabalho, destacando

O conteúdo de ácidos orgânicos, especialmente o ácido cítrico, é uma característica distintiva das variedades '*Southern Highbush*', como apontado por Sousa (2007) e Wang *et al.* (2008). A análise de atividade de água, um indicador crucial para a preservação pós-colheita, mostrou-se levemente inferior aos valores encontrados por Rosa (2017) para o mirtilo '*Bluecrop*' (aW: 0,99) e Pallas *et al.* (2013) para os mirtilos do grupo "*Rabbiteye*" (0,971 a 0,986), sugerindo que o mirtilo do Cerrado apresenta uma menor susceptibilidade ao desenvolvimento de microrganismos pós-colheita.

A espessura da casca do mirtilo '*Biloxi*' é mais fina quando comparada a outras frutas ricas em antocianina, impactando suas propriedades ópticas e estruturais (ZHANG *et al.*, 2019). De acordo com Retamales e Hancock (2018) a cor do mirtilo é um atributo altamente complexo afetado por parâmetros químicos e físicos, sendo que a cor azul dos mirtilos frescos é determinada pela quantidade de cera e o teor de antocianina da casca. Deste modo a intensidade e tonalidade da cor das berries pode ser associada ao teor de antocianinas presentes nos frutos, pois quanto mais azul escuro é a fruta, como no caso do mirtilo, maior é o seu teor de antocianinas, sendo as principais antocianinas encontradas nas variedades de mirtilo, a malvidina-3-O-galactosídeo, petunidina-3-Ogalactosídeo e delphinidina-3-O-galactosídeo (VEBERIC *et al.*, 2015; BUNEA *et al.*, 2013).

A análise da casca do mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado, revelou uma baixa luminosidade, a coordenada a^* , por sua vez, sugere uma tendência ao verde, enquanto a coordenada b^* indica uma tendência ao azul. A polpa por sua vez apresentou uma luminosidade média e as coordenadas a^* e b^* refletiram uma tendência ao amarelo. Estes valores são diferentes aos encontrados por Concenço *et al.* (2014) para a polpa do mirtilo '*Bluegem*', onde observaram coordenadas de cor de L^* : 24,55, a^* : 2,23, b^* : -0,54, com Hue de -0,24 e Croma de 2,29 tendendo para o vermelho azulado, muito diferente do valor encontrado no experimento atual, provavelmente essa diferença se deu pelo processo de separação da polpa, onde no trabalho atual foi realizada manualmente, enquanto que no estudo de Concenço *et al.* (2014) foi realizada por centrifuga, onde pode ter ocorrido uma copigmentação da casca.

Medeiros *et al.*, (2015), ao avaliar mirtilos na cidade de Curitiba - PR, encontraram valor de L^* variando entre 25,61 a 32,95, a^* entre 0,35 e 0,84 e b^* entre -1,66 e -3,48, valores estes inferiores ao trabalho atual, inferindo que o fruto cultivado no Cerrado apresenta maior intensidade de cor azul. Linhares (2019) encontrou, na técnica de micropropagação do mirto '*Biloxi*' em Brasília-DF, os maiores valores de L^* , C^* e hue (44,77; 3,95 e 271,69, respectivamente), apresentando maior luminosidade, tonalidade muito superior e saturação sutilmente menor, referente ao trabalho atual. Em contraste, Gonçalves (2017) em Portugal, relatou para a mesma cultivar uma saturação e tonalidade azul mais acentuada.

Em relação aos teores de antocianinas e conteúdo fenólico, observou-se que os mesmos variam significativamente entre as amostras in natura e secas. A maior concentração de antocianinas na casca seca sugere um efeito de concentração devido ao processo de secagem. A redução das antocianinas no fruto seco, em comparação ao fruto fresco, pode ser atribuída à degradação termossensível destes compostos, conforme discutido por Lima *et al.* (2002). Esses resultados são apoiados por estudos de Radünz *et al.* (2014) e Ochmian *et al.*, (2009), que também observaram variações no conteúdo de antocianinas devido a diferentes condições de processamento.

Radünz *et al.*, (2014) relataram teor de antocianinas para a cultivar '*Bluegem*' entre 39,93 a 54,13 em mg eq. cianidina-3glicosídeo/100g; já nas cultivares '*Clímax*' e '*Powderblue*', os maiores valores foram 57,81 e 63,59 mg eq. cianidina-3-glicosídeo/100g, respectivamente. Todos os valores de antocianinas

estimados pelos autores para as três cultivares, foram inferiores comparados ao teor total de antocianinas do fruto *in natura*, avaliado no estudo atual, para cultivar '*Biloxi*'. Enquanto que para o teor de fenólicos não sofreu variações significativas, na cultivar '*Clímax*', '*Bluegem*' e '*Powderblue*' foram identificados, respectivamente, 1364,0, 1146,2 e 1626,7 mg.100g⁻¹. Todos os valores de fenólicos estimados pelos autores, para as três cultivares, foram superiores comparados ao teor total de fenólicos do fruto inteiro, avaliado no presente estudo, para cultivar '*Biloxi*', sob cultivo orgânico.

Ochmian *et al.*, (2009), estimaram conteúdos de antocianinas e compostos fenólicos na cultivar '*Sierra*', cultivada com diferentes substratos na Polônia, averiguando o impacto destes na composição dos bioativos nos frutos de mirtilo, sendo encontrados valores entre 120,92 a 146,77 mg/100g de antocianinas, com predominância de delfinidina-3-galactosídeo, malvidina-3-galactosídeo e petunidina-3-galactosídeo em todos os substratos, sendo os resultados inferiores ao mirtilo '*Biloxi*' do experimento em questão. Já para os fenólicos totais, os resultados revelaram faixa de valores entre 181,74 e 231,03 mg.100g⁻¹, sendo que o ácido clorogênico emergiu como o composto predominante em todos os substratos investigados, corroborando também a sua predominância nos frutos de mirtilo da variedade '*Biloxi*' utilizados no experimento.

Além disso, Wang *et al.*, (2008), estudando o efeito das práticas de cultivo na qualidade do fruto e capacidade antioxidante em mirtilos "*Highbush*", cultivar '*Bluecrop*', em Nova Jersey, relatou teor de antocianinas e compostos fenólicos para o cultivo orgânico de 131,2 mg/100g e 319,3 mg/100g de fruto fresco, respectivamente, já para o cultivo convencional, 82,4 mg/100g e 190,3 mg/100g de fruto fresco, inferindo que o método de cultivo é um fator importante e significativo quanto aos compostos bioativos do fruto.

De acordo com Pertuzatti *et al.* (2014), o mirtilo brasileiro tem uma alta relação entre a concentração de compostos fenólicos e antocianinas totais, além de uma pequena concentração de carotenoides. Esses compostos têm uma correlação positiva com a atividade antioxidante, e diferenças significativas em suas concentrações são encontradas em diferentes cultivares, locais de cultivo e época de colheita. Corroborando com Kalt *et al.* (2003) e Pertuzatti (2009), que relatam que o perfil desses compostos pode ser suscetível a mudanças significativas devido a variáveis como a diversidade genética das plantas,

diferentes estádios de maturação dos frutos e variações climáticas e agrônômicas. A pesquisa demonstra que não existe um perfil estático de compostos fenólicos, mas sim uma interação complexa de influências que moldam sua composição e enfatiza a necessidade de considerar esses fatores dinâmicos e interconectados ao estudar os compostos fenólicos presentes em mirtilos.

A análise mineral revelou que o mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado é rico em macro e microelementos, com destaque para K, Ca, P, S e Si na casca, e Ca em maior concentração nas sementes. Rebelatto *et al.* (2020) e Drózdź *et al.* (2018) também identificaram diferenças na composição mineral de mirtilos cultivados em diferentes regiões, sugerindo a influência do solo e das condições de cultivo nas características minerais do fruto.

Segundo o Examine, uma organização educacional independente que analisa pesquisas sobre nutrição e suplementos, recomenda a ingestão de aproximadamente 60 a 120g de mirtilos frescos, por dia (variação conforme peso humano), podendo inferir que o mirtilo contribui, significativamente, para atingir os valores percentuais de ingestão diária de minerais recomendadas (USDA, 2019). Por fim, este estudo revelou que o mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado demonstra um perfil promissor, apresentando características físico-químicas e morfológicas são comparáveis com outros mirtilos produzidos em diferentes locais e países, se tornando uma alternativa competitiva no mercado global de frutas.

CONCLUSÃO

Este estudo forneceu uma análise abrangente do mirtilo '*Biloxi*', cultivado no Cerrado brasileiro, Goiás, destacando suas características físico-químicas, compostos bioativos e perfil mineral. A pesquisa revelou que essa cultivar, adaptada ao clima tropical do Cerrado, possui qualidades nutricionais e organolépticas notáveis, assemelhando-se com outros mirtilos produzidos em diferentes locais e países. Em conclusão, os achados deste estudo ressaltam o potencial do mirtilo '*Biloxi*' cultivado no Cerrado como um alimento funcional com propriedades nutricionais e nutracêuticas valiosas.

REFERÊNCIAS

- ALIMAN, Jasmina *et al.* Study of the physicochemical properties of highbush blueberry and wild bilberry fruit in central Bosnia. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 44, n. 2, p. 156-168, 2020.
- ANTUNES, L. E. C. Corrêa; BACCAN, R. **Cultivares de mirtilos para produção em vasos**. Circular Técnica 236. Embrapa: Pelotas, 2023.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**, Washington, ed. 18, 2016.
- BUNEA, A. *et al.* Anthocyanin determination in blueberry extracts from various cultivars and their antiproliferative and apoptotic properties in B16-F10 metastatic murine melanoma cells. **Phytochemistry**, v. 95, p. 436-444, 2013.
- CHAVEZ, D. J.; LYRENE, P. M. Interspecific crosses and backcrosses between diploid *Vaccinium darrowii* and tetraploid southern highbush blueberry. **Journal American Society Horticulturae Science**, n. 134, v. 2, p. 273-280, 2009.
- CONCENÇO, F. I. G. D. R. *et al.* Caracterização e avaliação das propriedades físico-químicas da polpa, casca e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 1, p. 1177-1187, 2014.
- DRÓZDZ, P.; ŠĚŽIENĚ, V.; PYRZYNSKA, K. Mineral composition of wild and cultivated blueberries. **Biological trace element research**, v. 181, n. 1, p. 173-177, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12011-017-1033-z>>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- FALL CREEK. **Commercial Fruit-Growers**. 2019. Disponível em: <<https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi#>>.
- FAO. Faostat: Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production crops**. Blueberry. 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>.
- GIUSTI, M. M; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. **Current protocols in food analytical chemistry**, n. 1, p. F1. 2.1-F1. 2.13, 2001.
- GONÇALVES, A. M. **Caracterização fenológica, física e química de 8 cultivares de mirtilo de sul e 2 rabbiteye**. Trabalho de final de Curso, Engenharia Agrônoma – Ramo Fitotecnia, ESAV-Instituto Politécnico de Viseu, Portugal, 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/39195597/carateriza%C3%87%C3%83o_fenol%C3%93gica_f%C3%8Dsica_e_qu%C3%8Dmica_de_8_cultivares_de_mirtilo_de_sul_e_2_rabbit_eye>. Acesso em: 2 nov. 2023.
- HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C. **Grande potencial**. Embrapa Uva e vinho. Artigo em periódico indexado. 2004.
- KALT, W. *et al.* Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 128, p. 917-923, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268376276_Oxygen_Radical_Absorbing_Capacity_Anthocyanin_and_Phenolic_Content_of_Highbush_Blueberries_Vaccinium_corymbosum_L_during_Ripening_and_Storage>. Acesso em: 18 ago. 2023.
- LIMA, F. N. D. **Cultivo do mirtilo 'Biloxi' em função de fertirrigação nitrogenada e substratos**. 116 f., il. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/42076>>. Acesso em: 15 dez. 2023.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e Carotenóides Totais em Pitanga **Scientia Agricola**, v. 59, p. 447-450, 2002.

LINHARES, G. F. **Efeito da propagação na produção e qualidade de mirtilo 'Biloxi' cultivado no Distrito Federal**. p. 27, Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28157/1/2019_GabrielFelipeLinhares_tcc.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

MEDEIROS, J. G. S. *et al.* Caracterização Físico-Química de Mirtilo Comercializado em Curitiba/PR. **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001**. Anais. Aracaju-SE, 2015. Disponível em: <http://octeventos.com/site/sites/pos-colheita/anais/PDF/00041_120853.pdf>. Acesso em: 8 out. 2023..

MINOLTA, K. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Tokyo, 1998, 59 p.

OCHMIAN, Ireneusz *et al.* Influence of substrate on yield and chemical composition of highbush blueberry fruit cv.'Sierra'. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 17, n. 1, p. 89-100, 2009.

PALLAS, L. A.; PEGG, R. B; KERR, W. L. Quality factors, antioxidant activity, and sensory properties of jet-tube dried rabbiteye blueberries. **J. Sci. Food Agric**, 93, p. 18871897, 2013.

PERTUZZATI, P. B. **Compostos bioativos em diferentes cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas– Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 86f, 2009. Disponível em: <http://dcta.create.inf.br/manager/uploads/documentos/dissertacoes/MEST_PAULA_BECKER_PERTUZATTI.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

PERTUZATTI, Paula Becker *et al.* Antioxidant activity of hydrophilic and lipophilic extracts of Brazilian blueberries. **Food Chemistry**, v. 164, p. 81-88, 2014.

QUEIROGA, V. *et al.* **Mirtilo (*Vaccinium spp.*) Tecnologias de plantio em típicas regiões serranas**. Embrapa - Campina Grande: AREPB, 2021.

RADÜNZ, A. L. *et al.* Intensidade de poda na produção e na qualidade dos frutos de mirtilheiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 36(1), p. 186-191, 2014.

REBELATTO, G. A. *et al.* Caracterização físico-química e composição mineral de diferentes variedades do fruto mirtilo (*vaccinium myrtillus*). **7º Simpósio de Segurança Alimentar (Inovação com Sustentabilidade)**, Bento Gonçalves - RS, 27 out. 2020. Disponível em: <http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_314.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2023.

RETAMALES, J. B.; HANCOCK, J. F. **Blueberries**. 2. ed. Boston: CABl, 2018.

ROSA, J. R. **Microencapsulação de compostos antociânicos extraídos do mirtilo (*Vaccinium spp.*) por spray dryer**: caracterização, estudo da estabilidade e condições gastrointestinais simuladas. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/11348>>. Acesso em: 10 out. 2023.

RUFATO, A. R.; ANTUNES, L. E. C. Técnicas de produção de framboesa e mirtilo. **Embrapa Clima Temperado-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2016.

SILVA, E. P. D., *et al.* Characterization of chemical and mineral composition of marolo (*Annona crassiflora* Mart) during physiological development. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 1, p. 13-18, 2017.

SONG, Juan *et al.* Classification of Different Blueberry Cultivars by Analysis of Physical Factors, Chemical and Nutritional Ingredients, and Antioxidant Capacities. **Journal of Food Quality**, v. 2020, p. 1-9, 2020.

SOUSA, M. B. *et al.* Mirtilo: qualidade pós-colheita. **Agro Divulgação**, v. 556, n. 8, 2007.

USDA. BLUEBERRIES, Raw. **U.S. Department of Agriculture**, 2019. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171711/nutrients>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

VEBERIC, R. *et al.* M. Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 509-517, 2015.

WANG, S. *et al.* Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 56, p. 5788-5794, 2008.

ZHANG, M.; LI, C.; YANG, F. Optical properties of blueberry flesh and skin and Monte Carlo multi-layered simulation of light interaction with fruit tissues. **Postharvest Biology and Technology**, v. 150, p. 28-41, 2019.

COMPOSIÇÃO PROXIMAL DO BOLO DE BAUNILHA SEM GLÚTEN COM FARINHA DA BORRA DE AÇÁI EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL À FARINHA DE ARROZ

Giovanna Spirandelli Alves de Moraes
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Ingrid Alves de Moraes
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Rayanna Ferreira Lopes
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Alexandre Moreira de Sousa
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Taís Aragão Ishizawa
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Vânia Maria Alves
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Clarissa Damiani
Universidade Federal de Goiás (UFG)

RESUMO

Objetivo: Analisar a composição proximal de bolo de baunilha sem glúten, com a substituição parcial da farinha de arroz pela farinha da borra de açaí, com a finalidade de aproveitar o resíduo que foi gerado no processamento do fruto, além de observar as possíveis alterações no bolo. **Métodos:** Os bolos foram elaborados com variadas concentrações da farinha da borra de açaí (0%, 5% e 20%) e analisados quanto ao teor de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos totais, além do valor calórico de cada amostra. **Resultados:** Após avaliar a composição proximal, observou-se que a presença da farinha da borra de açaí no bolo de baunilha sem glúten, nas proporções de 0%, 5% e 20%, modificou os teores de lipídios (5,14%, 4,91% e 5,51%), proteínas (3,26%, 3,27% e 3,01%) e carboidratos totais (67,63%, 68,01% e 64,90%) respectivamente. Ao analisar o valor calórico foi possível perceber diferentes médias entre as concentrações nos bolos, sendo o controle, 5% e 20% com valores de 329,38 Kcal, 315,40 Kcal e 321,79 Kcal respectivamente. Esses resultados destacam a diversidade nos componentes nutricionais e como a incorporação de uma matéria prima fora dos padrões pode influenciar aspectos como textura (umidade) e valor calórico, sendo relevante considerar tais variações ao formular produtos, conforme as necessidades dietéticas e preferências dos consumidores. **Conclusão:** A utilização da borra do açaí processada e convertida em farinha, modificou as características químicas do bolo sem glúten e pode ser uma alternativa para contribuir para uma gestão ambiental responsável do resíduo da agroindústria do açaí.

Palavras-chave: Análises, Alterações, Composição Nutricional, Resíduos.

INTRODUÇÃO

O açaizeiro, ou palmeira-açaí (*Euterpe oleracea*), é uma monocotiledônea da família *Arecaceae*, que cresce principalmente em áreas de várzeas da América Central e do Sul e no Brasil. O açaí se destaca pelo valor nutritivo, contendo mais de 40% de lipídios em sua forma seca, é uma fonte rica em proteínas e fibras e contém pigmentos antioxidantes chamados antocianinas. Estes compostos combatem os radicais livres, melhoram a circulação sanguínea e protegem contra doenças. Devido a essas características, a exportação da polpa de açaí comercial é promissora, desempenhando importante papel socioeconômico-ambiental nas regiões produtoras (Carvalho, 2021). Essas substâncias têm propriedades antioxidantes que combatem os radicais livres e fortalecem o sistema imunológico, contribuindo para a saúde (Si, 2020).

Apesar do açaí ser uma planta mais comum da região amazônica, ele também está presente na região do cerrado brasileiro. O projeto "Açaí no cerrado" criado em 2022 pela Emater-DF, disponibiliza mudas criadas pela Embrapa (BRS Pará e BRS Pai d'Égua) para as regiões do DF, Goiás e Minas Gerais, com o intuito de cultivar um dos frutos mais tradicionais da região Norte na região Centro-Oeste do Brasil (Emater, 2023). Devido ao sabor característico e as propriedades nutricionais houve um aumento no consumo mundial, o que impulsionou o investimento na produção deste fruto por parte dos agricultores (Duval, 2023). Sendo assim, o açaí está presente no Cerrado, se tornando o mais novo polo de fruticultura do Brasil e proporcionando novas estratégias para utilização do fruto e de seus resíduos.

O açaí da espécie *E. precatoria*, Mart., tem formato arredondado, com um diâmetro de 0,9 a 1,3 cm, sua casca (epicarpo) é lisa e de cor púrpura-negra, a polpa (mesocarpo) apresenta a mesma coloração da casca e possui uma semente rígida (endocarpo) e um interior (endosperma) homogêneo (Vianna, 2020). Santos *et al.* (2023) destaca que a cultura do açaí gera resíduos, principalmente caroços, que representam aproximadamente 85% do fruto. Como resultado, uma grande quantidade desses resíduos fibrosos não recebe uma disposição adequada e, frequentemente, são descartados indiscriminadamente no meio ambiente (Barbosa; Junior, 2022).

Na primeira etapa do processamento do açaí ocorre a separação entre a polpa e a sementes, o que resulta em alguns resíduos. Depois, tem-se a separação da polpa com o núcleo que ocorre na peneira, com a finalidade de remover uma pasta que contém fibras e outros resíduos sólidos, denominado de borra. As frações residuais que são formadas durante o processamento dos frutos apresentam um interesse econômico, pois pode-se originar um novo produto que terá aplicabilidade no mercado, além de contribuir com a sustentabilidade fornecendo uma destinação à borra do açaí (Buratto, 2020). Nesse viés, existe uma possibilidade de utilizá-las como matéria-prima alimentar, isto porque o açaí é conhecido por ser uma fonte de compostos bioativos, fibras, cinzas e proteínas (Silva, 2019).

Pesquisas têm abordado o aproveitamento da borra do açaí em alimentos para induzir o consumo desta fração do fruto e aproveitar suas características nutricionais benéficas à saúde (Farias, 2022), visto que farinha da borra pode atuar na substituição de 20% da farinha de trigo (Santana, 2009). Além disso, a borra do açaí é rica em nutrientes, aumentando, então, o nível de vitamina presente nos alimentos ao ser utilizada. Na literatura, aplicações da borra em biscoitos do tipo Petit four foram realizadas, e o biscoito obteve alto índice de aceitabilidade por adultos e crianças (Santana, 2009).

A Schär, especializada no segmento sem glúten, realizou uma pesquisa com consumidores brasileiros sobre o comportamento de consumo de produtos sem glúten. No Brasil, de 1966 consumidores entrevistados, 85,8% seguem uma dieta livre de glúten, sendo que 45% entraram para a categoria nos últimos dois anos em consequência do diagnóstico da doença celíaca (DC) (Schär, 2019). A intolerância ao glúten, conhecida como doença celíaca (DC), afeta entre 1% e 2% da população mundial, caracterizando-se por uma condição crônica no intestino causada pela ingestão de certas proteínas, as prolaminas. Isso resulta na deterioração das vilosidades intestinais, levando a problemas na absorção de nutrientes e sintomas clínicos que podem surgir tanto na infância quanto na idade adulta (Calado; Verdelho; Machado, 2022). Quando os indivíduos com DC consomem alimentos que contêm glúten, o sistema imunológico responde atacando as vilosidades intestinais, prejudicando a absorção de nutrientes e afetando negativamente diversos sistemas do organismo (Cardoso-Silva, 2019).

Atualmente, a única forma de tratar a DC é por meio de uma dieta isenta de glúten, que, apesar de alguns avanços recentes, ainda pode ser desequilibrada e deficiente em diversos nutrientes. Por conseguinte, os pacientes celíacos necessitam de acesso a produtos alimentares de melhor qualidade (Simon, 2023). Além disso, de acordo com o Sebrae (2023), houve crescimento de 98% no consumo de alimentos sem glúten e a tendência é crescer 14% até 2027.

Após essas informações, observa-se a procura por alimentos sem glúten e a necessidade do aproveitamento integral do açaí em alimentos populares como os bolos, visto que as padarias são caracterizadas como o segundo maior canal de distribuição de alimentos, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP, 2019). Logo, estudos devem ser feitos para a utilização da borra de açaí e a fabricação de alimentos sem glúten por ser um produto consumido e procurado pelos brasileiros frequentemente, com o intuito de enriquecer o seu valor nutricional e diminuir, significativamente, o desperdício parcial do açaí (Teixeira *et al.* 2009).

Diante disso, o aproveitamento pode significar uma nova linha de produtos para as indústrias, principalmente no setor da fruticultura, onde o Brasil se encontra como um dos maiores produtores. Logo, há uma necessidade de pesquisas e estudos sobre a borra do açaí, visando o seu aproveitamento e a aplicação em alimentos, a fim de evitar o desperdício e favorecer a incorporação da farinha residual em produtos de panificação, como por exemplo em bolo de baunilha sem glúten.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo aproveitar o resíduo gerado pelo açaí em alimentos, como os bolos sem glúten, para atender a demanda das pessoas celíacas, além de evitar o desperdício da borra do açaí, que hoje é descartada no lixão, sendo um problema ambiental significativo.

MÉTODOS

Insumos

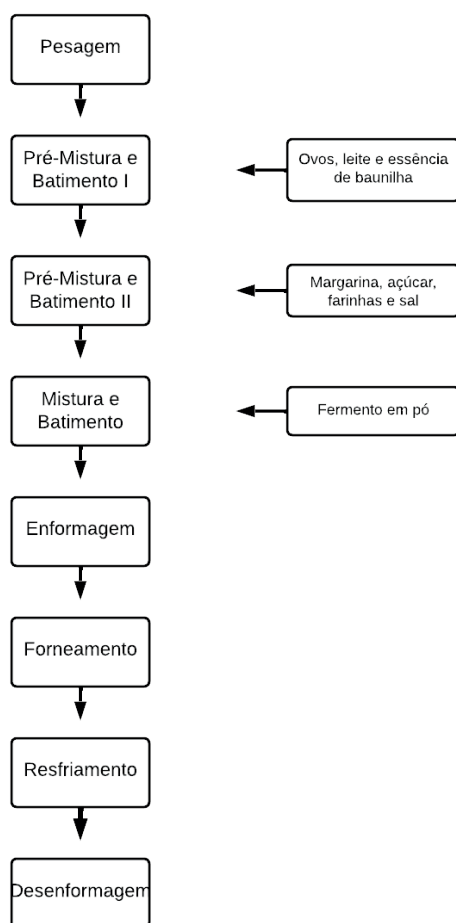
Os componentes para o bolo, como farinha de arroz (FA), margarina, açúcar, fermento, ovo e leite, foram adquiridos em estabelecimentos comerciais,

situados na região metropolitana de Goiânia, Goiás. A farinha de açai (FBA), por sua vez, foi obtida em Manaus, na região interna da Amazônia.

Elaboração dos bolos

Conforme figura 1, a elaboração dos bolos, seguiu os passos demonstrados no fluxograma.

Figura 1 - Fluxograma do processo da elaboração dos bolos sem glúten, com de diferentes concentrações e borra de açai em substituição a farinha de trigo.



Fonte: Os autores (2024).

O processo iniciou-se com todos os ingredientes sendo colocados em um recipiente, devidamente higienizadas e pesados em balança calibrada. Os ingredientes utilizados, nas três formulações, estão demonstrados na tabela 1. Em seguida, misturou-se os ovos, leite e essência de baunilha em liquidificador para garantir homogeneidade. Posteriormente, foram adicionados a margarina, o açúcar, a farinha de arroz, a farinha da borra de açaí e o sal, seguido por uma nova etapa de batimento. O tratamento controle não incluiu a farinha da borra de açaí. A seguir, o fermento em pó foi incorporado à massa, sendo misturado rapidamente para uma distribuição uniforme. A massa resultante foi despejada em forma de orifício central, previamente untada com margarina e polvilhada com farinha de arroz. O passo seguinte consistiu em assar a mistura em forno preaquecido a 180°C, por 30 minutos. Após esse período, esfriou-se e em seguida os bolos foram desenformados.

Tabela 1 - Formulações utilizadas na elaboração de bolo de baunilha sem glúten com substituição parcial da farinha de arroz por farinha da borra de açaí.

Ingredientes	Formulações		
	A	B	C
Farinha de arroz(g)	210	199,5	168
Farinha da borra de açaí (g)	0	10,5	42
Açúcar (g)	120	120	120
Ovos (g)	66	66	66
Leite (g)	62,5	62,5	62,5
Margarina (g)	12	12	12
Essência de baunilha (g)	6	6	6
Fermento em pó (g)	6	6	6
Sal (g)	0,25	0,25	0,25

Fonte: Os autores (2024).

Seguindo essa metodologia, foram formuladas três receitas distintas. A primeira, considerada a formulação padrão (A), não continha farinha da borra de açaí, sendo composta apenas por farinha de arroz. Na segunda formulação (B), adicionou-se 5% de farinha da borra de açaí à farinha de arroz, enquanto na terceira formulação (C), essa quantidade foi aumentada para 20%, ajustando-se as quantidades dos demais ingredientes para manter a soma total em

100%. Após a conclusão da elaboração dos bolos, ambos foram submetidos à análise proximal, proporcionando compreensão da composição nutricional das diferentes formulações.

Procedimentos e análises

Os procedimentos e análises foram conduzidos na Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás. A análise proximal abrangeu a avaliação de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos totais. A determinação da umidade ocorreu em estufa de secagem com circulação de ar à 105°C, seguindo a metodologia da AOAC - *Association Of Official Analytical Chemists* (2016) nº 930.16. As cinzas foram quantificadas por meio do método gravimétrico com incineração em mufla a 550°C, conforme estabelecido nas normas da AOAC (2016) nº 942.05. O teor de lipídios totais foi obtido pelo método de Bligh-Dyer (1959), envolvendo a homogeneização da amostra com água, metanol e cloroformio, resultando em um sistema bifásico. Os resultados foram expressos em porcentagem. A análise dos teores proteicos compreendeu a determinação do nitrogênio total pelo Método de Kjeldahl, considerando um fator de conversão de 6,25 para o cálculo da proteína bruta, conforme AOAC (2016), nº 929.152. A quantificação de carboidratos totais, de acordo com a Resolução RDC nº 360 de 2003 sobre rotulagem de alimentos (Brasil, 2003), foi obtida subtraindo os valores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios totais de 100. Para o cálculo do valor calórico utilizou-se os coeficientes de Atwater, ou seja, 4,0 para proteínas e carboidratos e 9,0 para lipídios (Atwater, 1902).

Delineamento

O delineamento experimental escolhido foi o inteiramente casualizado (DIC), que se caracteriza pela repetição e casualização. Os bolos foram avaliados em três proporções distintas, envolvendo a combinação da farinha de arroz com a farinha da borra de açaí (5% e 20%) e controle (0%), realizado em 5 repetições. Por meio da análise de variância (ANOVA), foi verificado se houve diferença significativa ($p < 0,05$). Em caso afirmativo, as médias foram submetidas ao teste de Tukey para identificar diferenças entre elas. Este procedimento

permitiu avaliar de forma estatística a influência das diferentes proporções de farinha da borra de açaí na composição proximal dos bolos.

RESULTADOS

Análise proximal

Os resultados da composição proximal, média, desvio padrão e coeficiente de variação estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Composição proximal (%) das diferentes formulações dos bolos de baunilha sem glúten com borra de açaí em substituição a farinha de trigo.

	Controle	5%	20%
Umidade (%)	22,22 0,27 (1,20) c	22,77 0,10 (0,43) b	24,82 0,18 (0,72) a
Cinzas (%)	1,80 0,08 (4,22) ab	1,90 0,11 (5,84) a	1,73 0,04 (2,41) b
Lipídios (%)	5,14 0,18 (3,60) b	4,91 0,13 (2,60) b	5,51 0,13 (2,43) a
Proteínas (%)	3,26 0,04 (1,34) a	3,27 0,05 (1,46) a	3,01 0,17 (5,59) b
Carboidratos (%)	67,81 0,54 (0,79) a	68,01 0,91 (1,35) a	64,90 0,12 (0,18) b
Valor Calórico (Kcal)	329,38 1,79 (0,54) a	326,60 4,06 (1,24) a	321,79 2,04 (0,63) b

*Média Desvio padrão (coeficiente de variação). Letras iguais minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores (2024).

Os níveis médios de umidade variaram entre as distintas concentrações de FBA nos bolos. Para o bolo controle, a umidade foi de 22,22%, enquanto para o bolo com 5% de FBA foi de 22,77%, e para o bolo com 20% de adição de farinha da borra de açaí, atingiu 24,82%. As cinzas diferiram apenas no bolo com 20% de FBA, com média de 1,73%. Os teores de lipídios apresentaram valores iguais entre o controle e 5%, variando apenas no bolo com 20% de FBA, ou seja, variou de 5,14% para 5,51%. As proteínas mostraram médias semelhantes entre controle e 5%, cuja médias foram de 3,26% e 3,27%, diferindo com o bolo de 20% de FBA (3,01%). Quanto aos carboidratos, as médias foram iguais entre controle (67,81%) e 5% (68,01%), diferindo apenas daquele com 20% de FBA (64,90%). Os valores calóricos apresentaram médias iguais entre controle e 5% de FBA, com teor de 329,98 Kcal e 326,60 Kcal respectivamente, diferindo-se apenas do bolo com 20% FBA (321,79 Kcal).

De um modo geral, observou-se que a formulação com a maior concentração da farinha da borra de açaí, apresentou diferenças significativas entre todos os componentes, sendo que a substituição da farinha de arroz por 20% da farinha da borra de açaí resultou em aumento no teor de umidade e no teor de lipídios e, conseqüentemente em menor teor de cinzas, proteínas carboidratos e um menor valor calórico.

As Figuras de 2 a 7 mostram as diferentes formulações de bolo, as quais visualmente se diferem na coloração devido as variações percentuais da farinha do resíduo. Notou-se que quanto mais FBA se adiciona às formulações, mais pigmentado o bolo fica, com destaque para o bolo de 20%.

Figura 2 e 3 - Bolo de baunilha sem glúten - Controle.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 4 e 5 - Bolo de baunilha sem glúten - 5% de farinha da borra de açaí em substituição da farinha de arroz.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 6 e 7 - Bolo de baunilha sem glúten - 20% de farinha da borra de açúcar em substituição da farinha de arroz.



Fonte: Os autores (2024).

DISCUSSÃO

Os teores de umidade (22,22% - Controle; 22,77% - 5% ; 24,82% - 20%) e os de cinzas (1,80% - C; 1,90% - 5%; 1,73% - 20%) foram inferiores ao estudo realizado por Dos Santos Ferraz *et al.* (2015) em formulações de bolos com farinha de arroz integral com diferentes percentuais de substituição por farinha de baru com 28,96% - C; 30,54% - 25%; 33,11% - 50% para umidade, e 6,04% - C; 5,21% - 25%; 4,35% - 50% (base seca) para cinzas. Entretanto, em ambos os estudos, a substituição na maior porcentagem apresentou aumento significativo no teor de umidade e redução nas cinzas. O aumento no teor de umidade pode ser considerado um fator positivo, pois os consumidores tendem a preferir por bolos mais úmidos (Nespeca, 2020), apesar do tempo de conservação ficar limitado.

De acordo com Oliveira e colaboradores (2017), níveis mais elevados de cinzas em alimentos indicam presença mais substancial de minerais, contribuindo para uma composição nutricional mais rica.

Tendo em vista que a porcentagem de lipídios da FBA é baixa, cerca de 3,76% (Martins *et al.*, 2020), os teores deste componente, encontrados nos bolos, apresentaram níveis de variações somente entre os bolos controle e 5% (estatisticamente iguais) e 20%.

Os teores de cinzas e proteínas foram os componentes que mais influenciaram na distinção dos carboidratos do bolo com 20% FBA, o qual obteve menores teores. Entretanto, em todos os bolos, esse teor foi superior a 45%,

valor considerado alto de carboidrato em produto alimentício, segundo Abud e Narain, (2009), que obtiveram 81,41% ao avaliar a farinha do resíduo de açaí (FBA). De acordo com Teixeira (2009), valores elevados de carboidratos, provavelmente, devem-se às macromoléculas, como a celulose e o amido, presentes na borra residual de açaí.

O valor calórico dos bolos enriquecidos com farinha da borra de açaí vai de encontro aos resultados até aqui discutidos, ou seja, apenas a formulação com 20% diferiu dos demais.

A incorporação de um coproduto da agroindústria do açaí (borra) pode ser promissora, do ponto de vista nutricional. Observou-se que a inserção de até 5% de FBA não diferiu, estatisticamente, nos teores de umidade, lipídios e cor dos bolos. Pesquisas realizadas pelo Programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos, da Universidade Federal do Pará, mostraram que a aceitação de produtos que possuem a borra de açaí é positiva, de acordo com a análise sensorial realizada (Teixeira, 2009), principalmente no sabor e cor.

Essas informações mostram que a inclusão do resíduo no bolo torna-se válida por ser uma alimentação sustentável, visando o aproveitamento integral do açaí, a fim de evitar o desperdício e o resíduos gerado pelo mesmo.

CONCLUSÃO

O enriquecimento do bolo de baunilha sem glúten com farinha da borra de açaí (FBA) mostrou ser promissor. Com base nos resultados analisados, a quantidade de mínima de 5% de adição da FBA mostrou resultados positivos nos teores de umidade e cinzas e reduziu o valor calórico dos bolos. Indica-se um estudo de como a granulometria da FBA afeta a textura dos bolos, bem como análise de cor e uma análise sensorial do bolo de baunilha enriquecido com a FBA com provadores treinados para determinar uma concentração que possa ser aceitável para uma produção industrial.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos pela contribuição e apoio para as pesquisas apresentadas, incluindo a Universidade Federal de Goiás (UFG) e o

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa prestada aos estudantes e pesquisadores.

REFERÊNCIAS

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

AOAC — Association of Official Analytical Chemists (United States of America). *Official Methods of Analysis*, Washington, ed. 18, 2016.

ABIP — Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. **Indicadores da Panificação e da Confeitaria Brasileira em 2019**. Brasília: ABIP, 2019.

ATWATER, W.O. Principles of nutrition and nutritive value of food. **Farmers Bulletin**, n. 142, 1902.

BARBOSA, J. R.; JUNIOR, C. R. N. Food sustainability trends - How to value the açai production chain for the development of food inputs from its main bioactive ingredients? **Trends in Food Science Technology**, v. 124, p. 86-95. 2022.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 26 dez. 2003. Seção 1, n. 251, p. 33. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 28 set. 2024.

BURATTO, R. T.; COCERO, M. J.; MARTÍN, Á. Caracterização de resíduos industriais de polpa de açai e valorização por extração assistida por micro-ondas. **Engenharia Química e Processamento: Intensificação de Processos**, v. 160, p. e 108269.2020.

CALADO, J.; MACHADO, M. V. Celiac Disease Revisited. **GE - Portuguese Journal of Gastroenterology**, v. 29, n. 2, p. 111-124, 2022.

CARDOSO, D. S. *et al.* **Nutrients**, v. 11, n. 10, p. 2325, 2019.

CARVALHO, A. V. Aspectos Nutricionais. **Embrapa**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/acaai/pos-producao/processamento/aspectos-nutricionais>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

DUVAL, C. Produção de açai é opção para produtores rurais do DF. **Agência Brasília**, 2023. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2023/05/22/producao-de-acaai-e-opcao-para-produtores-rurais-do-df/#:~:text=O%20presidente%20da%20Emater%2C%20Cleison,o%20sorvete%20e%20o%20suco>>. Acesso em: 14 mar. 2024.

EMATER, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, 2023. **GDF**. Disponível em: <<https://emater.df.gov.br/cultivo-de-acaai-e-apresentado-no-circuito-de-fruticultura-da-emater-df-na-agrobrasil>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FARIAS, L. **Aproveitamento dos resíduos de açáí (euterpe oleracea mart.) para o desenvolvimento de novos materiais.** 108p. Dissertação (mestrado em Design) - Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade do Estado de Minas Gerais. 2022.

MARTINS, L. H. da S. *et al.* Physico-chemical analysis of different agro-industrial residues for its use in the industry. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 6936-6948, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-116>>.

NESPECA, L. Descrição sensorial de formulações bolo de laranja sem glúten utilizando farinhas de arroz, sorgo e teff pela técnica de perfil flash. **Anais I congresso Latino-Americano de Ciências Sensoriais e do Consumidor**, Campinas, 2020. Anais eletrônicos, Galoá, 2020.

OLIVEIRA, M. S. P. **Euterpe oleracea Martius Açazeiro, manicola palm, assai, palmier pinot, euterp palm, manacá, morroque, uassi, pina, prasara, qapoe, qasei.** Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA) 2017. Disponível em: <https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_acai_073.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SANTANA, M. F. S. *et al.* Aproveitamento da borra de açáí para produção de biscoitos. **Anais Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, Campinas, 8, 2009. Ciência de Alimentos no mundo globalizado: novos desafios, novas perspectivas. Campinas: Unicamp, 2009. 1 CD-ROM.

SANTOS, M. M.; PASOLINI, F. S.; COSTA, A P. O. Physico-chemical characterization of açáí seed and fiber (*Euterpe oleracea Mart.*) Through classical and instrumental methods. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 9, p. 144-160. 2023.

SANTOS FERRAZ, Lara Maria dos *et al.* Bolo sem glúten a base de farinha de arroz e farinha de baru. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, p. 23-28, 2015.

SCHAR. Consumo de produtos sem glúten cresce no país, aponta estudo. **Newtrade**, 2019. Disponível em: <<https://newtrade.com.br/amp/varejo/consumo-de-produtos-sem-gluten-cresce-no-pais-aponta-estudo/>>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SEBRAE. Cresce a procura por opções mais saudáveis na alimentação. **Terra**, 2023. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/cresce-a-procura-por-opcoes-mais-saudaveis-na-alimentacao,a36ad3ef857dc2e7543a99710502aceftm6v3gs7.html>>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SI, Lei Weng. Trending foods and beverages. **Food and society**, Academic Press, p. 305-321, 2020.

SILVA, M. P. *et al.* Production and characterization of solid lipid microparticles loaded with guaraná (*Paullinia cupana*) seed extract. **Food research international**, v. 123, p. 144-152. 2019.

SIMÓN, Edurne *et al.* The Gluten-Free Diet for Celiac Disease: Critical Insights to Better Understand Clinical Outcomes. **Nutrients**, v. 15, n. 18, p. 4013, 2023.

TEIXEIRA, H. L. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais (borra de açáí e glicerol) na elaboração de biscoito.** 101p. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2009.

VIANNA, S. A. *Euterpe*. In: **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15711>>. Acesso em: 6 maio 2021.

IMPACTO DO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NAS QUEIMADAS DE *Ruellia dissitifolia* (NEES) HIERN, *Ruellia costata* (NEES) HIERN E *Ruellia incompta* (NEES) LINDAU (ACANTHACEAE) NO CERRADO

Clênia de Souza Pessôa

Rafael Coll Delgado

Universidade Federal do Acre (UFA)

Centro de Ciências Biológicas e da Natureza

RESUMO

Objetivo: Analisar a interação entre o clima, as queimadas sazonais e outros distúrbios ambientais na dinâmica populacional das espécies *Ruellia dissitifolia*, *R. costata* e *R. incompta*, e sua implicação para a conservação e manejo do bioma do Cerrado. **Métodos:** As informações foram obtidas das exsicatas dos herbários do Brasil para as espécies *Ruellia dissitifolia* (Anos de coletas: 1998, 2002 e 2003), *R. costata* (Anos de coletas: 2000) e *R. incompta* (Anos de coletas: 1999 e 2000). Inicialmente, realizamos uma análise da distribuição geográfica ao longo do bioma cerrado, bem como da distribuição sazonal dos focos de calor durante o período de coleta para cada espécie. Em seguida, a análise climatológica foi conduzida para os mesmos anos das coletas das espécies. A partir da análise da distribuição geográfica das espécies, foi conduzida uma Análise de Componentes Principais (ACP) para o El Niño, La Niña e Neutralidade para o mesmo período da coleta das tres espécies. **Resultados:** Os resultados indicam um aumento significativo no número de focos de calor durante os anos de coleta das três espécies, especialmente em 2002 e 2003, classificados como El Niño Moderado (ME), com valores superiores a 80 mil focos de calor. Setembro emergiu como o mês mais crítico para focos de calor em todos os anos de coleta, com 2002 registrando o pico, ultrapassando os 30 mil focos de calor no Cerrado. Curiosamente, em 1998, classificado como Super El Niño, o número de focos de calor foi surpreendentemente baixo em comparação com outros anos de coleta das três espécies, atribuído ao início do banco de dados de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – BDQueimadas. As temperaturas máximas atingiram valores acima de 35 °C em outubro de 2002, enquanto a temperatura mínima foi registrada em julho de 2000, com valores superiores a 16 °C. A temperatura média mostrou variações sazonais no bioma Cerrado, com valores mais altos no verão e mais baixos no inverno. Em fevereiro de 2000, a precipitação pluviométrica foi significativa, excedendo 348 mm, enquanto o menor valor foi registrado em agosto de 1999, com apenas 0,32 mm. A Análise de Componentes Principais (ACP) mostra que a maior contribuição para o surgimento da floração, frutificação e surgimento de brotos acontece nos

eventos de El Niño, já em anos de La Niña e Neutralidade não existem correlações significativas. **Conclusão:** Essas descobertas destacam a importância do fenômeno El Niño como um catalisador para eventos climáticos extremos e seus impactos no ecossistema do bioma Cerrado. Essa compreensão mais profunda dos padrões climáticos e sua influência na vegetação pode informar estratégias de conservação e manejo ambiental mais eficazes para proteger a biodiversidade e a saúde do bioma Cerrado no futuro.

Palavras-chave: Distúrbios Ambientais, Distribuição Geográfica, Botânica, Conservação, Mudança Climática.

INTRODUÇÃO

A complexa relação entre os fenômenos climáticos e os ecossistemas desempenha um papel crucial na dinâmica da vida na Terra. Dentre esses fenômenos, o El Niño-Oscilação Sul se destaca como um dos principais catalisadores de eventos climáticos extremos, exercendo uma influência significativa em diversas regiões do globo (Delgado *et al.*, 2022). No entanto, é no bioma Cerrado, reconhecido como um dos ecossistemas mais ricos e biodiversos do mundo, que os impactos do El Niño-Oscilação Sul se manifestam de forma particularmente significativa para algumas espécies de características herbáceas e arbustivas.

De acordo com Pessôa (2012), a família Acanthaceae é composta por cerca de 240 gêneros e 3.250 espécies, distribuídas nos trópicos e podendo alcançar regiões temperadas (Wasshausen; Wood, 2004). Nas Américas, aproximadamente 85 gêneros e 2000 espécies ocorrem, enquanto no Brasil são registrados cerca de 41 gêneros e 431 espécies, com ocorrência da família em todos os biomas brasileiros (Reflora – Herbário Virtual, 2024).

Ruellia L. é o segundo maior gênero de Acanthaceae, compreendendo aproximadamente 300 espécies, representando cerca de 9,2% da família (Pessôa, 2012). As Américas são o principal ponto de diversidade deste gênero, abrigando cerca de 275 espécies, com aproximadamente 100 táxons presentes na América do Sul (Tripp; Manos, 2008). No Brasil, são encontradas cerca de 82 espécies de *Ruellia*, das quais 49 são endêmicas (Reflora – Herbário Virtual, 2024).

Do ponto de vista econômico, o gênero possui importância no mercado de plantas ornamentais, principalmente devido ao tamanho e à variação das cores da corola, como mencionado por Ezcurra (1993) e citado por Pessôa (2012). Ecologicamente, *Ruellia* L. desempenha um papel relevante na produção de néctar para seus polinizadores, incluindo beija-flores, morcegos, borboletas, mariposas e abelhas (Tripp; Manos, 2008).

No Brasil, *Ruellia* L. está distribuída por todos os Estados e biomas, com maior diversidade no Cerrado, onde são registradas 40 espécies, seguido pela Mata Atlântica com 35, Amazônia com 20 e Caatinga com 10 (Reflora – Herbário Virtual, 2024). De acordo com os mesmos autores, Goiás apresenta a maior riqueza de espécies, com cerca de 29, seguido por Minas Gerais com 24, sendo este último o mais diversificado em espécies na região Sudeste (Pessôa, 2012).

Segundo os estudos de Pessôa (2012), a maior concentração desta espécie está presente no Cerrado, com valores superiores a 33%.

A região do Cerrado, reconhecida por sua biodiversidade única e sua importância na manutenção dos serviços ecossistêmicos, enfrenta desafios significativos relacionados à incidência de incêndios, especialmente durante a estação seca. A literatura científica tem evidenciado um aumento alarmante na frequência e intensidade desses incêndios, destacando a necessidade premente de uma compreensão mais aprofundada da dinâmica do fogo nesses ecossistemas (Delgado *et al.*, 2022; Volpato *et al.*, 2023).

Além disso, a influência de eventos climáticos extremos, como o El Niño, tem sido cada vez mais reconhecida como um fator importante na intensificação dos incêndios florestais. As mudanças climáticas globais estão tornando o planeta mais suscetível a incêndios em várias regiões do globo (Delgado, 2024). No entanto, poucos estudos até o momento abordaram de maneira abrangente a interação entre o fogo e o clima com as herbáceas e arbustos do Cerrado.

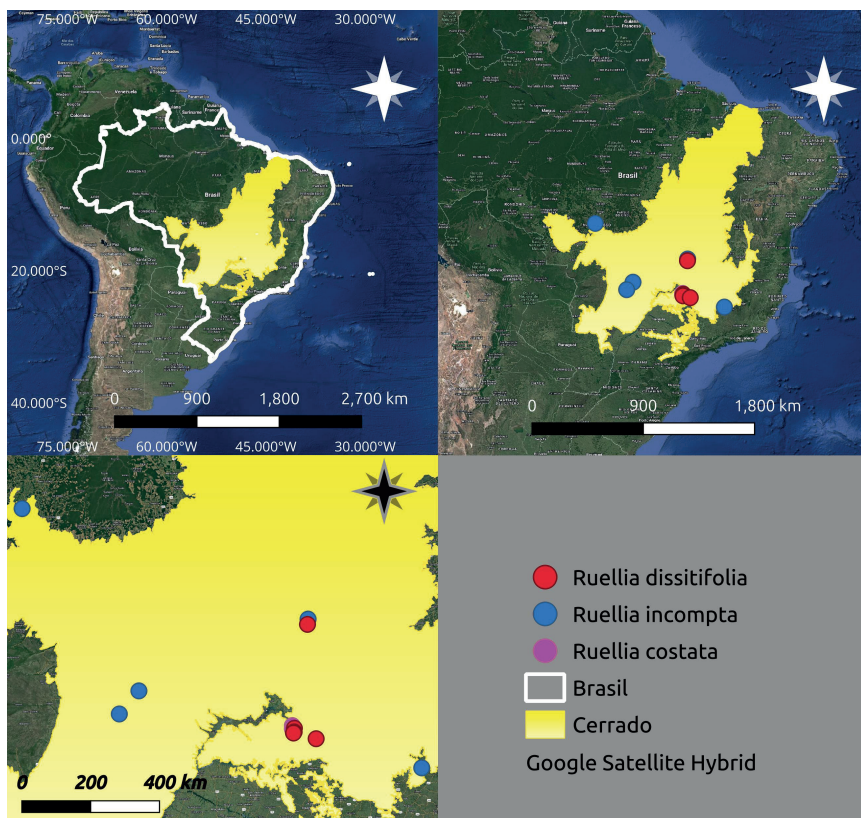
Portanto, o objetivo geral deste estudo foi investigar a interação entre fogo, clima e a vegetação herbácea e arbustiva do Cerrado, com foco nas espécies *Ruellia dissitifolia*, *R. costata* e *R. incompta*, a fim de compreender os efeitos do El Niño-Oscilação Sul na ecologia dessas espécies.

MÉTODOS

Área de estudo

O bioma Cerrado abrange uma vasta região que se estende por partes dos estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Piauí, Maranhão, São Paulo e Distrito Federal (Figura 1). É um dos cinco grandes biomas do Brasil, ocupando cerca de 25% do território nacional e abrangendo uma área entre 1,8 e 2 milhões de km² (ICMBIO, 2024). Semelhante aos outros biomas brasileiros, a localização e a extensão do Cerrado são determinadas pelo clima, caracterizado como tropical, com precipitação variando de 750 a 2000 mm por ano, em média. No entanto, a maior parte da região apresenta uma média de chuvas entre 1100 e 1600 mm por ano (ICMBIO, 2024).

Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo. Em destaque em vermelho a *Ruellia dissitifolia*, em azul a *R. incompta* e em rosa a *R. costata*.



Fonte: Autores (2024).

Coleta dos dados taxonômicos

O estudo taxonômico foi realizado com base no material herborizado depositado nos acervos dos seguintes herbários BHCB, BHZB, CESJ, ESAL, GFJP, HRCB, HUEFS, HUEMG, HUFU, HXBH, OUPR, PAMG, PMG, RB, SP, SPF, UB e UEC, siglas de acordo com *Index Herbariorum* (NYBG, 2024) e a Rede Brasileira de Herbários (SBB, 2024).

Descrição das espécies

***Ruellia costata* (Nees) Hiern, Symbolae Antillarum 2: 195.**

Ruellia costata (Nees) Hiern é caracterizada principalmente pelas folhas estrigosas em ambas as faces, inflorescências em dicásio de tirso, e flores com o comprimento do tubo tendo mais que o dobro do tamanho da fauce (Pessôa, 2012). Em Minas Gerais floresce e frutifica nos meses de abril, maio e setembro (Pessôa, 2012). Segundo Vilar *et al.* (2009) a espécie floresce e frutifica de abril a junho no Distrito Federal.

Endêmica do Brasil, sua distribuição estava restrita ao Centro-Oeste nos estados do Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal e no Sudeste em Minas Gerais (Reflora – Herbário Virtual, 2024). Em Minas Gerais, a espécie foi encontrada em vegetação de Cerrado.

***Ruellia incomta* (Nees) Lindau, Engl. & Prantl, Nat. Pflanzenfam. 4(3b): 311.1895.**

R. incomta (Nees) Lindau, é caracterizada pelas inflorescências em dicásio de dicásio, as bractéolas espatuladas 1,5-4 cm de comprimento e pelas flores com 5-5,7 cm de comprimento, sendo bastante distinta das demais espécies (PESSÔA, 2012). *R. incomta* (Nees) Lindau, floresce e frutifica de maio a agosto. Espécie endêmica do Brasil, pode ser encontrada nos Estados de Rondônia, Bahia, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais (Reflora – Herbário Virtual, 2024). Em Minas Gerais foi encontrada no Cerrado.

***R.dissitifolia* (Nees) Hiern, Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjobenhavn 73. 1877-1878.**

R. dissitifolia (Nees) Hiern tem como característica principal a presença de bractéolas nas flores solitárias axilares, e pode ser diferenciada de *R. multifolia* (Nees) Lindau pelo tubo da corola apresentar quase a metade do tamanho da fauce. A flor assemelha-se a de *R. geminiflora* Kunth, mas essa pode ser diferenciada da mesma pela presença da bractéola em *R. dissitifolia*. Floresce em fevereiro e novembro, frutos não observados (Pessôa, 2012).

Endêmica do Brasil, distribuiu-se no Mato Grosso, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Reflora – Herbário Virtual, 2024). O tipo da espécie indicado para Minas Gerais, foi coletado no município de Patrocínio e o espécime analisado foi encontrado no município de Carandaí, ambos em região de Cerrado (PESSÔA, 2012). Nos outros estados a espécie também foi citada para o Bioma Cerrado (Reflora – Herbário Virtual, 2024).

Variáveis meteorológicas, focos de calor e El Niño-Oscilação Sul

Para a análise meteorológica no Cerrado, foram empregados os seguintes elementos meteorológicos: precipitação (mm) e temperaturas mínima (tmin; °C), máxima (tmax; °C) e média do ar (tmed; °C), referentes aos anos das coletas das três espécies, conforme apresentado na Tabela 1. Esses dados foram adquiridos por meio do conjunto de dados disponibilizado por Xavier *et al.* (2016) no formato NetCDF, acessível através da Universidade do Texas em Austin (<https://utexas.app.box.com/v/Xavier-et-al-IJOC-DATA>). Utilizando o ambiente Ubuntu versão 23.10, foram empregados os softwares R (versão 4.3.1) e QGIS 3.28 para a criação de uma grade com células de aproximadamente 30 km de resolução nas proximidades das áreas de coleta das três espécies, conforme ilustrado na Figura 1.

Para associar os fenômenos climáticos com as três espécies durante o período das coletas, foram utilizados dados classificados com base no El Niño-Oscilação Sul, disponíveis em: <https://www.webberweather.com/ensemble-oceanic-nino-index.html/>. Adicionalmente, informações sobre focos de calor foram obtidas do Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>, referentes ao bioma Cerrado e abrangendo a mesma série temporal das coletas das três espécies, conforme detalhado na Tabela 1.

Análise de Componentes Principais (ACP)

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi empregada para examinar a influência do clima, dos focos de calor e do fenômeno classificado como El Niño-Oscilação Sul nas três espécies durante os anos de coleta,

conforme apresentado na Tabela 1. A ACP é uma técnica estatística multivariada utilizada para reduzir a dimensionalidade dos dados, identificando padrões e relações entre variáveis.

Os dados de temperatura, focos de calor e índice El Niño-Oscilação Sul foram submetidos à análise para determinar a contribuição de cada variável para a variação observada nas populações das três espécies ao longo do período de estudo. A ACP foi gerada no software R versão 4.3.1 utilizando os pacotes "FactoMineR", "factoextra" e "ggplot2".

Tabela 1 - Informações obtidas das exsicatas dos herbários do Brasil para as espécies *Ruellia dissitifolia*, *R. costata* e *R. incompta* e a classificação do El Niño-Oscilação Sul.

Coletor	Voucher	Data	Espécie	Floração e frutificação (Mês)	Fenômeno/Sigla
C. Kameyama, M.A.G. Magenta, R. C. Forzza & Coffani-Nunes	129	29/VII/2000	<i>R. Incompta</i>	fl/bot/fr (Julho)	WN
M.A. Batalha	3592	07/VII/1999		fl/fr (Julho)	SL
M.A. Batalha	3337	02/V/1999		fl/fr (Maio)	SL
Fleury-Silva H.R., Volpi R.L.	64	24/V/2003	<i>R. Dissitifolia</i>	fl (Maio)	NE
Barbosa AAA	1002	18/VIII/1998		fl (Agosto)	VSE
G.C. Oliveira	1698	26/XI/2002		bot (Novembro)	ME
E. Tameirão Neto	3164	25/V/2000	<i>R. Costata</i>	fl/bot/fr (Maio)	WN

Legenda: fl = Floração; fr = Frutificação; bot = Botão; WN = Weak La Niña (La Niña fraca); SL = Strong La Niña (La Niña forte); NE = Neutrality (Neutralidade); VSE = Very Strong El Niño (El Niño muito forte); ME = Moderate El Niño (El Niño moderado).

Fonte: Autores (2024).

RESULTADOS

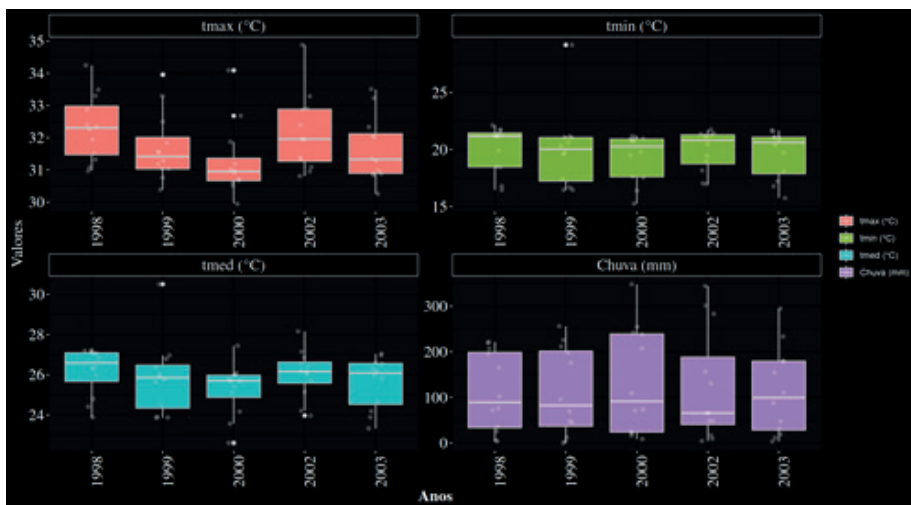
Clima e focos de calor

Com base nas informações sobre a ocorrência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul, os anos de 1998 e 2002 foram identificados como períodos em que ocorreu o fenômeno El Niño, sendo classificados como anos de intensidade forte e moderada, respectivamente. Esses anos se caracterizaram por condições climáticas mais quentes e secas na região analisada, com temperaturas máximas superiores a 34°C para ambos os anos (Figura 2).

Durante a fase de La Niña fraca no Cerrado, em 2000, registrou-se a temperatura mínima do ar mais baixa, atingindo o valor mais baixo no mês de julho, com 15°C. Por outro lado, a maior temperatura mínima foi observada durante o evento de La Niña forte, com valor superior a 29°C em fevereiro.

Em relação à precipitação no Cerrado, os totais pluviométricos anuais variaram de um mínimo de 1332 mm em 1998 a um máximo de 1616 mm em 2000, sendo estes dois anos classificados como eventos de El Niño forte e La Niña fraca, respectivamente. O menor valor mensal de precipitação foi registrado em agosto de 1999, com apenas 0,32 mm, enquanto a maior precipitação ocorreu em fevereiro, com valor superior a 348 mm em 2000. Estes mínimos e máximos pluviométricos coincidiram com os períodos de La Niña forte e fraca, respectivamente.

Figura 2 - Análise boxplot das variáveis meteorológicas estudadas para o bioma Cerrado durante os anos das coletas das três espécies.



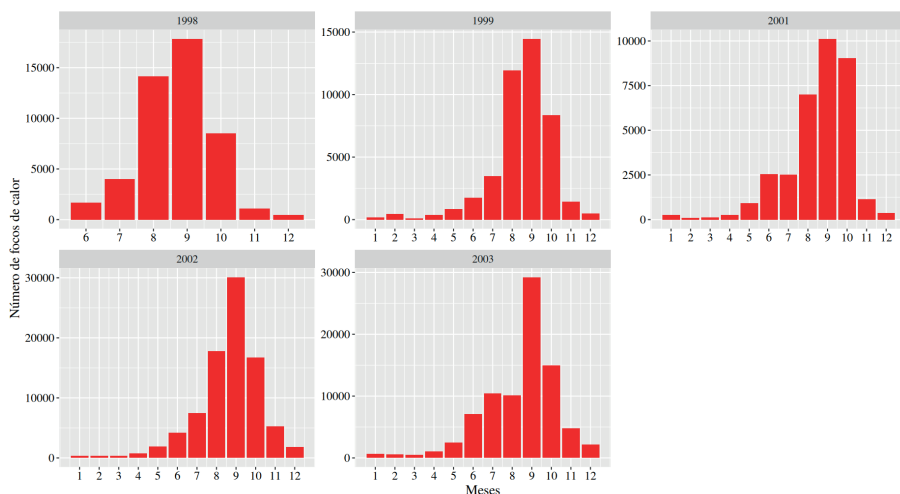
Fonte: Autores (2024).

Os focos de calor no bioma Cerrado demonstraram um padrão consistente ao longo da série estudada, concentrando-se principalmente nos meses de setembro (Figura 3). Durante os eventos de El Niño moderado (2002) e Neutralidade (2003), observaram-se os maiores registros de focos de calor, com valores totais superiores a 80 mil.

O menor número de focos de calor foi registrado durante o ano de La Niña forte, com apenas 82 ocorrências em março, enquanto o máximo foi observado durante o evento classificado como El Niño moderado (2002), com mais de 30 mil focos de calor em setembro.

O ano caracterizado pelo El Niño forte registrou o início dos focos de calor a partir de junho de 1998. Apesar disso, os registros para este ano foram excepcionalmente elevados, com um total superior a 47 mil focos de calor, ultrapassando até mesmo o ano seguinte (1999), classificado como La Niña forte (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição mensal dos focos de calor para o período de estudo no Cerrado.



Fonte: Autores (2024).

Análise multivariada

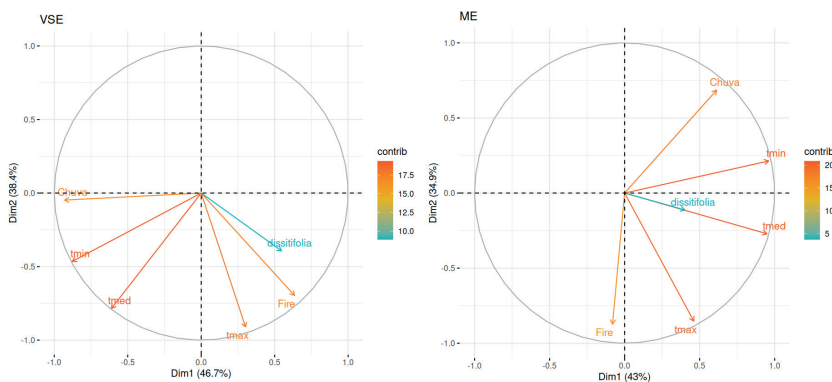
El Niño

Na análise da Figura 4, torna-se claro que os eventos ocorridos em 1998 e 2002 (El Niño forte e moderado) exercem um impacto direto sobre a *Ruellia distifolia*. Durante o El Niño forte, observa-se uma maior correlação com o fogo e a temperatura máxima do ar, enquanto durante o El Niño moderado, a contribuição principal para esta espécie está relacionada às temperaturas médias e

máximas do ar. Este padrão sugere uma resposta diferenciada da *Ruellia dissitifolia* aos diferentes tipos de eventos do El Niño, destacando a complexidade das interações entre esses fenômenos climáticos e a ecologia da planta. Esses resultados reforçam a importância de considerar não apenas a intensidade, mas também a natureza específica dos eventos do El Niño ao avaliar seus efeitos sobre a vegetação e o ecossistema em questão.

A observação da floração da *R. dissitifolia* durante o El Niño forte, conforme indicado na Tabela 1, sugere uma possível associação entre esse fenômeno climático extremo e a atividade reprodutiva da planta. É possível inferir que condições climáticas mais quentes e secas, frequentemente associadas aos eventos do El Niño, possam desencadear respostas fisiológicas nas plantas, incluindo a indução da floração como uma estratégia de sobrevivência ou reprodução no bioma Cerrado.

Figura 4 - Análise de Componentes Principais durante os eventos de El Niño forte (VSE) ano de 1998 e El Niño moderado (ME) ano de 2002 para a coleta da espécie *Ruellia dissitifolia*.



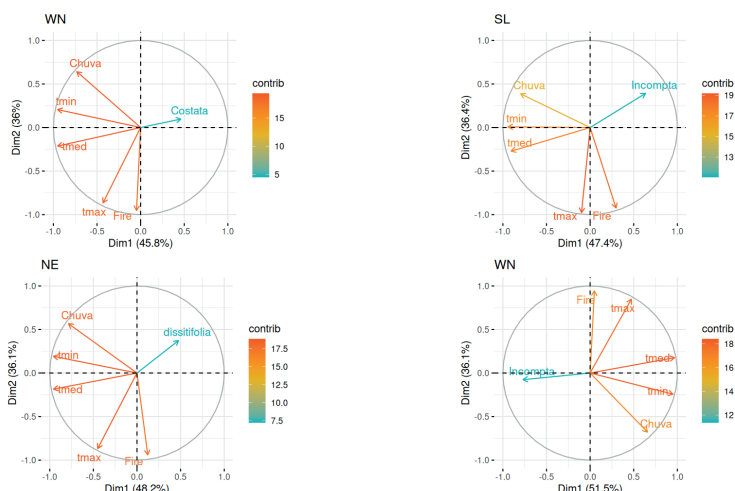
Fonte: Autores (2024).

Neutralidade e La Niña

Ao contrário do que foi observado na coleta da *R. dissitifolia* para os anos de El Niño forte e moderado, as outras Análises de Componentes Principais (ACPs) se referem a anos específicos classificados principalmente como Neutros e La Niña. Durante esse período, nenhuma das análises revelou contribuição

significativa das variáveis climáticas e do fenômeno El Niño-Oscilação Sul, indicando que essas espécies encontradas no Cerrado são influenciadas principalmente por altas temperaturas associadas pela influência do fenômeno do El Niño. Essa distinção ressalta a variabilidade na resposta das diferentes espécies vegetais às condições climáticas e aos padrões climáticos globais, destacando a complexidade dos processos ecológicos envolvidos na dinâmica do Cerrado.

Figura 5 - Análise de Componentes Principais durante os eventos de La Niña fraca (WN) ano de 2000, La Niña forte (SL) ano de 1999, Neutralidade (NE) ano de 2003 e La Niña fraca (WN) ano de 2000 para as espécies *R. costata*, *R. incompta*, *R. dissitifolia* e *R. incompta*, respectivamente.



Fonte: Autores (2024).

DISCUSSÃO

Com base nos resultados apresentados, é possível observar uma clara influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul nas condições climáticas e na ecologia do bioma Cerrado. Os anos de 1998 e 2002 foram identificados como períodos de El Niño, com intensidades distintas, e ambos foram caracterizados por condições climáticas mais quentes e secas na região analisada. Essas condições foram marcadas por temperaturas máximas elevadas e baixos totais pluviométricos, evidenciando os impactos diretos do El Niño na região. O Cerrado é um dos biomas brasileiros mais afetados por incêndios (Oliveira *et al.*,

2023), especialmente durante a estação seca, quando também são registradas as mais altas temperaturas e baixa umidade atmosférica (Figura 2).

É interessante notar que o impacto do El Niño sobre a vegetação do Cerrado parece variar de acordo com a intensidade e a natureza específica do evento. Durante El Niños intensos, observou-se uma correlação mais forte entre o fogo e a temperatura máxima do ar, enquanto durante os eventos moderados, as temperaturas médias e máximas do ar tiveram uma contribuição mais significativa (Figura 4). Isso sugere uma resposta diferenciada das plantas às diferentes características dos eventos do El Niño, destacando a complexidade das interações entre fenômenos climáticos e a ecologia do fogo na região. De acordo com Gomes *et al.* (2018), que também estudaram os efeitos do fogo no Cerrado, os impactos ecológicos são pouco conhecidos nesse bioma, sendo necessários mais estudos e anos de pesquisa, além do envolvimento de mais espécies, como realizado em nosso estudo (Tabela 1).

Além disso, os resultados indicam que certas espécies vegetais, como a *Ruellia distifolia*, podem responder de maneira específica aos eventos do El Niño, com a floração da planta associada a condições climáticas mais quentes e secas (Figura 4 e Tabela 1). Essa resposta fisiológica pode ser interpretada como uma estratégia de sobrevivência ou reprodução diante das condições desfavoráveis impostas pelo El Niño; no entanto, é importante ressaltar que nem todas as espécies vegetais respondem da mesma maneira aos eventos do El Niño. As análises de outras espécies durante períodos neutros ou de La Niña não revelaram uma contribuição significativa das variáveis climáticas associadas ao El Niño-Oscilação Sul (Figura 5 e Tabela 1), sugerindo que essas espécies podem ser influenciadas por outros fatores ambientais ou por variações locais no clima.

Em suma, os resultados destacam a importância de considerar não apenas a intensidade, mas também a natureza específica dos eventos do El Niño ao avaliar seus efeitos sobre a vegetação e o ecossistema do Cerrado. Além disso, ressaltam a complexidade das interações entre fenômenos climáticos globais e as respostas das comunidades vegetais, evidenciando a necessidade de estudos mais aprofundados para compreender completamente os impactos do El Niño-Oscilação Sul na ecologia do bioma Cerrado (Gomes *et al.*, 2018).

As áreas que antes eram cobertas por uma diversidade de plantas e árvores estão sendo transformadas, muitas vezes tornando-se mais áridas e

suscetíveis a incêndios (Oliveira *et al.*, 2022). Algumas espécies suscetíveis ao fogo ao longo dos anos podem simplesmente desaparecer, devido à redução do conteúdo de água no solo e à mudança da vegetação nos cenários das mudanças climáticas (Arévalo *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

Os anos de 1998 e 2002 foram marcados por eventos de El Niño forte e moderado, respectivamente, resultando em condições climáticas mais quentes e secas na região. Esses eventos influenciaram diretamente a vegetação, com impactos variados em diferentes espécies, como a *Ruellia distifolia*, que demonstrou respostas diferenciadas aos diferentes tipos de eventos do El Niño. A associação entre o El Niño forte e a floração desta planta sugere uma possível influência das condições climáticas extremas na atividade reprodutiva das plantas do Cerrado.

As análises de componentes principais revelaram que as espécies vegetais encontradas no Cerrado são influenciadas principalmente por altas temperaturas associadas à influência do fenômeno El Niño, destacando a complexidade e a variabilidade das respostas das diferentes espécies às condições climáticas e aos padrões climáticos globais. Essas conclusões ressaltam a importância de considerar não apenas a intensidade, mas também a natureza específica dos eventos do El Niño ao avaliar seus efeitos sobre a vegetação e o ecossistema do Cerrado, enfatizando a necessidade de compreender os processos ecológicos envolvidos na dinâmica desse bioma.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de fazer mestrado. A bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, para que pudessem ser executadas as pesquisas, com o gênero *Ruellia* L. Aos Herbários que emprestaram as amostras para serem analisadas. A professora Dr. Cíntia Kameyama, pela ajuda nas confirmações das identificações botânicas.

REFERÊNCIAS

- ARÉVALO, S. M. M. *et al.* Past and Future Responses of Soil Water to Climate Change in Tropical and Subtropical Rainforest Systems in South America. **Atmosphere**, v. 14, n. 4, p. 755, 2023.
- DELGADO, R. C. *et al.* Degradation of South American biomes: What to expect for the future?. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 96, p. 106815, 2022.
- DELGADO, R. C. Technological Bases for Understanding Fires around the World. **Forests**, v. 15, n. 2, p. 301, 2024.
- EZCURRA, C. Systematics of *Ruellia* (Acanthaceae) in Southern South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 80, p. 787-845, 1993.
- GOMES, L. How can we advance the knowledge on the behavior and effects of fire in the Cerrado biome?. **Forest Ecology and Management**, v. 417, p. 281-290, 2018.
- ICMBIO. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>> Acesso em: 15 fev. 2024.
- NYBG. **The New York Botanical Garden**. Disponível em: <<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>> Acesso em: 15 fev. 2024.
- OLIVEIRA, U. *et al.* A near real-time web-system for predicting fire spread across the Cerrado biome. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 4829, 2023.
- PESSÔA, C. Souza. ***Ruellia L. (Acanthaceae) in the State of Minas Gerais, Brazil***. 86 f. Dissertação (Mestrado em Botânica estrutural; Ecologia e Sistemática) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- REFLORA - **Herbário Virtual**. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acesso em: 15 fev. 2024.
- SBB. **Sociedade Brasileira de Botânica**. Disponível em: <<https://www.botanica.org.br/a-rede-brasileira-de-herbarios/>>. Acesso em: 15 fev. 2024.
- TRIPP, E. A.; MANOS, P. S. Is floral specialization an evolutionary dead-end? Pollination system transitions in *Ruellia* (Acanthaceae). **Evolution**, v. 62, n. 7, p. 1712-1737, 2008.
- VOLPATO, M *et al.* Fire foci and their spatiotemporal relations to weather variables and land uses in the state of Mato Grosso. **Environment, Development and Sustainability**, v. 25, n. 11, p. 12419-12438, 2023.
- WASSHAUSEN, D.; WOOD, J. R. I. Acanthaceae of Bolivia. Smithsonian Institution. **Contributions from the United States National Herbarium**, 49, p. 1-152, 2004.
- XAVIER, A. C. *et al.* Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 6, p. 2644-2659, 2016.

EXTRATIVISMO DA PALMEIRA VASSOURINHA (*SYAGRUS SP.*) NA APA DA CHAPADA DO LAGOÃO, ARAÇUAÍ-MG

Juvenal Martins Gomes

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)

Elisabeth Gomes Uchôas

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)

Marlene Pereira dos Santos

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)

Regiane Pereira dos Santos

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)

Elaine Cordeiro do Santos

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)

RESUMO

Objetivo: O presente trabalho teve como objetivo a caracterização do extrativismo da palmeira Vassourinha (*Syagrus* sp) na comunidade Santa Rita de Cássia na APA da Chapada do Lagoão, e os impactos desta extração na população da espécie de palmeira. Para isso foram avaliadas características socioeconômicas de moradores que utilizam e fabricam a vassoura artesanal feita das folhas de Vassourinha, através de aplicação de questionários, entrevistas semiestruturadas e visitas em campo para descrição dos métodos de coleta das folhas e fabricação das vassouras. O levantamento de dados ecológicos sobre a espécie foi desenvolvido por meio de inventário florestal da população de Vassourinha em área de cerrado remanescente da comunidade Santa Rita de Cássia. A população de Vassourinha na comunidade Santa Rita de Cassia na APA da Chapada do Lagoão demonstra evidências de impactos negativos do extrativismo sobre a espécie. De forma geral observou-se uma má distribuição dos indivíduos nas faixas etárias, com poucas plântulas e indivíduos jovens, como também a falta de sementes viáveis no banco de sementes do solo, o que pode prejudicar a manutenção da espécie na área. Concluiu-se que o extrativismo desta espécie deve ser repensado junto à comunidade inserindo práticas de manejo, como a coleta parcial, de no máximo 50% das folhas de cada indivíduo, uma única vez ao ano e em áreas delimitadas.

Palavras-chave: Recurso Natural, Não Madeireiro, Unidade de Conservação.

INTRODUÇÃO

O extrativismo é uma importante atividade econômica para as comunidades tradicionais que promove o desenvolvimento social com a permanência do homem no campo e oferece menos impacto ao ambiente (Nascimento *et al.*, 2018). No entanto as ameaças como a especulação imobiliária, atividades agrícolas de forma convencional e monocultura de eucalipto compromete e limita áreas de extração de recursos naturais das populações locais (Santos, 2007; Nascimento *et al.*, 2018). O potencial extrativista do Cerrado é enorme, a exemplo são coletadas sementes, flores, frutas, folhas, raízes, cascas, madeiras, látex, óleos e resinas das espécies que ali ocorrem, e que possuem inúmeras utilidades para as pessoas, como alimentação, remédios, utensílios, ferramentas e artesanatos. Além de contribuir para a sobrevivência, muitas vezes esses produtos ajudam na geração de renda para os agroextrativistas (Scariot; Ribeiro, 2015).

Em todo o mundo, estudos sobre o conhecimento e uso de espécies vegetais por populações humanas têm sido executado com o objetivo de realizar novos registros e comparar padrões e estratégias de utilização desses recursos entre diferentes comunidades tradicionais (Santos, 2007; Mota; Santos, 2008). O extrativismo é uma construção social realizada ao longo de gerações, promovendo acúmulos de saberes, constituindo-se em um objeto de estudo complexo (Silva; Miguel, 2009). Para Drummond (1996) o extrativismo ou uma economia extrativa é no sentido mais básico, uma maneira de produzir bens na qual os recursos naturais úteis são retirados diretamente da sua área natural.

A família Arecaceae é destaque como uma das famílias de plantas mais utilizadas por populações humanas em todo o mundo (Balick, 1984; Zambrana *et al.* 2007). A exploração das espécies de palmeiras é comum no Brasil, para serem utilizadas como fonte de alimento ou como recurso para confecção de artesanatos, cobertura de moradias e produção de vassouras. Porém, são poucos os trabalhos de pesquisas voltados para a caracterização de espécies da família Arecaceae no bioma cerrado que envolva a etnobotânica e fitossociologia em estudos mais complexos, subsidiando o conhecimento para um manejo sustentável do extrativismo vegetal, em reconhecimento da influência das comunidades tradicionais na densidade e distribuição das populações de palmeiras. Diante a importância da exploração das folhas da palmeira Vassourinha, para

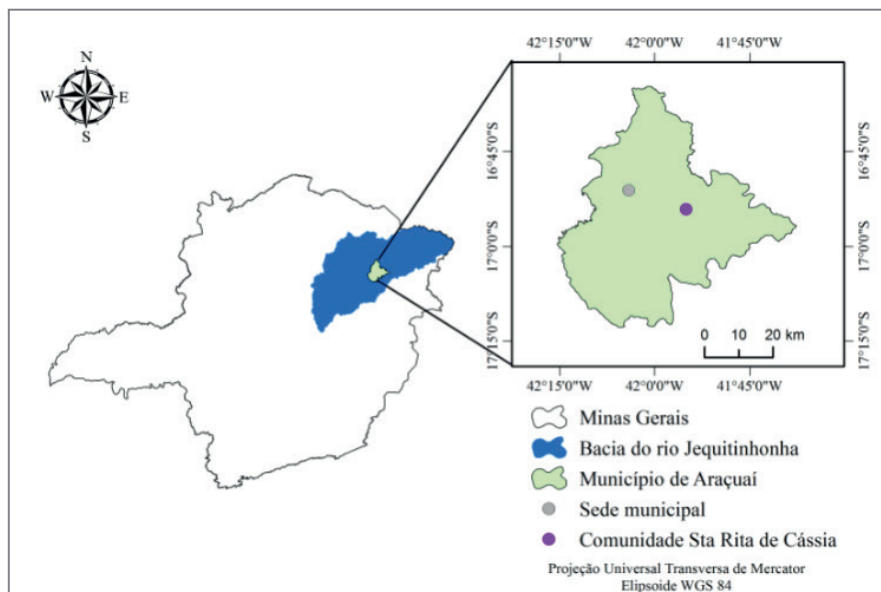
geração de renda de algumas famílias de moradores da APA da Chapada do Lagoão, tornou-se importante estudar aspectos ecológicos e silviculturais que irão subsidiar as decisões de manejo para o extrativismo vegetal desta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Este trabalho foi realizado na comunidade Santa Rita de Cássia que está inserida na Área de proteção Ambiental (APA) da Chapada do Lagoão no município de Araçuaí- MG (Figura 1).

Figura 1 - Localização da área de estudo na comunidade Santa Rita de Cássia, Araçuaí- MG.



Fonte: Autoria própria.

A APA da Chapada do Lagoão possui uma área de 24.180,0 hectares (10,78% da área do município), localizada na região centro/leste do município de Araçuaí, a cerca de 25 quilômetros da sede do município, com uma altitude média de 850 metros (Emater, 2003). A comunidade de Santa Rita de Cássia possui aproximadamente 20 famílias de agricultores e agricultoras familiares.

Caracterização do extrativismo da vassourinha pela comunidade

Para caracterização do extrativismo das folhas e do processo de fabricação das vassouras foram feitas entrevistas semiestruturada com 12 moradores da comunidade Santa Rita de Cássia, buscando informações de quem fabrica para uso doméstico ou comercializar nas feiras da região. Também foram realizadas entrevistas na feira livre de Araçuaí-MG com pessoas (feirantes) que comercializam as vassouras, assim avaliaram-se os preços de venda e satisfação do cliente quanto ao uso do produto (vassoura).

Os dados coletados foram lançados em planilha eletrônica, onde se comparou de forma qualitativa as respostas do questionário aplicado.

Diagnóstico ecológico da população da palmeira vassourinha

Para levantar informações ecológicas importantes sobre a população da palmeira Vassourinha em campo foi visitado fragmentos de áreas de cerrado na comunidade Santa Rita de Cassia, na APA da Chapada do Lagoão. De forma a caracterizar o tamanho e distribuição diamétrica da população, a densidade de indivíduos por hectare (ha) realizou-se um levantamento em área de aproximadamente 20 ha. No inventário foram instaladas 10 parcelas (50m x 2m) com área de 100 m², totalizando 1000 m² amostrados. Todos os indivíduos de Vassourinha que se encontravam no interior das parcelas foram contabilizados e mensurados quanto ao diâmetro em nível do solo (cm), altura (metros), número de perfilhos, número de folhas e seu estado fenológico (brotação foliar, floração e frutificação). Quando o indivíduo se encontrava em estágio de frutificação foi avaliado o número de cachos; o número de frutos por cacho; a presença de frutos maduros e dispersando.

Os indivíduos foram classificados em campo quanto ao estágio ontogenético. Estes estádios foram caracterizados da seguinte forma: (i) Plântula: Presença apenas de eofilos como órgão vegetativo aéreo; (ii) Juvenil: Presença de folhas semipinactesetas; (iii) ou pinatissectas (monofilo) com estipe recoberto pelas bainhas basais; (iv) Imaturo: Estipe visível pelas quedas das bainhas basais, folhas pinatissectas (monofilos); (v) Reprodutivo: Estipe visível, com órgãos ou vestígios de estruturas reprodutivas. Considerou-se como eofilos as primeiras

folhas pós-cotiledonares com lâmina expandida, podendo ser inteiras, bífidias ou segmentadas. Metáfilos como as séries de folhas segmentadas transicionais metáfilo emitidas posteriormente aos eofilos e monófilo como tipo de folhas característico dos adultos (Bernacci *et al.*, 2008).

As distribuições de frequência das classes ontogenéticas da população, em cada parcela, foi analisada com histogramas de frequências (Silva, 2010).

O padrão espacial da espécie foi calculado conforme o índice de morisita (I_d) de acordo com ZAR, (1984) a partir da seguinte expressão: $I_d = n (\sum x^2 - N) / N (N-1)$; onde: n = número de parcelas; N = número total de indivíduos presente por parcela; $\sum x^2$ = somatório do quadrado do número de indivíduos por parcela. Considerando-se que valores de I_d igual a zero indicam padrões randômicos, acima de zero padrões agrupados e abaixo de zero padrões uniformes.

Segundo Campos (2013), uma população é estável quando declina de forma exponencial e todas as classes etárias representadas, se ajustando ao modelo de "j invertido". Os dados foram tabulados e analisados usando-se a planilha eletrônica.

Avaliação do banco de sementes da palmeira vassourinha

Para avaliar a variação espacial da densidade de diásporos no solo (isto é, sementes e demais unidades de dispersão como fruto ou endocarpo), foram aleatorizadas quatro subparcelas dentro de cada parcela 2m x 50m. Cada subparcela teve área de um metro quadrado, marcada com gabarito de cano de 1x1 metro (Figura 2).

Figura 2 - Processo de coleta e peneiramento do solo para avaliação do banco de sementes da Vassourinha: **a)** coleta de solo no gabarito em subparcela, **b)** processo de peneiramento, **c)** separação do diásporo. Seguida pelo processo de mensuramento.



Fonte: as Autoras.

Em cada área das subparcelas foi coletado o solo superficial na profundidade de 0 a 3 cm, utilizando picareta, pá e peneira de arame para fazer o processo de peneiramento. O solo após coletado foi peneirado diretamente no campo para separação e contagem dos diásporos da Vassourinha em cada amostra.

Com objetivo de avaliar o padrão de dispersão dos frutos da espécie Vassourinha em relação a planta mãe, se este ocorre agregado logo abaixo da copa da planta mãe ou se os frutos são levados para longe desta. Em cada amostra coletada foi medido a distância ao indivíduo mais próximo. A distribuição espacial dos diásporos foram medidas por meio da distância de cada amostra ao indivíduo mais próximo, usando uma trena de 10 metros. As diferentes distâncias foram agrupadas em intervalos de classe para facilitar a visualização e interpretação dos dados. Considerou para análise estatística as diferentes classes de distância e o número de diásporos contabilizados em cada classe. Como os dados de contagem não atenderam o princípio da normalidade, usou-se da estatística não paramétrica de Kruskal-Wallis para avaliar se houve diferença entre o número de sementes em função das distâncias de coletas, agrupadas em classe.

Avaliação fenológica da população de Vassourinha

Para avaliação das fases reprodutivas (fenologia) da espécie foram acompanhados mensalmente 20 indivíduos marcados em campo, na área de

cerrado da comunidade Santa Rita de Cassia no período de fevereiro a outubro de 2019. Todos os indivíduos marcados foram medidos: a altura; diâmetro; tamanho das folhas, pedúnculos e frutos, com auxílio de régua e fita métrica de 2 metros. Para fazer a medição dos indivíduos com diâmetros menores foi utilizado um paquímetro digital (Figura 2).

No momento da observação registrava-se a fase de reprodução que cada indivíduo se encontrava: brotamento foliar; senescência foliar, botão floral, flor; fruto verde, fruto maduro e dispersão. Com base nos dados coletados das fases reprodutivas construiu-se um calendário fenológico que permite sintetizar os eventos observados ao longo dos meses. Para avaliar a relação dos eventos reprodutivos da espécie de Vassourinha com o clima da região (temperatura e precipitação) empregou-se o teste de correlação de Spearman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do extrativismo e do processo de fabricação da vassourinha pela comunidade

Do total das pessoas entrevistadas que fabricam ou fazem uso da Vassourinha como extrativismo de recurso natural cerca de 92% são mulheres. Campos (2013) também ressalta que a prática extrativista do babaçu é uma atividade realizada predominantemente por mulheres.

A escolaridade variou do ensino fundamental básico até o ensino médio, e com idade entre 20 a 70 anos, uma média de 45 anos. São pessoas que apesar de viverem da agricultura praticam o extrativismo da Vassourinha como complemento de renda por parte dos moradores da comunidade. Martinot *et al.* (2017) relata em seu trabalho que apesar da base econômica das famílias ser a produção de farinha para consumo e venda, algumas famílias também adquire renda através de outras atividades como por exemplo a coleta de açai atividade que é de suma importância na complementação da renda familiar. Outro exemplo é o trabalho Saraiva (2009) onde ressalta que o extrativismo é um importante componente do orçamento em comunidades rurais. Para as famílias que fabricam a vassoura das folhas de palmeirinha a durabilidade desta

vassoura para varrer os terreiros/quintais na roça é melhor do que as vassouras industrializadas, gerando uma economia com a redução de compra deste item.

Dos entrevistados 100% responderam que fazem uso da Vassourinha, sendo que 20% produzem com a finalidade de comercializar e um total de 80% para uso doméstico.

Ao serem questionados sobre a quantidade de vassouras produzidas foi constatado que são produzidas de 40 a 60 vassouras por semana para comercialização. Nas vassouras feitas para venda foram utilizadas em média 33 folhas na confecção do produto. Já para o uso doméstico as vassouras são produzidas mensalmente e utilizou-se em média 20 folhas por vassoura.

Na retirada das folhas pode-se observar que aconteceu de duas formas, parcial com até 50% ou total (100% das folhas). A retirada total das folhas ou o corte do estipe a nível do solo, trará complicações para a população de Vassourinha, como por exemplo, a reduzir a população que não produzirá novos indivíduos. Como relatado por Vieira *et al.* (2016) em seu trabalho que em alguns sistemas de manejo tradicional foi verificado que o extrativismo pode trazer danos a espécie explorada, como a redução do número de rebrotas e decréscimo da taxa de produção de sementes, afetando a reprodução da espécie. Foram constatadas evidências em campo, que ocorre a retirada total do indivíduo de Vassourinha, porém a maioria dos entrevistados (90%) responderam que retiram somente as folhas, os outros não responderam à questão.

Ao realizar pesquisa no mercado municipal pode-se observar que os preços das vassouras variam entre R\$ 3,00 a R\$ 5,00. Cabe ressaltar a pouca valorização monetária do produto, pelo baixo preço praticado na feira. Quando avaliado que a fabricação da vassoura é uma atividade predominantemente desenvolvida por mulheres, faz-se uma relação de gênero, onde se percebe a pouca valorização do trabalho da mulher. Deve-se fazer a divulgação e conscientização das vantagens deste produto natural, quando comparado as vassouras industrializadas, tornando o mais valorizado. Como também, o fato de gerar renda para comunidades locais aquecendo a economia do município, pode mobilizar a comunidade para que possa praticar preços mais rentáveis na sua comercialização.

Quando perguntados sobre o controle da quantidade de folhas extraídas por palmeira, 42% dos entrevistados responderam que ao realizar a coleta fazem

o controle, retiram somente parte das folhas, 33% disseram não fazem nenhum tipo de controle e 25% não responderam.

Sobre as técnicas de tratamento de conservação e recuperação da população da palmeira, nenhuma das pessoas entrevistadas tem conhecimento acerca de técnicas de manejo sustentável ou de tratamento visando melhor desenvolvimento e estabilidade da população de indivíduos da palmeira na área. Saraiva (2009) mostra em seu trabalho que as técnicas tradicionais de manejo são geralmente desenvolvidas e praticadas objetivando o uso para subsistência, e podem não se aplicar adequadamente em situação de comercialização dos produtos, e por esse motivo é essencial o desenvolvimento de pesquisas aplicadas que contribuam para a sustentabilidade ecológica e econômica de atividades extrativistas e gerem benefícios ambientais e socioeconômicos.

Sobre a produção de mudas da palmeira para plantio, para preservação e manutenção da espécie, ao serem questionados se já produziram mudas, todos os entrevistados responderam que não. E quando perguntados se estão dispostos a fazer, um total de 58% disseram que se disponibilizam a fazer, 25% não estão dispostos, destes, alguns justificam não ter a necessidade, pois necessita somente preservar as que já existem para que haja regeneração natural e 17% não responderam.

A extração da Vassourinha contribuiu para que as famílias tenham um recurso extra, é o que relatam Silva; Silva (2018) em seu trabalho que o extrativismo tem grande importância na manutenção da renda das comunidades tradicionais da APA da Chapada do Lagoão.

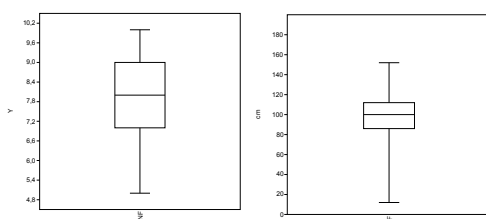
Caracterização da espécie de palmeira vassourinha

A Vassourinha é uma espécie de palmeira que pertence ao gênero *Syagrus* da família *Arecaceae*. Pouco se sabe sobre a ecologia da população desta espécie de palmeira nesta região, sendo um coqueiro de porte médio e nativa regionalmente, com ocorrência em áreas de vegetação de cerrado. Na região de estudo esta espécie consegue se adaptar ao período da seca, mantendo-se com folhas ao longo de todo o ano. As plantas de coqueirinho têm em média 1,31 metros de altura ($\pm 0,85$ m), com diâmetro médio de 26,87 cm (± 13 cm). Esta espécie ocorre no campo em forma de touceira, onde contém em média 3

estipes por touceira, variando entre 1 a 11 pérfilios. A Distribuição da espécie na área de estudo de acordo com o **índice de morisita** (id) ocorre com padrão de distribuição agregado (id = 1). Há uma concentração de moitas próximas, como observado em campo, espaçado por áreas sem a presença da espécie. A dispersão da espécie por barocoria pode justifica a sua agregação.

As folhas da *Syagrus* sp. são arqueadas, pinadas com média de 95,4 cm de comprimento e ocorre em média 8 folhas por planta (figura 3).

Figura 3 - Box plot do Número de Folhas (NF) e Tamanho das folhas (TF) de *Syagrus* sp.



As flores possuem cor amarela, nascem entre as folhas, protegidas por envólucro, com pedúnculo de até 44 cm de comprimento. Os frutos (cocos) são pequenos com tamanho que varia de três a quatro cm de comprimento, por dois cm de largura, possuindo uma camada externa de fibra. Quando amadurecem possuem uma coloração amarelada com manchas acinzentadas ou esverdeadas. De acordo com a observação em campo, a dispersão é barocórica ocorrendo de forma natural, onde os frutos são encontrados abaixo do indivíduo, esse desprendimento dos frutos da planta mãe ocorre a partir do mês de outubro. O estipe contém cor acinzentada com listras escuras formadas pelas fibras e marcadas com anéis de vestígios das bases das folhas caixas (Figura 4).

Figura 4 - caracterização da espécie; a) estipe; b) folhas c) flores; d) frutos.



Inventário da população da Vassourinha

Área de ocorrência da vassourinha nas comunidades que compõe a APA da chapada do Lagoão

A APA do Lagoão é composta pelas comunidades: Girau, Igrejinha/São Vicente, Corguinho, Barriguda do Meio e de Cima, Quatis, Córrego do Narciso de Baixo/Meio, São Pedro do Córrego do Narciso, Tesouras de Cima, Neves, São José das Neves, Brejo do José Vitor, Santa Rita de Cássia da Barriguda (Cabeceira da Barriguda), Santa Luzia do Tombo (Emater, 2003). De acordo com as entrevistas, algumas pessoas ainda não tem conhecimento do que seja uma APA, e não souberam informar se a comunidade em que residem está inserida na APA da Chapada do Lagoão.

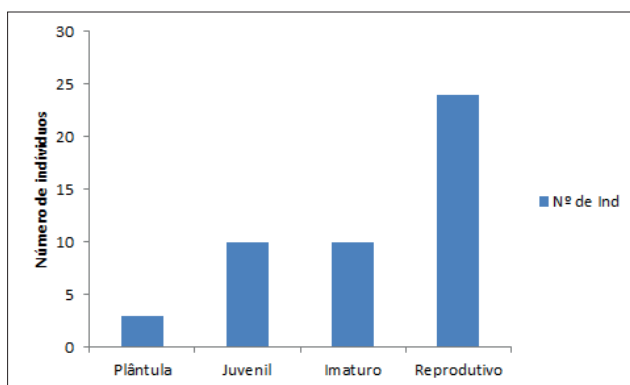
Através de conversas com moradores há ocorrência da Vassourinha na comunidade Santa Rita de cássia, Santa Luzia do Tombo, Malhada Preta e na Chapada que dá nome a APA. Algumas pessoas que residem onde não se encontra a Vassourinha, vão até a Chapada do Lagoão para fazer a extração, também foi relatado que na comunidade de Tesouras não existe a Vassourinha e para ter acesso ao produto as pessoas que hoje ainda fazem uso da planta para uso doméstico vão direto constantemente na Chapada do Lagoão para fazer

a extração. Nem todas as comunidades fazem o extrativismo da espécie para venda, é o que relata o trabalho de Silva e Silva (2018) que apenas as comunidades Santa Rita de Cássia e Santa Luzia do Tombo praticam essa atividade, as demais fazem o extrativismo para uso próprio.

Com base na área amostral das 10 parcelas inventariadas (1000 m²) observou-se que a densidade foi 480 indivíduos/hectare. Foram constatados poucos indivíduos jovens, o que pode gerar problemas para a manutenção da população da espécie ao longo do tempo. Os indivíduos em estágio reprodutivo apareceram em maior quantidade, e a maioria destes em idade reprodutiva apresentaram pedúnculos e frutos abortados (92 %). Em visita a campo foram contabilizados o número de indivíduos de palmeirinha *Syagrus sp* por estágios de desenvolvimento. Foram contabilizados 47 indivíduos no total, apresentando-se nos seguintes estágios de desenvolvimento: plântulas - total: 3; juvenis- total: 10; imaturos - total: 10; reprodutivos - total de 24.

A existência de plântulas é de grande importância no recrutamento da regeneração natural com a formação de novas plantas adultas de uma determinada espécie, pois estas se tornarão plantas reprodutivas. Na comunidade Santa Rita de Cássia as plântulas aparecem em menor quantidade que corresponde a 6,4% do total de indivíduos amostrados (figura 5).

Figura 5 - Distribuição em estágios etários (ontogenéticos) dos indivíduos de Vassourinha, na comunidade Santa Rita de Cássia.



O ideal para a dinâmica da população de Vassourinhas seria que as plântulas ocupassem o maior número de indivíduos, o que seria um resultado

positivo para a autoregeneração da espécie. Conforme trabalho de Silva (2010) estudando o extrativismo sobre a palmeira Licuri, onde apesar do fruto do Licuri ser a parte da planta mais utilizada observou elevado número de plântulas, mostrando que a extração não tem prejudicado o recrutamento de novos indivíduos desta palmeira na área explorada, diferente da população de Vassourinha na APA. No trabalho de Campos (2013) relata que a distribuição diamétrica pode fornecer informações essenciais para se inferir sobre a estabilidade populacional que uma população é considerada estável quando declina de forma exponencial e todas as classes etárias são representadas, se ajustando ao modelo de "J – invertido". O padrão de hipérbole negativa (J invertido) evidencia uma população saudável e com capacidade de autorregeneração (Silva, 2010).

O fato de as plântulas aparecerem em menor número na área inventariada na comunidade Santa Rita de Cássia pode estar relacionado à constatação da presença de animais domésticos, como bovinos e equinos, vestígios de que a região já tenha sofrido com queimadas e desmatamento.

Caracterização do banco de sementes da palmeira vassourinha

Com base no esforço amostral de 40 amostras de solos coletados foram contabilizados 208 frutos de Vassourinha, com uma densidade média de 5,2 sementes por metro quadrado. Visivelmente 100% das sementes coletadas no solo das 40 parcelas avaliadas estavam mortas, por apresentar furos de brocas e estarem totalmente secas. Essa ausência de sementes viáveis justifica a baixa taxa de regeneração natural da espécie e do número de plântulas encontradas na área. Apesar de algumas palmeiras serem passíveis à propagação vegetativa, a maior parte das espécies desse grupo é propagada por sementes que, geralmente, apresentam germinação lenta, irregular e em baixa porcentagem, muitas vezes devido a mecanismos de dormência impostos pela própria semente (Pérez, 2009; Ferreira *et al.*, 2010). Esses mecanismos de dormência têm sido atribuídos, em parte, aos envoltórios da semente, seja pela resistência mecânica, dada à rigidez do endocarpo lenhoso, seja pela impermeabilidade à água (Rodrigues *et al.*, 2003). Embora a maioria das palmeiras seja de origem tropical, cujas sementes germinam de forma natural em temperaturas elevadas, existem variações de temperaturas, exigidas por cada espécie, desde 24 até 35 °C, devido ao grande

número de espécies e habitats (Lorenzi *et al.*, 2004; Meerow, 2001). Na área de estudo os longos períodos sem precipitação e altas temperaturas favorecem a mortalidade das sementes e das plântulas em desenvolvimento.

No inventário da população, poucos foram os indivíduos registrados com cachos de frutos viáveis em desenvolvimento. Com base nestes registros, no período avaliado em campo coincidiu com baixa disponibilidade de frutos o que pode variar em outras épocas do ano. Observando o padrão dos frutos viáveis encontrados em indivíduos reprodutivos na área de estudo, há presença de propágulos que formariam o banco de sementes do solo, mesmo que em pequena proporção.

Os frutos quando maduros apresentam coloração com manchas esverdeada e amarelada, ficando ao final com tonalidade acinzentada quando secos. Os frutos medem em média de três a quatro centímetros de comprimento e dois de largura (Figura 6).

Figura 6 - Frutos de Vassourinha, onde: a e b - estágio e coloração de maturação, c - aspecto do fruto sem o mesocarpo e sinal de broca; e d - presença de endosperma viável em fruto maduro.



Considerando a distância das amostras de solo coletadas em relação à planta da palmeira Vassourinha mais próxima, houve diferenças significativas na distribuição dos frutos que pode ser agrupada em quatro classes de distâncias (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição dos frutos de Vassourinha em relação a distância da planta mãe mais próxima do ponto de coleta do solo.

Classes	Distâncias da planta mais próxima	n de amostras	n de frutos
1	abaixo do pé (0 - 50 cm)	23	208 A
2	50 a 150 cm	4	0 B
3	150 a 350 cm	5	0 B
4	> 350 cm	8	0 B
Total		40	208

Onde: n – número; valores seguidos por mesma letra não apresentam diferenças significativas a 5%.

Observou-se uma concentração dos frutos no solo nos pontos coletados mais próximos das plantas de Vassourinha. Os frutos desta espécie após ficarem maduros caem pelo efeito da gravidade, tendo sua dispersão primária por barocoria, o que justifica as diferenças encontradas. Portanto, quanto mais distante da planta mãe, menor a probabilidade de encontrar sementes no solo. Estes resultados estão de acordo com os dados encontrados por Silva (2010) e Crepaldi (2001), que estudaram o banco de sementes de palmeiras no solo e observaram o maior número de frutos nos pontos de coletas mais próximos aos indivíduos.

Fenologia da espécie de palmeira vassourinha

































Entre o período de fevereiro a outubro de 2019, através do calendário fenológico observou-se que os 20 indivíduos avaliados apresentavam folhas secas e verdes durante todo tempo de estudo. O brotamento foliar (BF) foi registrado para o maior número de indivíduos nos meses abril, agosto e outubro. No mês de setembro nenhum indivíduo apresentou brotamento foliar.






Os pedúnculos florais (FL) foram vivíveis entre o mês de fevereiro e agosto, já os cachos florais de março a junho. Os frutos verdes começaram a partir de maio permanecendo até outubro, no último mês de visita a campo foi identificado um indivíduo com frutos dispersando.

Através do acompanhamento dos indivíduos notou-se que as folhas além de serem usadas para a fabricação de vassouras servem também de alimento para insetos, no mês de maio foi notado a presença de gafanhotos se alimentando das folhas e as sementes são fonte de alimento para broquídeos.

Entender o período de reprodução da espécie, torna-se estratégico para o planejamento de coletas de sementes em campo, visando a produção de mudas para projetos de recuperação. Dessa forma a elaboração do calendário fenológico permite compreender os períodos chaves da reprodução da espécie que também devem ser levados em consideração para o manejo da coleta de folhas desta palmeira (tabela 2).

Tabela 2: Calendário Fenológico para a espécie de Vassourinha.

Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
								
								
								
								
								

Onde:  - Folhas verdes;  - Brotação Foliar;  - Floração;  - Fruto verde;  - Fruto maduro/dispersão

Pressão de coleta das folhas da palmeira vassourinha sobre a dinâmica de sua população

A coleta das folhas prejudica a vida da Vassourinha, principalmente quando retiram praticamente todas as folhas, reduzindo a área foliar e consequentemente também a capacidade da planta fazer fotossíntese, diminuindo o processo de reprodução do indivíduo podendo levá-los a morte. Para Vieira *et al.* (2016) a extração de folhas imaturas podem trazer efeitos negativos para o desenvolvimento da planta, pois a energia aplicada na produção dessa folha, não seria recompensada através do processo de fotossíntese que ela realizaria posteriormente.

Da maioria dos indivíduos inventariados, 70% tiveram as folhas e parte do estipe cortados, estes se encontravam com poucas folhas e não tinha cachos de frutos novos ou estavam com cachos abortados (figura 19). Outros 30% dos

indivíduos não tiveram sinais de retirada das folhas, estes por sua vez encontram-se em processo reprodutivo. Foram encontrados vestígios de corte total do indivíduo o que contradiz a pesquisa, onde todas as pessoas entrevistadas responderam que não fazem a retirada completa das plantas e sim somente parte das folhas.

De acordo com Saraiva (2009) que relata sobre as palmeiras, o “olho” é uma estrutura com origem no prolongamento do meristema apical (que para a botânica são tecidos que asseguram o crescimento) (figura 19), o fato constatado da retirada de forma acentuada ou total das folhas sem manejo adequado pode comprometer a dinâmica da população desta espécie.

De acordo com a avaliação do banco de sementes na área de estudo, foi diagnosticado uma ausência de sementes viáveis no solo, isso mostra que é um resultado negativo, pois para que haja novas plantas adultas é necessário que as plântulas apresentem um maior número. Sem frutos dispersando na área da APA não existe regeneração natural (recrutamento) de novas Vassourinhas, o que tem sido prejudicado pela coleta excessivas das folhas.

Com os dados registrados para a produção de vassouras na comunidade Santa Rita de Cassia observa-se uma grande produção de vassouras, logo, a coleta de um grande número de plantas (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção total de vassouras anual, evidenciando a pressão de coletas de folhas.

Produção total de vassouras no ano			
Tipo/Vassoura	Quant.	Média de Folhas por Vassoura	Total de Folhas coletadas/Ano
Uso doméstico	144	20	2880
Comercial	4416	33	145728
Total	4560		148608
Pressão de coleta de folhas de Vassourinha na APA			
Média de folhas cortadas ao ano	148608		
Média de folhas por planta	8		
Média de plantas exploradas	18576		

Considerando a densidade de plantas por hectare (480 indivíduos) e a média de plantas exploradas para produção das vassouras (18576 plantas), observa-se uma área estimada de 38,7 hectares por ano sendo explorada. Isso

possibilita a reflexão e planejamento do zoneamento da APA na divisão de zonas para fazer a coleta de forma alternada em diferentes anos.

Proposta de manejo para a espécie de palmeira vassourinha

Por ser um material de fácil acesso, considerado de baixo custo e necessário um grande volume de matéria prima para confecção das vassouras da palmeirinha, deve-se buscar a implementação de técnicas que evitem o extrativismo predatório da espécie *Syagrus* sp. na comunidade Santa Rita, e na área da APA como um todo. A atividade extrativista da espécie Vassourinha serve como fonte de renda para muitas famílias, sendo indispensável o uso correto desse recurso natural para que este trabalho perdure ao longo do tempo.

Como proposição inicial, para uma prática extrativista mais sustentável da população de Vassourinhas na APA da Chapada do Lagoão, orienta-se a retirada de no máximo 50% das folhas de cada indivíduo, uma única vez ao ano. Faz-se necessário delimitar zonas de extração e zonas de conservação, com base na área de ocorrência natural da espécie e do seu grau de conservação. As zonas de extração seriam áreas em que a comunidade irá explorar anualmente, para coleta das folhas da Vassourinha. Já a zona de conservação, seria uma área, para manter parte da população desta espécie sem coleta de suas folhas, de forma a potencializar a reprodução desta espécie. Estas áreas conservadas em que ocorre a palmeira Vassourinha ajudará na produção e posterior dispersão de seus frutos pela fauna dispersora, para outras áreas da APA.

O extrativismo sustentável contribui para que a Vassourinha seja preservada, assegurando o seu desenvolvimento para futuras gerações. Para obter esse recurso por mais tempo é necessário que haja uma educação ambiental junto com a comunidade da APA, voltada para o manejo sustentável da espécie.

A valorização econômica de um produto florestal pode levar à modificação das práticas de manejo e aumentar a extração, ocasionando sérios prejuízos à planta e é, portanto, fundamental avaliar os impactos ecológicos decorrente do manejo tradicional a fim de conciliar a extração e conservação (Vieira *et al.*, 2016). Dessa forma, recomendam-se estudos de longo prazo para evidenciar melhor as mudanças na dinâmica da população.

Uma maneira mais sustentável será a retirada parcial das folhas, sem o corte total de indivíduos e ao fazerem a coleta não extrair folhas com defeitos que seriam descartadas, isso contribui para manter os indivíduos no campo com maior área foliar contribuindo para o processo de fotossíntese e evitando a morte do mesmo. A retirada de folhas da Vassourinha somente em um determinado período do ano ajudaria na regeneração da espécie, pois permitiria a reposição foliar dos indivíduos, sustentando a produção de frutos pelos mesmos. Ferreira *et al.* (2013) em seu trabalho concluíram que a melhor estratégia de manejo de corte das folhas da carnaubeira constitui-se na realização de um único corte anual das folhas das plantas. Dessa forma recomenda-se retirar folhas do mesmo indivíduo em espaços anuais.

Outro fator importante será a produção de mudas para replantio nas áreas exploradas, evitando um extrativismo predatório que inibe a dinâmica da regeneração natural. A regeneração artificial com o plantio de mudas desta espécie trará benefícios à manutenção da população.

CONCLUSÕES

A caracterização da população de Vassourinha na comunidade Santa Rita de Cassia na APA da Chapada do Lagoão demonstra evidências de impactos negativos do extrativismo sobre a espécie com a retirada total de folhas ou corte dos indivíduos, no processo de fabricação da vassoura.

Na elaboração e implantação do plano de manejo da APA da Chapada do Lagoão deverá estabelecer no seu zoneamento, áreas de conservação da vida silvestre (zonas), com a presença desta espécie, onde será proibido o extrativismo desta entre, outras espécies.

De forma geral observou-se uma má distribuição dos indivíduos nas faixas etárias, com poucas plântulas e indivíduos jovens, o que pode prejudicar a manutenção da espécie na área ao longo do tempo. A diminuição dos indivíduos e desfolhamento, afeta diretamente a produção de frutos, estes estão ligados a uma cadeia trófica maior, servindo como fonte de alimento para pequenos insetos e roedores.

Há impacto negativo na densidade de indivíduos nas diferentes fases etárias, sendo que a produção de frutos nos indivíduos em idade reprodutiva de

Vassourinhas está sendo prejudicada pela retirada das folhas, comprometendo a formação do próprio banco de sementes no solo.

São necessárias ações de educação ambiental para esclarecer aos moradores da APA do Lagoão sobre o manejo sustentável da palmeira *Syagrus* sp. Por exemplo, reuniões e palestras com os moradores explicando sobre a importância da Vassourinha na renda das famílias e estratégias para o seu manejo na APA do Lagoão.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P. de; ANDRADE, L. de. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga. **Acta Bot. Bras.** 16(3), p. 273-285, 2002.

BALICK, M. J. **Etnobotânica das Palmeiras nos Neótipos**, 1984.

BERNACCI, L. C.; MARTINEN, F. R.; SANTOS, F. A. M dos. Estrutura de estádios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). **Acta Bot. Bras.** 22(1), p. 119-130, 2008.

CAMPOS, J. L. A. **Etnoecologia e Ecologia Populacional da Palmeira Babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) (Arecaceae) na região do Araripe, Nordeste do Brasil**. Recife, 2013.

DRUMMOND, J. A. A extração sustentável de produtos florestais na Amazônia brasileira. **Estudos Sociedade e Agricultura**, p. 115-137, 6 jul. 1996.

FERREIRA, C. da. S.; NUNES, J. A. R. ; GOMES, R. L. F. Manejo de Corte das Folhas de *Copernicia Prunifera* (Miller) H. E. Moore no Piauí. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 2, p. 25-30, abr./jun. 2013.

LORENZI, H. *et al.* **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 2004. 184 p.

MARQUES, I. M. P. **Análise Ambiental da Ferira Livre de Araçuaí-MG no Segmento Comercialização**. 86f. Monografia (Tecnologia em Gestão ambiental), Instituto Federal norte de Minas Gerais, Araçuaí-MG, 2016.

MARTINOT, J. F. ; PEREIRA, H. D. S.; SILVA, S. C. P da. Coletar ou Cultivar: as escolhas dos produtores de açaf-da-mata (*Euterpe precatória*) do Amazonas. **RESR**, Piracicaba, v. 55, n. 4, p. 751-766, out./dez. 2017.

MOTA, D. M.; SANTOS, J. V. Uso e conservação dos remanescentes de mangabeira por populações extrativistas em Barra dos Coqueiros, Estado de Sergipe. **Acta Scientiarum. Humanand Social Sciences**, Maringá, v. 30, n 2, p. 173-180, 2008.

NASCIMENTO, I. R.; SANTOS, D. G. ; SANTOS, A. S. Identificação da área de extrativismo vegetal e o conhecimento popular no Povoado de Jatobá –SE. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934, 2019.

SANTOS, J. V. **O papel das mulheres na conservação das áreas remanescentes de mangabeiras (*Hancornia speciosa*, Gomes) em Sergipe.** São Cristóvão: UFS. Dissertação de Mestrado em Agrossistemas), 2007.

SARAIVA, Nicholas Allain. **Manejo sustentável e potencial econômico da extração do Buriti nos Lençóis Maranhenses, Brasil.** BDTD, 2009.

SCARIOT, A.; RIBEIRO, J. F. **Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável da Cagaita.** Brasília: Embrapa Brasil, 2015.

SILVA, Silva e. **Percepção Ambiental das comunidades Tradicionais na Área de Proteção Ambiental da Chapada do Lagoão, Araçuaí-MG.** 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Gestão Ambiental), Instituto Federal Norte de Minas Gerais, Araçuaí-MG, 2018.

SILVA, C. V da.; MIGUEL, L de. A. Extrativismo e Abordagem Sistemática. **Novos Cadernos NAEA**, v. 17, n. 2, p. 189-217, dez. 2014.

SILVA, E. G. **Implicações da atividade extrativista sobre a estrutura populacional, densidade e viabilidade do banco de sementes de *Syagrus coronata* (Mart.) Beccari.** Salvador: UFBA, 2010.

SILVA, M. S. A. Extrativismo Vegetal: A Palmeira Babaçu e a Produção de Palmito no Norte do Tocantins – Brasil. **VII Congresso Brasileiro de Geógrafos**, Vitória, ago. 2014.

VIEIRA, I. R.; OLIVEIRA, J. S.; LOIOLA, M. I. B. Efeitos do Extrativismo de Fibras de Carnaúba, Piauí, Brasil. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 96-109, jan./jun. 2016.

ZAMBRANA, N. Y. P. *et al.* Diversidade do uso de palmeiras na Amazônia ocidental. **Biodiversidade e Conservação**, 2007.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Júlio Onésio Ferreira Melo

Pós-doutoramento no Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa (ISA/UL), no Departamento de Fisiologia Vegetal, trabalhando com perfil químico e avaliação de atividade biológica de extratos vegetais. Graduado em Farmácia pela Universidade Federal de Minas Gerais, doutorado em Ciências Químicas (Conceito 7 Capes) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Docente no ensino superior desde 2000, trabalhando com as áreas de Farmacognosia Fitotecnia, Fitoquímica, Química Ambiental, Química Farmacêutica e Síntese Orgânica. Professor e pesquisador Titular da Universidade Federal de São João del-Rei. Coordenador dos Programas de Extensão desde 2014 nas áreas de Árvores do Cerrado; Água e Meio Ambiente e de Ensino de Química. Coordenador de Projetos de Pesquisa nas áreas de Estudo de compostos voláteis de frutos por CG/MS; Estudo da composição química de frutos por ESI/MS e Paper Spray/MS; Estudo metabólico de plantas por DESI/MS; Estudo das alterações metabólicas em plantas de milho e soja na presença de ácaros fitófagos e lagartas, por CG/MS e ESI/MS; Estudo da qualidade das águas. Professor orientador nos Programas de Pós-graduação em Ciências Agrárias (UFSJ-Sete Lagoas), Pós-Graduação em Ciência de Alimentos(UFMG), Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental (IFMG-Bambu) e Pós-Graduação Multicêntrica em Química de Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3161464227394013>

Clarissa Damiani

Professora Associada IV da Universidade Federal de Goiás. Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás (2003), especialização em Tecnologia e Qualidade de Alimentos Vegetais (2005) e Processamento e Controle de Qualidade em Leite, Carne e Ovos (2008), mestrado (2006) e doutorado (2009) em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: tecnologia de alimentos, pós-colheita de frutas e hortaliças, análises físicas, químicas e bioquímicas de alimentos, aproveitamento de resíduos agroindustriais, frutos do cerrado e da amazonia. Atualmente é secretária regional-Goiás da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8152502284007938>

Raquel Linhares Bello de Araújo

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.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8788632680037006>

Reinaldo Farias Paiva de Lucena

Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (2002), Mestre (2005) e Doutor (2009) em Botânica pelo Laboratório de Etnobotânica Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Trabalhou na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) entre os anos de 2009 até 2020. Atualmente é Professor no Instituto de Biociências da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Orientador de Mestrado/Doutorado em Rede em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFPB no *Campus I* (João Pessoa). Professor Permanente nos Programas de Pós-graduação: Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais ? UFMS (mestrado); Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal - UFMS (mestrado); Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências ? UFMS (mestrado e doutorado). Colaborou como pesquisador Associado do Missouri Botanical Garden, St. Louis nos Estados Unidos, e como Consultor da Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - na Área de Ciências Ambientais. Tem experiência na área de Botânica e Ecologia, com ênfase em Etnobotânica, atuando principalmente nos seguintes temas: etnobiologia, etnobotânica, etnozootologia, caatinga, populações tradicionais e conservação da biodiversidade. Assessor do Reitor da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Diretor da Agrotec: bioeconomia no agronegócio, unidade Embrapii da UFMS.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0588527774815010>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adjuntos Cervejeiros: 181, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 189

Alterações: 58, 92, 117, 183, 253

Análises: 30, 61, 67, 126, 199, 236, 237, 238, 253, 259, 277, 279, 280

Anatomia da Madeira: 10, 11, 18, 26, 29

B

Bignoniaceae: 69, 72, 73, 75, 91, 92, 93, 94, 95

Bioativos: 43, 49, 63, 69, 78, 90, 98, 99, 106, 110, 111, 113, 129, 132, 139, 140, 154, 159, 165, 171, 182, 187, 188, 196, 202, 203, 204, 210, 211, 212, 213, 221, 222, 223, 225, 226, 227, 228, 234, 247, 248, 250, 255

Biodiversidade: 11, 12, 14, 15, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 46, 49, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 69, 72, 73, 76, 90, 98, 99, 113, 117, 128, 130, 142, 153, 158, 159, 164, 172, 191, 224, 235, 268, 270, 281, 303

Botânica: 94, 95, 113, 139, 154, 155, 205, 268, 281, 299

Buriti: 42, 49, 51, 65, 111, 157, 159, 163, 164, 165, 173, 177, 178, 179, 180, 189, 193, 199, 303

C

Caatinga: 14, 27, 34, 35, 53, 63, 64, 66, 74, 91, 98, 99, 100, 101, 104, 110, 158, 166, 179, 180, 269, 302

Cagaita: 42, 44, 51, 66, 132, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 169, 177, 191, 193, 199, 303

Campomanesia Adamantium: 65, 157, 160, 168, 175, 176, 177, 178, 180

Carotenoides: 43, 46, 107, 109, 110, 114, 138, 164, 182, 188, 247

Caryocar Brasiliense: 42, 49, 50, 61, 66, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 111, 112, 113, 114, 157, 159, 160, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 192

Casting: 202, 208, 209, 212

Cerrado: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 119, 120, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132,

133, 134, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 146, 147, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 166, 168, 169, 170, 172, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 189, 190, 192, 193, 196, 197, 199, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 248, 254, 266, 267, 268, 269, 270, 272, 273, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 286, 289, 291

Cervejas Especiais: 182, 184, 187, 188, 196

Composição Nutricional: 51, 110, 176, 220, 253, 259, 262

Compostos Bioativos: 43, 49, 63, 69, 78, 90, 98, 99, 106, 110, 111, 113, 129, 132, 139, 140, 154, 159, 182, 186, 188, 196, 203, 204, 210, 211, 212, 213, 220, 222, 225, 226, 227, 228, 234, 247, 248, 250, 255

Compostos Bioativos: 43, 49, 63, 69, 78, 90, 98, 99, 106, 110, 111, 113, 129, 132, 139, 140, 154, 159, 182, 186, 188, 196, 203, 204, 210, 211, 212, 213, 220, 222, 225, 226, 227, 228, 234, 247, 248, 250, 255

Conhecimento Tradicional: 11, 27, 65, 116

Conservação: 11, 15, 17, 27, 28, 29, 30, 33, 37, 42, 46, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 98, 100, 116, 117, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 139, 153, 154, 157, 159, 172, 190, 212, 231, 262, 267, 268, 281, 283, 291, 300, 301, 302, 303

Conservação da Biodiversidade: 11, 15, 27, 56, 57, 58, 59, 62, 172, 281

D

Desmatamento: 33, 37, 56, 57, 59, 61, 62, 295

Distribuição Geográfica: 34, 54, 104, 120, 121, 129, 166, 169, 267, 268

Distúrbios Ambientais: 267, 268

E

Embalagens: 202, 204, 205, 210, 211, 212, 225, 226, 231

Etnobotânica: 22, 112, 116, 150, 151, 153, 284, 302

F

Flavonoides: 23, 43, 46, 49, 84, 88, 89, 90, 107, 108, 109, 110, 138, 142, 145, 150, 152, 222, 223, 226

Fruit Beers: 182, 183, 199

Frutas do Cerrado: 179, 181, 182, 183, 184, 189, 190, 191, 192, 193, 196, 199

Frutos do Cerrado: 30, 33, 59, 61, 62, 99, 132, 134, 156, 159, 168, 170, 176, 189, 199

G

Guavira: 157, 160, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176, 178, 180

H

Hancornia Speciosa: 42, 157, 160, 166, 173, 175, 176, 178, 180, 189, 191, 192, 200, 303

I

Ipê-Amarelo: 69, 77, 78, 79, 89, 91, 92, 95

Ipê-Branco: 69, 73, 75, 76, 77, 88, 89

Ipê-Roxo: 48, 69, 73, 74, 87, 88, 93, 94

Ipê-Verde: 69, 73, 79, 81, 89, 90

J

Jabuticaba: 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231

M

Mangaba: 42, 51, 157, 160, 166, 167, 173, 175, 178, 179, 180, 189, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

Mauritia Flexuosa: 42, 49, 157, 159, 163, 173, 175, 178, 179, 180, 189, 199

Medicina Popular: 14, 25, 63, 74, 89, 106, 142, 146, 147, 152, 161, 164

Metabólitos Secundários: 46, 89, 132, 133, 138, 167

Mudança Climática: 268

Myrtaceae: 25, 44, 51, 72, 131, 132, 133, 134, 140, 160, 169, 178, 180, 217, 218, 229

O

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável: 33, 191

P

Palmeiras: 163, 284, 295, 297, 299, 302, 303

Pequi: 42, 49, 50, 51, 61, 63, 66, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 157, 159, 160, 161, 162, 173, 175, 176, 177, 179, 180, 192, 193

Plantas Medicinais do Cerrado: 28, 142, 153, 155

Populações Tradicionais: 14, 30, 116

R

Reaproveitamento: 217, 220, 224

Recurso Natural: 124, 283, 289, 300

Resíduos: 157, 162, 165, 171, 174, 202, 207, 213, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 253, 254, 255, 263, 264, 265

Revestimentos: 202, 203, 207, 208, 210, 212

Revisão Narrativa: 66, 142

S

Savana: 11, 31, 33, 35, 37, 38, 49, 67, 69, 72, 120, 133

Savana Brasileira: 33, 38, 69, 72

Semiárido: 28, 34, 98, 99

Southern Highbush: 234, 235, 236, 245, 249

Subprodutos: 118, 122, 164, 204, 217, 219, 220, 221, 225, 228, 229, 230

Sustentabilidade: 31, 33, 60, 91, 94, 111, 114, 124, 126, 127, 128, 129, 203, 219, 225, 228, 250, 255, 291

U

Unidade de Conservação: 17, 283

X

Xilopódio: 13, 142, 146, 147, 151, 152



científica digital



VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS

